

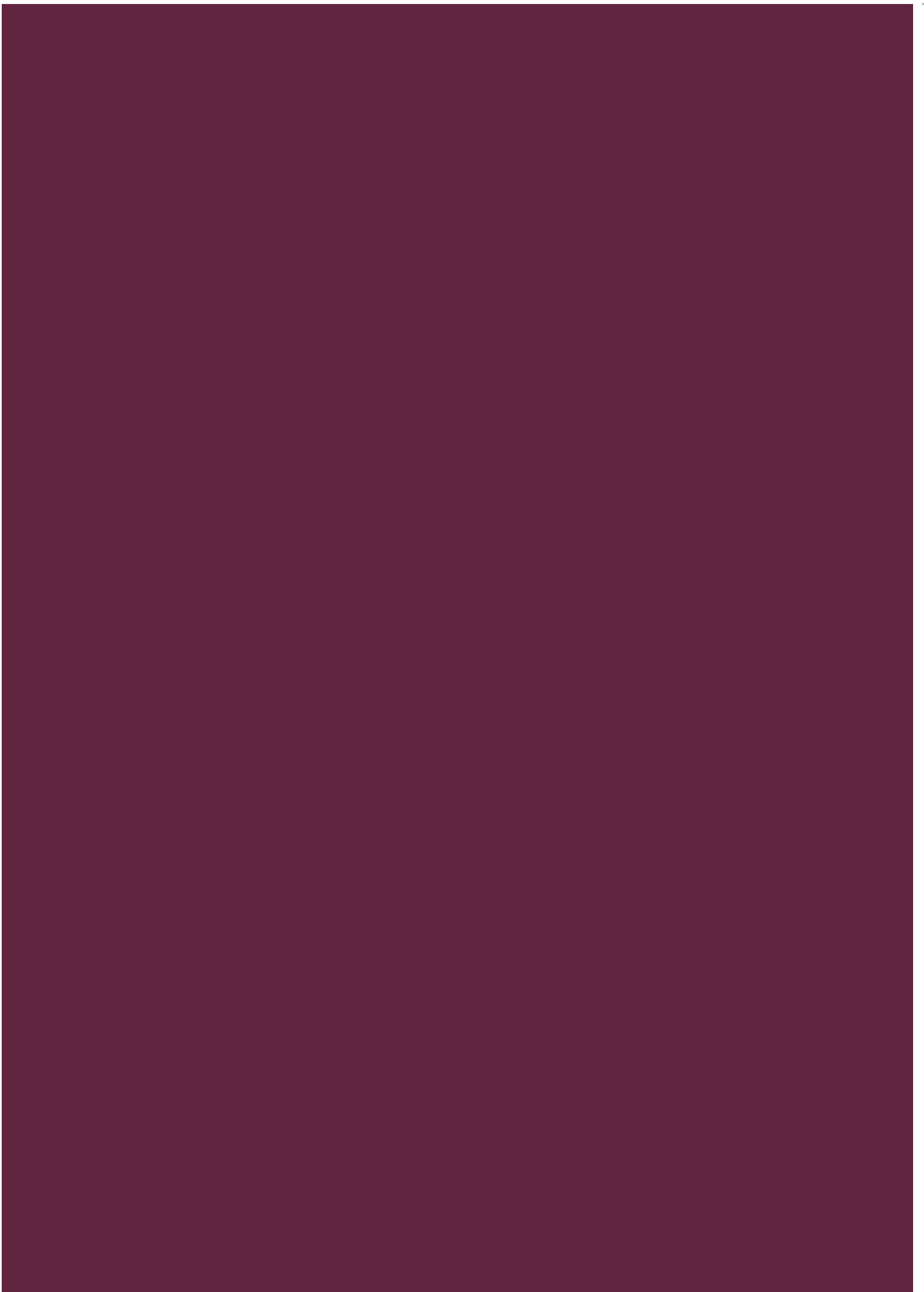


Iniciativa da CNI - Confederação  
Nacional da Indústria

SÉRIE METALMECÂNICA - MECÂNICA

# FUNDAMENTOS MECÂNICOS VOLUME 1







Iniciativa da CNI - Confederação  
Nacional da Indústria

SÉRIE METALMECÂNICA - MECÂNICA

# FUNDAMENTOS MECÂNICOS VOLUME 1



## **CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI**

*Robson Braga de Andrade*  
Presidente

### **DIRETORIA DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA**

*Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti*  
Diretor de Educação e Tecnologia

*Julio Sergio de Maya Pedrosa Moreira*  
Diretor Adjunto de Educação e Tecnologia

## **SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – SENAI**

### **Conselho Nacional**

*Robson Braga de Andrade*  
Presidente

### **SENAI – Departamento Nacional**

*Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti*  
Diretor Geral

*Julio Sergio de Maya Pedrosa Moreira*  
Diretor Adjunto de Educação e Tecnologia

*Gustavo Leal Sales Filho*  
Diretor de Operações



Iniciativa da CNI - Confederação  
Nacional da Indústria

SÉRIE METALMECÂNICA - MECÂNICA

# FUNDAMENTOS MECÂNICOS VOLUME 1



© 2015. SENAI – Departamento Nacional

© 2015. SENAI – Departamento Regional de Santa Catarina

A reprodução total ou parcial desta publicação por quaisquer meios, seja eletrônico, mecânico, fotocópia, de gravação ou outros, somente será permitida com prévia autorização, por escrito, do SENAI.

Esta publicação foi elaborada pela equipe da Gerência de Educação e Tecnologia do SENAI de Santa Catarina, com a coordenação do SENAI Departamento Nacional, para ser utilizada por todos os Departamentos Regionais do SENAI nos cursos presenciais e a distância.

**SENAI Departamento Nacional**

Unidade de Educação Profissional e Tecnológica – UNIEP

**SENAI Departamento Regional de Santa Catarina**

Gerência de Educação e Tecnologia do SENAI de Santa Catarina – GEDUT

**FICHA CATALOGRÁFICA**

---

S491f

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Nacional

Fundamentos mecânicos, volume 1 / Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Nacional, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Regional de Santa Catarina. - Brasília : SENAI/DN, 2015.

v. 1. : il. ; 30 cm. - (Série metalmecânica. Mecânica)

Inclui índice e bibliografia  
ISBN 978-85-7519-878-0

1. Mecânica – Estudo e ensino. I. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Regional de Santa Catarina II. Título

CDU: 621

---

**SENAI**

Serviço Nacional de  
Aprendizagem Industrial  
Departamento Nacional

**Sede**

Setor Bancário Norte • Quadra 1 • Bloco C • Edifício Roberto  
Simonsen • 70040-903 • Brasília – DF • Tel.: (0xx61) 3317-9001  
Fax: (0xx61) 3317-9190 • <http://www.senai.br>

# Lista de ilustrações

---

Figura 1 - Áreas de conhecimento e pesquisa.....	34
Figura 2 - Tipologia da pesquisa bibliográfica.....	36
Figura 3 - Exemplo de gráfico.....	37
Figura 4 - Evolução do número de alunos matriculados na escola .....	39
Figura 5 - Tabela para seleção do diâmetro mínimo de uma polia.....	41
Figura 6 - Exemplo de gráficos de linhas.....	42
Figura 7 - Exemplo de gráficos de círculo .....	42
Figura 8 - Exemplo de gráficos.....	43
Figura 9 - Exemplo de organograma .....	43
Figura 10 - Área de trabalho windows 7 .....	50
Figura 11 - Meu computador.....	50
Figura 12 - Painel de controle.....	51
Figura 13 - Calculadora básica, científica, programador e estatística.....	51
Figura 14 - Agendador de tarefas.....	52
Figura 15 - Ferramenta de disco .....	52
Figura 16 - Nova pasta.....	53
Figura 17 - Recortar e colar.....	53
Figura 18 - Remover (excluir) e renomear .....	54
Figura 19 - Barra de ferramentas do <i>word</i> .....	55
Figura 20 - <i>Layout</i> da página.....	55
Figura 21 - Margens.....	55
Figura 22 - Ferramenta alterar margens .....	56
Figura 23 - Ferramenta quebra de página .....	56
Figura 24 - Ferramenta localizar .....	57
Figura 25 - Ferramenta substituir .....	57
Figura 26 - Guia inserir .....	57
Figura 27 - Colunas.....	58
Figura 28 - Letra capitular .....	58
Figura 29 - Modelos de documentos.....	59
Figura 30 - Modelos de cartas e memorandos.....	59
Figura 31 - Ferramentas: copiar, recortar e colar .....	60
Figura 32 - Formatação de fonte .....	61
Figura 33 - Fonte.....	61
Figura 34 - Tamanho da fonte.....	62
Figura 35 - Efeito do texto.....	62
Figura 36 - Formatação de parágrafo - alinhamentos .....	63
Figura 37 - Recuo de texto.....	63
Figura 38 - Marcadores e numeração .....	63
Figura 39 - Espaçamento entre linhas .....	64
Figura 40 - Estilos .....	64

Figura 41 - Alterar estilos.....	64
Figura 42 - Modificar estilo .....	65
Figura 43 - Tela de modificação .....	65
Figura 44 - Ferramentas ortografia e gramática .....	66
Figura 45 - Ferramentas ortografia e gramática .....	66
Figura 46 - Inserir tabela.....	67
Figura 47 - Barra de formatação de tabelas.....	67
Figura 48 - Barra de configuração de páginas .....	67
Figura 49 - Configurar página.....	68
Figura 50 - Número de página .....	68
Figura 51 - Primeira página diferente .....	69
Figura 52 - Quebra de página.....	69
Figura 53 - Cabeçalho.....	70
Figura 54 - Ferramentas envelopes, etiquetas e mala direta.....	70
Figura 55 - Criar envelopes.....	71
Figura 56 - Criar mala direta .....	71
Figura 57 - Criar mala direta – escolhendo documento.....	72
Figura 58 - Criar mala direta – usando documento atual .....	72
Figura 59 - Sumário .....	73
Figura 60 - Modelo de sumário .....	73
Figura 61 - Grupo ilustrações.....	74
Figura 62 - Grupo ilustração para escolha .....	74
Figura 63 - Formas .....	75
Figura 64 - Inserir gráficos.....	76
Figura 65 - Guia de planilhas.....	76
Figura 66 - Área de trabalho do <i>excel</i> .....	77
Figura 67 - Barra de formatação .....	78
Figura 68 - Célula selecionada.....	78
Figura 69 - Agrupar células.....	78
Figura 70 - Células agrupadas .....	79
Figura 71 - Ferramentas obter dados externos .....	79
Figura 72 - Barra de formatação .....	79
Figura 73 - Planilha tempo médio de reparo .....	81
Figura 74 - Ferramenta formatação condicional .....	81
Figura 75 - Ferramenta formatação condicional .....	82
Figura 76 - Tempo médio de reparo .....	82
Figura 77 - Tendência linear .....	83
Figura 78 - Planilha sem célula absoluta .....	83
Figura 79 - Planilha com célula absoluta.....	84
Figura 80 - Funções com operadores básicos.....	84
Figura 81 - Inserir funções.....	85
Figura 82 - Função máximo.....	85
Figura 83 - Função min .....	85
Figura 84 - Função média.....	86

Figura 85 - Função SE.....	86
Figura 86 - Função SOMASE .....	87
Figura 87 - Função CONT.SE.....	87
Figura 88 - Ferramentas da guia <i>layout</i> da página.....	87
Figura 89 - Modelos do <i>excel</i> .....	88
Figura 90 - Ferramentas proteger planilha e pastas de trabalho.....	89
Figura 91 - Proteger planilha .....	89
Figura 92 - Proteger pasta de trabalho .....	89
Figura 93 - Desproteger planilha.....	90
Figura 94 - Filtro automático.....	90
Figura 95 - Filtro automático.....	90
Figura 96 - Ferramenta classificar e filtrar .....	91
Figura 97 - Dados alterados opção classificar.....	91
Figura 98 - Dados da planilha classificados .....	91
Figura 99 - Inserir gráficos.....	93
Figura 100 - Planilhas atletas .....	93
Figura 101 - Gráfico da planilha de atletas em colunas 3D.....	94
Figura 102 - Parâmetros de medidas .....	102
Figura 103 - Representação da medida do côvado .....	102
Figura 104 - Medida padrão egípcia .....	103
Figura 105 - Globo terrestre .....	103
Figura 106 - Representação da jarda.....	108
Figura 107 - Régua graduada .....	112
Figura 108 - Régua sem encosto .....	113
Figura 109 - Régua graduada com encosto interno.....	113
Figura 110 - Régua graduada com encosto.....	114
Figura 111 - Régua de profundidade.....	114
Figura 112 - Régua rígida de aço inoxidável .....	115
Figura 113 - Leitura do sistema métrico na escala graduada.....	116
Figura 114 - Leitura do sistema inglês (polegada fracionária) na escala graduada .....	116
Figura 115 - Nomenclatura do paquímetro.....	117
Figura 116 - Paquímetro .....	117
Figura 117 - Exemplo de medição externa e medição interna.....	118
Figura 118 - Exemplo de medição de profundidade e de ressalto .....	118
Figura 119 - Paquímetro quadrimensional.....	118
Figura 120 - Paquímetro universal com relógio.....	119
Figura 121 - Paquímetro digital .....	119
Figura 122 - Paquímetro de profundidade .....	120
Figura 123 - Paquímetro duplo.....	120
Figura 124 - Resolução do paquímetro com nônio em milímetros.....	121
Figura 125 - Escala do Nônio com representação das frações em cada divisão .....	122
Figura 126 - Erro de paralaxe .....	125
Figura 127 - Erro de força de Medição.....	125
Figura 128 - Traçador de altura .....	126

Figura 129 - Micrômetro.....	126
Figura 130 - Nomenclatura do micrômetro.....	127
Figura 131 - Micrometro de profundidade.....	128
Figura 132 - Micrômetro interno de três contatos.....	128
Figura 133 - Micrômetro interno Tubular.....	129
Figura 134 - Micrômetro tipo paquímetro.....	129
Figura 135 - Micrômetro digital.....	129
Figura 136 - Micrômetro com contato em forma de V.....	130
Figura 137 - Micrômetro com discos nas hastes.....	130
Figura 138 - Micrômetro para medir paredes de tubos.....	131
Figura 139 - Transferidor de graus.....	132
Figura 140 - Goniômetro de precisão.....	132
Figura 141 - Exemplo de Medida do Goniômetro.....	133
Figura 142 - Relógio comparador.....	134
Figura 143 - Utilização do relógio apalpador.....	135
Figura 144 - Verificador de raio.....	136
Figura 145 - Verificador de rosca.....	136
Figura 146 - Esquadro de precisão.....	137
Figura 147 - Régua de fio retificado.....	138
Figura 148 - Régua triangular.....	138
Figura 149 - Régua de segurança plana.....	139
Figura 150 - Régua Paralela Plana Granito.....	139
Figura 151 - Régua Triangular plana.....	139
Figura 152 - Calibrador Tampão (para furos).....	140
Figura 153 - Calibrador de Boca.....	141
Figura 154 - Calibrador de boca separada.....	141
Figura 155 - Calibrador de boca escalonada.....	142
Figura 156 - Calibrador de boca ajustável.....	142
Figura 157 - Calibrador de rosca.....	142
Figura 158 - Calibrador tipo vareta.....	143
Figura 159 - Calibrador chato.....	143
Figura 160 - Calibrador escalonado.....	143
Figura 161 - Calibrador de rosca ajustável.....	144
Figura 162 - Bloco padrão.....	145
Figura 163 - Escantilhão.....	146
Figura 164 - Qualidade de trabalho.....	147
Figura 165 - Exemplo da aplicação do sistema furo base – H7.....	149
Figura 166 - Tolerância ISO para ajuste de furos com eixo – base h6 ( $\mu\text{m}$ ).....	149
Figura 167 - Condição de equilíbrio.....	154
Figura 168 - Alavanca com braço duplo em ângulo.....	155
Figura 169 - Alavanca de único braço.....	155
Figura 170 - Alavanca com braço duplo.....	156
Figura 171 - Momento de força.....	157
Figura 172 - Condição de equilíbrio.....	158

Figura 173 - Equivalência entre as unidades de pressão .....	161
Figura 174 - Fórmula para o cálculo e representação do alongamento unitário (deformação) .....	163
Figura 175 - Diagrama Tensão x Deformação .....	164
Figura 176 - Seção transversal do parafuso.....	166
Figura 177 - Seção transversal do parafuso.....	166
Figura 178 - Corpo de prova submetido ao esforço de cisalhamento.....	167
Figura 179 - Representação das tensões internas gerada pelo esforço de flexão e ação da força cortante de cisalhamento .....	168
Figura 180 - Representação da seção transversal da barra e módulo de resistência à flexão .....	169
Figura 181 - Representação de uma estrutura com apoio simples .....	169
Figura 182 - Representação da seção transversal da barra.....	170
Figura 183 - Barra submetida à força de torção através da aplicação de dois binários de força nas extremidades.....	171
Figura 184 - Ação das forças cortantes de cisalhamento e dos momentos torsores .....	172
Figura 185 - Representação da seção transversal da barra e módulo de resistência a torção.....	172
Figura 186 - Mancal de apoio .....	173
Figura 187 - Sistema de transmissão.....	175
Figura 188 - Sistema de transmissão por correia.....	176
Figura 189 - Sistema de transmissão de movimento por polias.....	178
Figura 190 - Sistema de transmissão por polias.....	179
Figura 191 - Sistema de transmissão por polias.....	179
Figura 192 - Sistema de transmissão por polias (2 estágios).....	180
Figura 193 - Sistema de transmissão por polias (3 estágios).....	181
Figura 194 - Sistema de transmissão por engrenagens .....	182
Figura 195 - Sistema de transmissão por engrenagens .....	182
Figura 196 - Sistema de transmissão por engrenagens .....	183
Figura 197 - Abraçadeira retangular fabricada por dobra.....	189
Figura 198 - Peça com curvatura circular em forma de anel .....	190
Figura 199 - Peça com curvatura semicircular.....	191
Figura 200 - Figuras geométricas planas – Cálculo de área.....	191
Figura 201 - Aplicação do teorema de Pitágoras.....	194
Figura 202 - Ângulos medidos em graus.....	194
Figura 203 - Aplicação da Relação trigonométrica do triângulo retângulo .....	195
Figura 204 - Aplicação da Relação trigonométrica do triângulo retângulo .....	196
Figura 205 - Aplicação das Relações trigonométricas dos triângulos quaisquer .....	197
Figura 206 - Aplicação do cálculo de área .....	199
Figura 207 - Aplicação do cálculo de área .....	199
Figura 208 - Figuras geométricas planas – cálculo de área .....	200
Figura 209 - Aplicação do cálculo de área .....	200
Figura 210 - (a) Jogo de esquadros; (b) combinação de esquadros; (c) traçar retas paralelas; (d) traçar retas perpendiculares.....	208
Figura 211 - Caligrafia técnica .....	209
Figura 212 - Formatos de papéis .....	210
Figura 213 - Legenda .....	210

Figura 214 - Eixos geométricos .....	212
Figura 215 - Perspectiva de elemento cilíndrico .....	213
Figura 216 - Perspectiva cavaleira.....	213
Figura 217 - Planos de projeção .....	214
Figura 218 - Planificação do plano de projeção.....	215
Figura 219 - Indicação de diedro.....	216
Figura 220 - Projeção em primeiro diedro .....	216
Figura 221 - Projeção em terceiro diedro .....	216
Figura 222 - Exemplo de supressão de vistas .....	217
Figura 223 - Exemplo de vista auxiliar .....	217
Figura 224 - Exemplo de vista auxiliar.....	218
Figura 225 - Exemplo de projeção com rotação.....	218
Figura 226 - Exemplo de cotamento.....	219
Figura 227 - Elementos do cotamento.....	219
Figura 228 - Regra de cotagem.....	220
Figura 229 - Regra de cotagem.....	221
Figura 230 - Regra de cotagem.....	221
Figura 231 - Regra de cotagem.....	221
Figura 232 - Cotamento de pequenos espaços .....	222
Figura 233 - Linhas de cotagem .....	222
Figura 234 - Posição da cotagem .....	222
Figura 235 - Posição da cota .....	223
Figura 236 - Cotagem centro de furo.....	223
Figura 237 - Cotagem de furos.....	223
Figura 238 - Elementos do cotamento.....	224
Figura 239 - Cotagem de raios .....	225
Figura 240 - Cotagem de diâmetro e quadrado .....	225
Figura 241 - Indicação de superfícies planas .....	225
Figura 242 - Indicação de raios e diâmetros esféricos.....	226
Figura 243 - Exemplo localização de cotas .....	226
Figura 244 - Localização de cotas.....	227
Figura 245 - Cotagem de furos.....	227
Figura 246 - Cotagem de elementos internos.....	227
Figura 247 - Cotagem de elementos angulares.....	228
Figura 248 - Cotagem de detalhes.....	228
Figura 249 - Exemplo de cotamento em cadeia .....	229
Figura 250 - Exemplo de cotamento em paralelo .....	229
Figura 251 - Exemplo de cotamento combinado.....	229
Figura 252 - Exemplo de cotamento aditivo.....	230
Figura 253 - Exemplo de cotamento por coordenadas.....	230
Figura 254 - Tipos de hachuras .....	231
Figura 255 - Hachuras em montagens .....	231
Figura 256 - Exemplo de corte total.....	232
Figura 257 - Exemplo de meio corte .....	232

Figura 258 - Exemplo de corte parcial.....	233
Figura 259 - Exemplo de corte em desvio.....	233
Figura 260 - Exemplo de corte rebatido.....	234
Figura 261 - Exemplo de omissão de corte.....	234
Figura 262 - Exemplo de omissão de corte.....	235
Figura 263 - Seção com vista interrompida.....	235
Figura 264 - Seções traçadas sobre a vista.....	235
Figura 265 - Seções traçadas fora da vista.....	236
Figura 266 - Tipos de Rupturas.....	236
Figura 267 - Tipos de rupturas.....	237
Figura 268 - Tolerância dimensional.....	238
Figura 269 - Representação de tolerância dimensional.....	239
Figura 270 - Ajustes.....	239
Figura 271 - Ajuste com folga.....	240
Figura 272 - Ajuste com interferência.....	240
Figura 273 - Ajuste intermediário.....	241
Figura 274 - Qualidade de trabalho.....	241
Figura 275 - Campos de tolerâncias.....	242
Figura 276 - Sistema de furo base.....	242
Figura 277 - Exemplo da aplicação do sistema de furo base.....	242
Figura 278 - Peças móveis.....	243
Figura 279 - Ferramenta para dobra.....	245
Figura 280 - Corpo de uma bomba hidráulica.....	246
Figura 281 - Aspecto de uma superfície.....	247
Figura 282 - Detalhamento do símbolo de rugosidade.....	249
Figura 283 - Exemplo de símbolo de rugosidade preenchido.....	249
Figura 284 - Indicação de rugosidade em uma engrenagem.....	251
Figura 285 - Simbologia convencional.....	251
Figura 286 - Simbologia com valores de rugosidade.....	251
Figura 287 - Símbolos de representação à rugosidade média Ra.....	252
Figura 288 - Símbolos de representação das classes de rugosidade.....	252
Figura 289 - Desenho de montagem.....	253
Figura 290 - Desenho de montagem explodido.....	254
Figura 291 - Desenho de componente.....	255
Figura 292 - Máquina de serra fita.....	315
Figura 293 - Corte com serra de disco.....	315
Figura 294 - Serra de arco.....	316
Figura 295 - Processo por oxicorte.....	316
Figura 296 - Partes do maçarico de corte.....	317
Figura 297 - Exemplo de corte por jato de plasma.....	318
Figura 298 - Corte por jato de água.....	319
Figura 299 - Processo de laminação.....	320
Figura 300 - Processo de laminação de chapas a quente.....	321
Figura 301 - Processo de redução e calibração da matéria-prima no interior da feira.....	321

Figura 302 - Máquina para trefilação de arame .....	322
Figura 303 - Forjamento a quente .....	323
Figura 304 - Jazida de minério de ferro.....	323
Figura 305 - Exemplo de fundição de ferro .....	324
Figura 306 - Componentes de uma ferramenta de estampo.....	325
Figura 307 - Prensa hidráulica .....	325
Figura 308 - Máquina injetora de alumínio e zamak.....	326
Figura 309 - Processo de usinagem.....	327
Figura 310 - Processos de fabricação.....	328
Figura 311 - Classificação dos processos de usinagem.....	329
Figura 312 - Torno mecânico convencional.....	330
Figura 313 - Placa com três castanhas.....	331
Figura 314 - Representação do movimento giratório e coplanar.....	331
Figura 315 - Classificação dos processos de torneamento .....	332
Figura 316 - Ferramentas para operações de torneamento (a).....	332
Figura 317 - Ferramentas para operações de torneamento (b) .....	333
Figura 318 - Movimento de corte.....	334
Figura 319 - Movimento de avanço.....	334
Figura 320 - Movimento de ajuste ou penetração.....	335
Figura 321 - Movimento efetivo de corte.....	335
Figura 322 - Fixação da peça em balanço .....	338
Figura 323 - Fixação da peça com contraponta .....	338
Figura 324 - Fixação da peça com uso de luneta e contraponta .....	339
Figura 325 - Torneamento cilíndrico interno .....	339
Figura 326 - Comparação da cinemática do processo de torneamento e fresamento .....	340
Figura 327 - Comparação da cinemática do processo de torneamento e fresamento .....	340
Figura 328 - Formas geradas nas operações de torneamento e fresamento.....	341
Figura 329 - Fresamento tangencial com movimento discordante] .....	341
Figura 330 - Fresamento frontal com movimento concordante.....	342
Figura 331 - Regra prática para adoção da profundidade de corte (pc).....	347
Figura 332 - Processo de retificação externa .....	348
Figura 333 - Identificação do rebolo .....	353
Figura 334 - Detalhamento da Especificação e dimensões de um rebolo .....	353
Figura 335 - Forma dos rebolos e seu emprego .....	357
Figura 336 - Processo de furação com broca helicoidal.....	358
Figura 337 - Tipos de furação com brocas helicoidais.....	359
Figura 338 - Principais ângulos e partes das brocas helicoidais .....	360
Figura 339 - Brocha interna de tração .....	365
Figura 340 - Processo de desbaste por brochamento .....	365
Figura 341 - Exemplo de perfis das brochas .....	366
Figura 342 - Processo de brunimento.....	367
Figura 343 - Parafuso com cabeça sextavada.....	372
Figura 344 - Parafuso com cabeça cilíndrico e sextavado interno.....	373
Figura 345 - Parafuso com cabeça escareada e com fenda .....	373

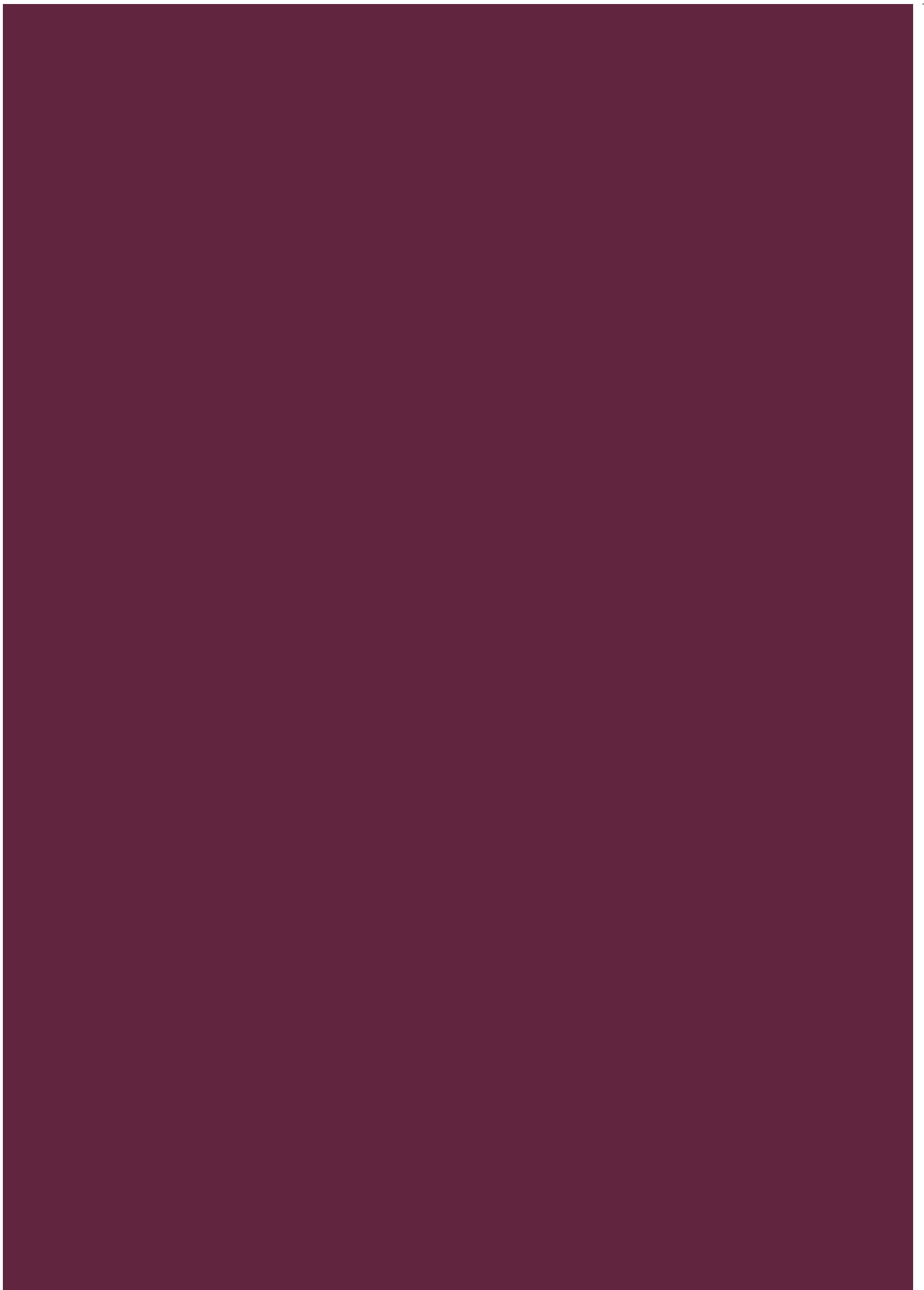
Figura 346 - Parafuso com cabeça abaulada e fenda Philips .....	373
Figura 347 - Parafuso cabeça abaulada sextavado interno .....	374
Figura 348 - Parafuso autoatarraxante com cabeça escareada .....	374
Figura 349 - Marcações exigidas por norma para série métrica .....	376
Figura 350 - Marcações exigidas por norma para série polegada.....	377
Figura 351 - Porca castelo .....	377
Figura 352 - Porca cega.....	378
Figura 353 - Porca borboleta.....	378
Figura 354 - Contraporca.....	378
Figura 355 - Arruela lisa .....	379
Figura 356 - arruela de pressão.....	379
Figura 357 - Arruela estrelada .....	380
Figura 358 - Eixo Chavetado .....	381
Figura 359 - Mola helicoidal de compressão .....	384
Figura 360 - Mola helicoidal de tração .....	384
Figura 361 - Molas helicoidais de torção .....	385
Figura 362 - Cabos de aço.....	385
Figura 363 - Warrington.....	386
Figura 364 - Seale.....	386
Figura 365 - Filler .....	387
Figura 366 - Tipo de torção dos arames dos cabos de aço .....	387
Figura 367 - Método de medição do diâmetro do cabo de aço.....	388
Figura 368 - Método de lubrificação manual.....	389
Figura 369 - Deformações de cabos de aço por excesso de carga.....	390
Figura 370 - Polia trapezoidal .....	391
Figura 371 - Polia plana abaulada .....	391
Figura 372 - Correia plana.....	393
Figura 373 - Correia dentada .....	393
Figura 374 - Correia trapezoidal em "V" .....	394
Figura 375 - Junção de motor com bomba hidráulica utilizando acoplamento elástico .....	394
Figura 376 - Acoplamentos fixos ou rígidos.....	395
Figura 377 - Acoplamentos elásticos.....	396
Figura 378 - Acoplamentos móveis ou comutáveis.....	397
Figura 379 - Engrenagem dentes retos .....	398
Figura 380 - Nomenclatura dos elementos básicos de uma engrenagem .....	398
Figura 381 - Engrenagem cilíndrica de dentes helicoidais .....	399
Figura 382 - Engrenagens cônicas de dentes retos .....	399
Figura 383 - Engrenagens Helicoidais .....	400
Figura 384 - Cremalheiras .....	400
Figura 385 - Correntes .....	400
Figura 386 - Transmissão por corrente .....	401
Figura 387 - Correntes de rolos .....	402
Figura 388 - Correntes de buchas .....	402
Figura 389 - Corrente de dentes .....	402

Figura 390 - Corrente de articulação desmontável .....	403
Figura 391 - Corrente Gall .....	403
Figura 392 - Corrente de aço redondo .....	403
Figura 393 - Mancal de apoio .....	405
Figura 394 - Mancal tipo flange .....	405
Figura 395 - Mancal tensor .....	406
Figura 396 - Constituição de um rolamento .....	407
Figura 397 - Características dos rolamentos.....	407
Figura 398 - Rolamento rígido de uma carreira de esfera.....	408
Figura 399 - Rolamento de contato angular de uma carreira de esfera.....	408
Figura 400 - Rolamento autocompensador de duas carreiras de rolo .....	409
Figura 401 - Rolamento de rolo cilíndrico.....	409
Figura 402 - Rolamentos de rolos cônicos .....	409
Figura 403 - Rolamento axial de esfera .....	410
Figura 404 - Rolamento de agulhas.....	410
Figura 405 - Conjunto rolamento auto compensador, bucha, porca de fixação e arruela trava.....	411
Figura 406 - Atrito .....	412
Figura 407 - Efeitos da lubrificação.....	413
Figura 408 - Representação sintética da formação do lubrificante .....	413
Figura 409 - Representação da composição e bases dos lubrificantes .....	414
Figura 410 - Lubrificação com pincel e com bomba através de pino graxeiro.....	415
Figura 411 - Lubrificação com almotolia e copo conta gotas.....	415
Figura 412 - Lubrificação com copo de vareta e mecha tipo sifão.....	416
Figura 413 - Lubrificação automatizada pelo método centralizado progressivo .....	416
Figura 414 - Lubrificação por circulação e por banho .....	417
Figura 415 - Furadeira de bancada .....	418
Figura 416 - Furadeira de coluna.....	419
Figura 417 - Furadeira radial .....	419
Figura 418 - Torno mecânico universal .....	420
Figura 419 - Torno CNC .....	420
Figura 420 - Torno vertical .....	421
Figura 421 - Torno automático .....	421
Figura 422 - Fresadora ferramenteira .....	423
Figura 423 - Fresadora universal.....	423
Figura 424 - Fresadora CNC vista interna .....	424
Figura 425 - Retificadora plana .....	424
Figura 426 - Retificadora cilíndrica .....	425
Figura 427 - Retificadora <i>center less</i> .....	425
Figura 428 - Serra horizontal alternativa .....	426
Figura 429 - Serra fita.....	426
Figura 430 - Serra circular para corte de aço .....	427
Figura 431 - Limas.....	428
Figura 432 - Arco de serra e lâmina de serra .....	429
Figura 433 - Machos para rosca interna.....	429

Figura 434 - Desandadores.....	430
Figura 435 - Cossinete ou tarraxa (à esquerda) e porta cossinete (à direita).....	430
Figura 436 - Porta-cossinete .....	431
Figura 437 - Brocas de centro .....	431
Figura 438 - Brocas .....	432
Figura 439 - Alargadores .....	433
Figura 440 - Ferramentas para fresar .....	434
Figura 441 - Ferramentas para fresar .....	436
Figura 442 - Arestas de corte e superfícies da parte de corte de uma fresa frontal .....	437
Figura 443 - Denominação de ferramenta para torneamento .....	437
Figura 444 - Representação das superfícies, arestas, quina e chanfros da ferramenta .....	439
Figura 445 - Representação dos ângulos $\alpha$ , $\beta$ e $\gamma$ , medidos no plano de medida .....	439
Figura 446 - Representação da operação de faceamento de material dúctil, com $\gamma$ positivo .....	440
Figura 447 - Representação do ângulo de saída ( $\phi$ ) da ferramenta de desbaste.....	440
Figura 448 - Classificação dos materiais .....	441
Figura 449 - Alto-forno.....	444
Figura 450 - Tabela com a composição química de aços médio carbono.....	447
Figura 451 - Tipos de vergalhões.....	451
Figura 452 - Perfis de aços .....	451
Figura 453 - Chapa.....	452
Figura 454 - Perfis de tubos.....	452
Figura 455 - Investigação técnica.....	456
Figura 456 - Implementação ISO 9000.....	457
Figura 457 - A compreensão da linguagem técnica.....	459
Figura 458 - A importância da leitura .....	459
Figura 459 - Ordem de manutenção.....	466
Figura 460 - Consulta a catálogos .....	473
Figura 461 - A função da ilustração no catálogo .....	474
Figura 462 - Catálogo técnico.....	475
Figura 463 - Interpretação de catálogos.....	477
Figura 464 - Disposição das informações técnicas .....	477
Figura 465 - Exposição oral.....	482
Figura 466 - Exemplo de oração .....	483
Figura 467 - Formas de comunicação.....	485
Figura 468 - Interpretação de imagens.....	486
Figura 469 - Esquema da Comunicação .....	488
Figura 470 - Esquema do Processo de Comunicação .....	489
Figura 471 - Comunicação linguística .....	490
Figura 472 - Concepção de ideias .....	491
Figura 473 - Concordância.....	492
Figura 474 - Relatórios.....	493
Figura 475 - Modelo de Ata.....	495
Figura 476 - Modelo de Memorial Descritivo.....	499
Figura 477 - Uso de ferramentas da qualidade .....	504

Figura 478 - Fluxograma.....	505
Figura 479 - Gráfico de barras.....	506
Figura 480 - Gráfico de controle .....	506
Figura 481 - Processo vivencial de aprendizagem.....	515
Figura 482 - Fontes de consulta.....	523
Figura 483 - Veracidade das informações .....	524
Figura 484 - Controle da qualidade.....	530
Figura 485 - Qualidade no processo .....	532
Figura 486 - Controle da qualidade.....	533
Figura 487 - Eficiência no processo .....	535
Figura 488 - Análise do desempenho e eficácia .....	536
Quadro 1 - Matriz Curricular .....	30
Quadro 2 - Operadores lógicos .....	84
Quadro 3 - Grandezas físicas .....	106
Quadro 4 - Grandezas físicas derivadas.....	106
Quadro 5 - Múltiplos das unidades de medidas conforme SI .....	107
Quadro 6 - Submúltiplos das unidades de medidas conforme SI .....	107
Quadro 7 - Múltiplos e Submúltiplos do metro conforme SI .....	108
Quadro 8 - Campo de Tolerâncias .....	148
Quadro 9 - Tolerância ISO para ajuste de eixos com furo base – H7 ( $\mu\text{m}$ ) .....	148
Quadro 10 - Tolerância ISO para ajuste de furos com eixo – base h6 ( $\mu\text{m}$ ) .....	149
Tabela 1 - Dimensões em milímetros.....	137
Tabela 2 - Equivalência entre as unidades de pressão.....	161
Tabela 3 - Velocidade de corte ( $V_c$ ) para o processo de torneamento.....	184
Tabela 4 - Velocidade de corte ( $V_c$ ) na operação de fresamento .....	185
Tabela 5 - Velocidade de corte ( $V_c$ ) na operação de fresamento .....	185
Tabela 6 - Velocidade de corte ( $V_c$ ) para o processo de torneamento.....	187
Tabela 7 - Tabela orientativa para seleção do rpm.....	188
Tabela 8 - Funções trigonométricas.....	195
Tabela 9 - Funções trigonométricas – Lei dos senos e co-senos.....	197
Tabela 10 - Coeficiente de dilatação dos materiais.....	201
Tabela 11 - Tipos e aplicações de linhas.....	209
Tabela 12 - Peças fixas.....	243
Tabela 13 - Sistema ISO de ajustes – furo base h7.....	245
Tabela 14 - Simbologia de acabamento superficial “DIN 1302”.....	247
Tabela 15 - Símbolos com indicação do valor da rugosidade.....	248
Tabela 16 - Simbologia geral de acabamento de superfície.....	248
Tabela 17 - Símbolos para direção dos sulcos da ferramenta .....	250
Tabela 18 - Tabela de velocidade de corte para fresar em (m/min) .....	343
Tabela 19 - Exemplo de tabela de avanço por dente da fresa em (m/min).....	345
Tabela 20 - Classe de rugosidade, conforme NBR 8404/1984 .....	349

Tabela 21 - Tabela de rugosidade .....	350
Tabela 22 - Velocidade de corte e velocidade de avanço na retificação .....	351
Tabela 23 - Seleção de rebolos .....	352
Tabela 24 - Velocidade de corte e avanço por rotação da broca.....	363
Tabela 25 - Resistência mecânica para parafusos métricos .....	375
Tabela 26 - Resistência mecânica para parafusos em polegada .....	376
Tabela 27 - Perfis de rosca .....	380
Tabela 28 - Classificação das chavetas.....	382
Tabela 29 - Dimensões das chavetas paralelas conforme DIN 6885 .....	383
Tabela 30 - Tabela com a composição química de aços baixo carbono .....	447
Tabela 31 - Tabela de aços ao carbono .....	448
Tabela 32 - Composição química aços ligados (%) .....	448
Tabela 33 - Ferros fundidos cinzentos .....	449
Tabela 34 - Ferro nodular.....	449



# Sumário

1 Introdução.....	29
2 Pesquisa aplicada .....	33
2.1 Metodologia científica - abnt .....	34
2.2 Pesquisa bibliográfica.....	36
2.3 Pesquisa de campo .....	37
2.4 Análise de dados e informações .....	38
2.5 Organização de dados e informações: tabelas, gráficos, organogramas, planilhas .....	39
3 Informática .....	47
3.1 Informação e informática.....	47
3.1.1 Conceito .....	47
3.2 Sistemas operacionais.....	48
3.2.1 Hardware e seus periféricos.....	49
3.2.2 Softwares aplicativos e utilitários.....	49
3.2.3 Conceitos de sistema operacional.....	49
3.2.4 Área de trabalho, meu computador, painel de controle .....	49
3.2.5 Calculadora, jogos, relógio, bloco de notas, agenda, ferramentas de disco .....	51
3.2.6 Operações: criar pastas; copiar, recortar e colar; remover e renomear pastas e arquivos.....	53
3.3 Editor de texto .....	54
3.3.1 Barra de ferramentas e barra de menu, leiaute de página, inserir quebra de página, localizar e substituir, inserir símbolos e figuras, texto colunado.....	54
3.3.2 Capítular, trabalhando com modelos, digitação de texto, cartas e Memorandos .....	58
3.3.3 Técnicas de seleção de textos, copiar, recortar e colar .....	60
3.3.4 Revisor ortográfico, tabela, tabulação, cabeçalho e rodapé .....	66
3.3.5 Envelope, etiqueta, mala direta, múltiplos documentos, criação de índices ....	70
3.4 Planilha eletrônica.....	76
3.4.1 Janelas, conceito de planilha, pastas e planilhas, área de trabalho.....	76
3.4.2 Configurações de planilhas, navegação, seleção e cópia de conteúdo de células .....	77
3.4.3 Estrutura de células, entrada de dados, formatação de células.....	78
3.4.4 Formatação condicional, cálculos lineares, células absolutas .....	80
3.4.5 Funções com operadores básicos, fórmulas, configurações de páginas.....	84
3.4.6 Tipos de arquivos, modelos, funções de data e hora .....	88
3.4.7 Proteção de células e pastas e validação, desproteger células, usar filtros .....	88
3.4.8 Intercâmbio de dados entre planilhas, classificação de dados; relatórios .....	92
3.4.9 Gráficos colunares e gráficos 3d .....	93
3.5 Compactação / descompactação .....	94

3.5.1 Antivírus (tipos, efeitos, proteção).....	95
3.5.2 Internet / intranet (usenet. Ftp, download. Upload) .....	96
3.5.3 Outlook express (e-mail certificado, assinaturas, segurança).....	96
3.5.4 Internet explorer (configuração, navegação) .....	97
4 Metrologia .....	101
4.1 Conceito, histórico e aplicação .....	101
4.2 Normas aplicadas à metrologia .....	104
4.3 Unidades de medidas.....	105
4.4 Múltiplos e submúltiplos .....	107
4.5 Medidas e conversões .....	108
4.6 Métodos de medição.....	111
4.7 Instrumentos de medição – tipos, aplicação e leitura.....	112
4.7.1 Régua graduada .....	112
4.7.2 Paquímetro (leitura no sistema métrico, inglês fracionário e milesimal) .....	116
4.7.3 Traçador de altura .....	126
4.7.4 Micrômetro.....	126
4.7.5 Transferidor de graus e goniômetro .....	132
4.7.6 Relógio comparador .....	133
4.7.7 Relógio apalpador .....	134
4.8 Instrumentos de controle – tipos e aplicação .....	135
4.8.1 Verificador de raio.....	136
4.8.2 Verificador de rosca .....	136
4.8.3 Esquadro .....	137
4.8.4 Régua de controle .....	138
4.8.5 Calibrador passa não passa .....	140
4.8.6 Blocos padrão .....	144
4.8.7 Gabaritos.....	146
4.9 Tolerância dimensional .....	146
4.10 Conceito, aplicação e normas .....	146
5 Cálculo técnico aplicado à mecânica .....	153
5.1 Momento e equilíbrio .....	153
5.1.1 Alavancas .....	154
5.1.2 Momento de força .....	156
5.1.3 Condições de equilíbrio.....	157
5.2 Pressão e tensão.....	159
5.2.1 Pressão.....	159
5.2.2 Tensão .....	162
5.3 Relação de transmissão .....	174
5.4 Cálculo da rotação de polias e engrenagens .....	176
5.4.1 Cálculo da rotação para polias .....	177

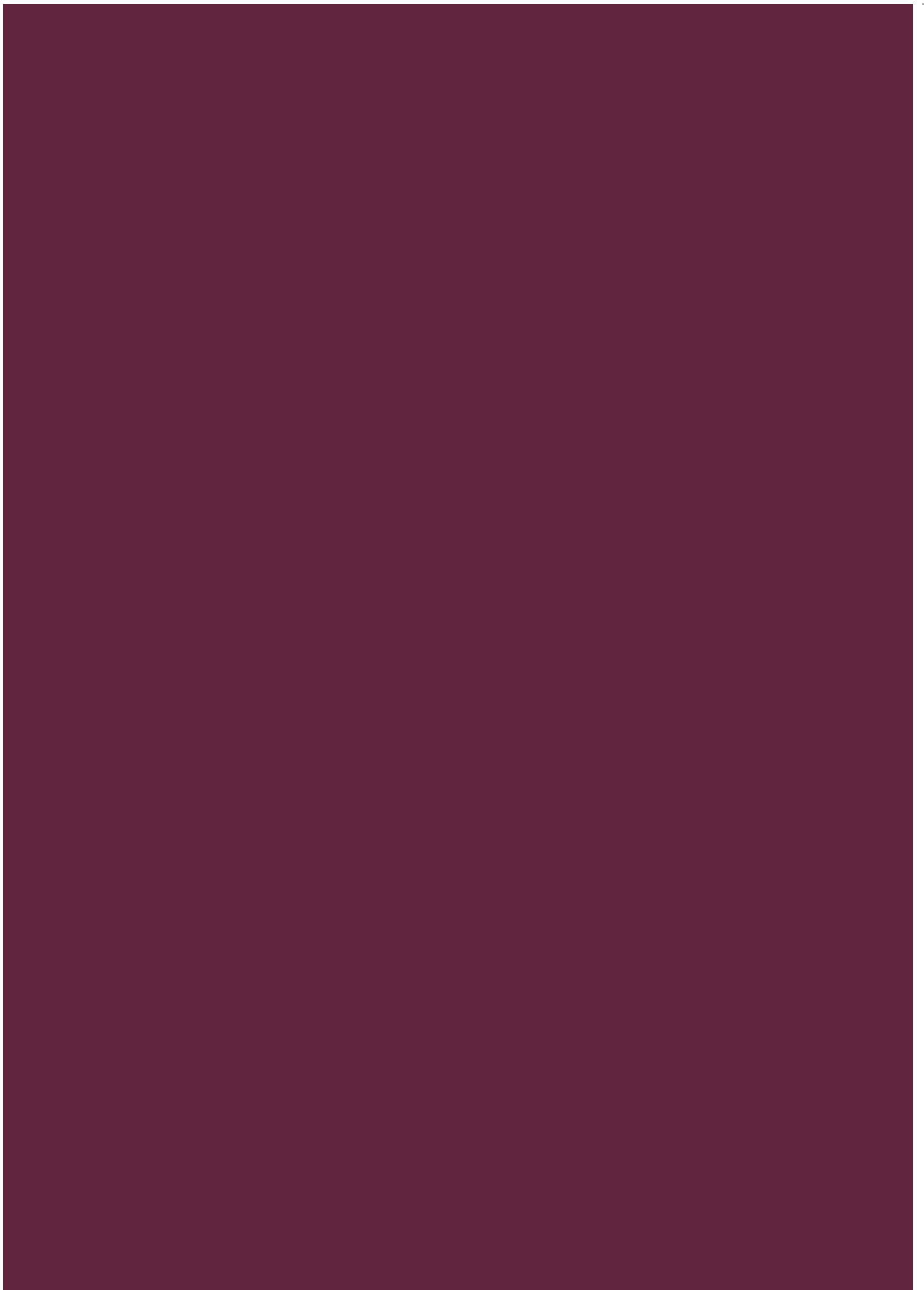
5.4.2 Cálculo da rotação para engrenagens.....	181
5.5 Velocidade de corte .....	184
5.5.1 Cálculo da rotação para operações de usinagem a partir da velocidade de corte.....	186
5.6 Perímetro de peças dobradas e curvadas .....	188
5.7 Relações trigonométricas aplicadas à mecânica .....	192
5.8 Cálculo de área aplicado à mecânica.....	198
5.9 Cálculo da dilatação térmica.....	201
5.9.1 Cálculo da dilatação linear dos sólidos .....	201
5.9.2 Cálculo da dilatação superficial dos sólidos.....	202
 6 Desenho técnico .....	 205
6.1 Introdução ao desenho técnico.....	206
6.1.1 Importâncias.....	206
6.1.2 Instrumentos .....	207
6.1.3 Linhas .....	208
6.1.4 Caligrafia .....	209
6.1.5 Formatos de papeis, dobras, margens e legendas .....	210
6.1.6 Normas aplicadas ao desenho técnico .....	210
6.2 Perspectivas .....	212
6.2.1 Perspectiva isométrica .....	212
6.2.2 Perspectiva cavaleira .....	213
6.3 Projeções ortogonais.....	214
6.3.1 Projeções em 1º e 3º diedros .....	214
6.3.2 Vistas essenciais.....	215
6.3.3 Supressão de vistas .....	217
6.3.4 Vista auxiliar .....	217
6.3.5 Vista auxiliar simplificada .....	218
6.3.6 Rotação de detalhes oblíquos.....	218
6.4 Cotagem.....	219
6.4.1 Regras de cotagem.....	220
6.4.2 Representação das cotas.....	224
6.4.3 Símbolos e convenções .....	225
6.4.4 Localização das cotas .....	226
6.4.5 Cotagem de detalhes .....	228
6.4.6 Tipos de cotamento .....	229
6.5 Representação em corte .....	230
6.5.1 Hachuras .....	230
6.5.2 Linha de corte .....	231
6.5.3 Corte total.....	232
6.5.4 Meio corte.....	232
6.5.5 Corte parcial.....	233
6.5.6 Corte em desvio .....	233

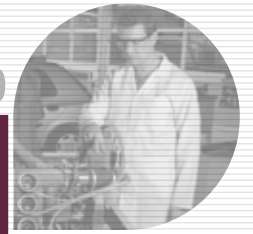
6.5.7 Corte rebatido.....	233
6.5.8 Omissão de corte.....	234
6.5.9 Seções.....	235
6.5.10 Rupturas.....	236
6.6 Escalas.....	237
6.6.1 Escala natural.....	237
6.6.2 Escala de ampliação.....	237
6.6.3 Escala de redução.....	238
6.7 Tolerância dimensional.....	238
6.7.1 O que é tolerância dimensional.....	238
6.7.2 Representação.....	239
6.7.3 Ajustes.....	239
6.7.4 Sistemas de tolerância iso.....	241
6.7.5 Estados de superfície.....	245
6.8 Desenhos de conjuntos.....	252
6.8.1 Finalidade.....	252
6.8.2 Desenho de conjunto.....	253
6.8.3 Desenho de componente.....	255
7 Processos de fabricação.....	313
7.1 Processos de corte.....	314
7.1.1 Cortes mecânicos.....	314
7.1.2 Cortes térmicos.....	316
7.1.3 Cortes termoquímicos.....	318
7.1.4 Cortes químicos.....	319
7.2 Processos de conformação mecânica.....	320
7.2.1 Laminação.....	320
7.2.2 Trefilação.....	321
7.2.3 Forjamento.....	322
7.2.4 Fundição.....	323
7.2.5 Dobramentos e repuxos.....	324
7.2.6 Injeção de metais.....	326
7.3 Processos de usinagem mecânica.....	327
7.3.1 Torneamento.....	330
7.3.2 Fresamento.....	340
7.3.3 Retificação.....	347
7.3.4 Furação.....	358
7.3.5 Brochamento.....	364
7.3.6 Brunimento.....	366
8 Tecnologia mecânica.....	371
8.1 Elementos de máquina.....	371

8.1.1 Tipos, características e aplicações de elementos de máquina .....	372
8.2 Lubrificação de elementos de máquinas .....	412
8.3 Máquinas e equipamentos.....	417
8.3.1 tipos, características e aplicações .....	418
8.3.2 tornos mecânicos.....	420
8.3.3 fresadoras .....	422
8.3.4 retificadoras .....	424
8.3.5 serras .....	425
8.4 ferramentas.....	427
8.4.1 tipos características e aplicações .....	427
8.5 materiais.....	441
8.5.1 classificação, tipos e características dos materiais.....	441
8.5.2 materiais metálicos ferrosos .....	442
8.5.3 processos de obtenção.....	443
8.5.4 normas e padronização .....	446
8.5.5 armazenamento de materiais .....	450
8.5.6 formas comerciais.....	451
8.5.7 uso racional dos materiais .....	452
9 Procedimentos técnicos .....	455
9.1 Conceitos .....	455
9.2 Aplicações.....	456
9.3 Interpretação.....	458
9.4 Vocabulário técnico.....	458
10 Solicitação de serviços .....	463
10.1 Nomenclatura e vocabulário técnico .....	463
10.2 Tipos e aplicações.....	465
10.3 Características.....	466
10.4 Utilização de tutoriais (técnicos).....	467
11 Manuais e catálogos .....	471
11.1 Conceitos.....	471
11.2 Aplicações .....	475
11.3 Interpretação .....	476
11.4 Vocabulário técnico .....	477
12 Comunicação .....	481
12.1 Oral: técnicas de argumentação e apresentação .....	481
12.2 Escrita: estrutura de frases, parágrafos e textos .....	483
12.3 Formal.....	485

12.4 Informal.....	485
12.5 Interpretação de imagens.....	486
12.6 Elementos da comunicação.....	488
12.7 Coesão e coerência.....	490
12.8 Produção de textos: descrição, dissertação, relatório, carta, ata, memorando, ofício, trabalho de aula, currículo profissional, memorial descritivo.....	492
13 Ferramentas da qualidade.....	503
13.1 Introdução as ferramentas da qualidade.....	503
13.2 5 s.....	507
14 Equipes de trabalho.....	513
14.1 Trabalho em grupo (em equipe).....	513
14.2 Relações interpessoais.....	517
15 Pesquisa e análise de informação.....	521
15.1 Técnicas de pesquisa.....	521
15.2 Fontes de consulta.....	523
15.3 Seleção de informações.....	524
15.4 Análise das informações e conclusões.....	525
16 Qualidade total.....	529
16.1 conceito.....	529
16.1.1 histórico da qualidade.....	532
16.2 eficiência.....	534
16.3 eficácia.....	535







Neste livro, constituído por 15 unidades de conhecimento, você terá a oportunidade de estudar os conteúdos relacionados aos Fundamentos da Mecânica, cujo objetivo é favorecer, através dos fundamentos técnicos e científicos e das capacidades sociais, organizativas e metodológicas aplicáveis à mecânica, a construção de uma base consistente, que possibilite o pleno desenvolvimento das competências profissionais específicas de quem atua nesta área.

Cada assunto aqui abordado o ajudará a formar uma sólida base de conhecimentos, necessários para o aprendizado e desenvolvimento das demais unidades de competência, além de estimular o raciocínio lógico indispensável para a análise e a solução de problemas.

A partir do estudo das unidades de conhecimento relacionados aos Fundamentos Mecânicos, você conhecerá o mundo da mecânica, os sistemas e métodos de medição, bem como aos instrumentos e normas aplicadas a esta área. Além disso, estudará também a forma de construção e a representação dos desenhos técnicos, que estarão presentes em praticamente todos os conteúdos relacionados à mecânica.

Outro aspecto fundamental desse estudo é a aplicação dos cálculos técnicos, pois eles lhe darão base teórica para a análise de problemas, além de fornecer os dados para o planejamento de montagens, manutenções e projetos de componentes e até de equipamentos.

Também será abordado o emprego dos diversos processos de fabricação, necessários não só para a fabricação de componentes, mas também como suporte no processo de manutenção e montagem de componentes e conjuntos de máquinas. Você conhecerá os tipos, aplicação e a importância dos elementos de máquinas, como deve ser sua manutenção, lubrificação e correta seleção.

Outro aspecto a ser estudado está relacionado às ferramentas e às tecnologias empregadas na manutenção das plantas industriais, de e como devem ser utilizadas para atingir a eficiência do processo a que se destinam. Tão importante quanto projetar, construir e manter, são as capacidades de organizar e transmitir dados e informações, além de identificar e demonstrar as necessidades que visem facilitar o trabalho em grupo, que favoreçam a comunicação, prezem pelas normas de qualidade e meio ambiente. Tudo isso, sem perder o foco na produtividade, na eficiência e na eficácia dos processos.

Para atingir estas capacidades, você terá o apoio de um conteúdo de qualidade, escolhido com cuidado, com o objetivo de formar uma base sólida através de conhecimentos atualizados de informática, comunicação, metodologia de pesquisa aplicada, bem como pesquisa e análise de informações.

Você perceberá, desta forma, a importância das ferramentas da qualidade na melhoria dos processos e na solução de problemas, bem como deve proceder para se apropriar dos benefícios da correta utilização de manuais e catálogos e da adoção de procedimentos técnicos aplicados.

Além disso, receberá também a correta orientação sobre a importância do trabalho em equipe, seus benefícios e sobre a necessidade de se adotar e manter uma filosofia de melhoria contínua.

O desenvolvimento e perpetuação das empresas e indústrias dependem de uma administração eficaz, mas fundamentalmente de profissionais tecnicamente qualificados que tenham condições de pôr em prática tudo aquilo que foi planejado e programado.

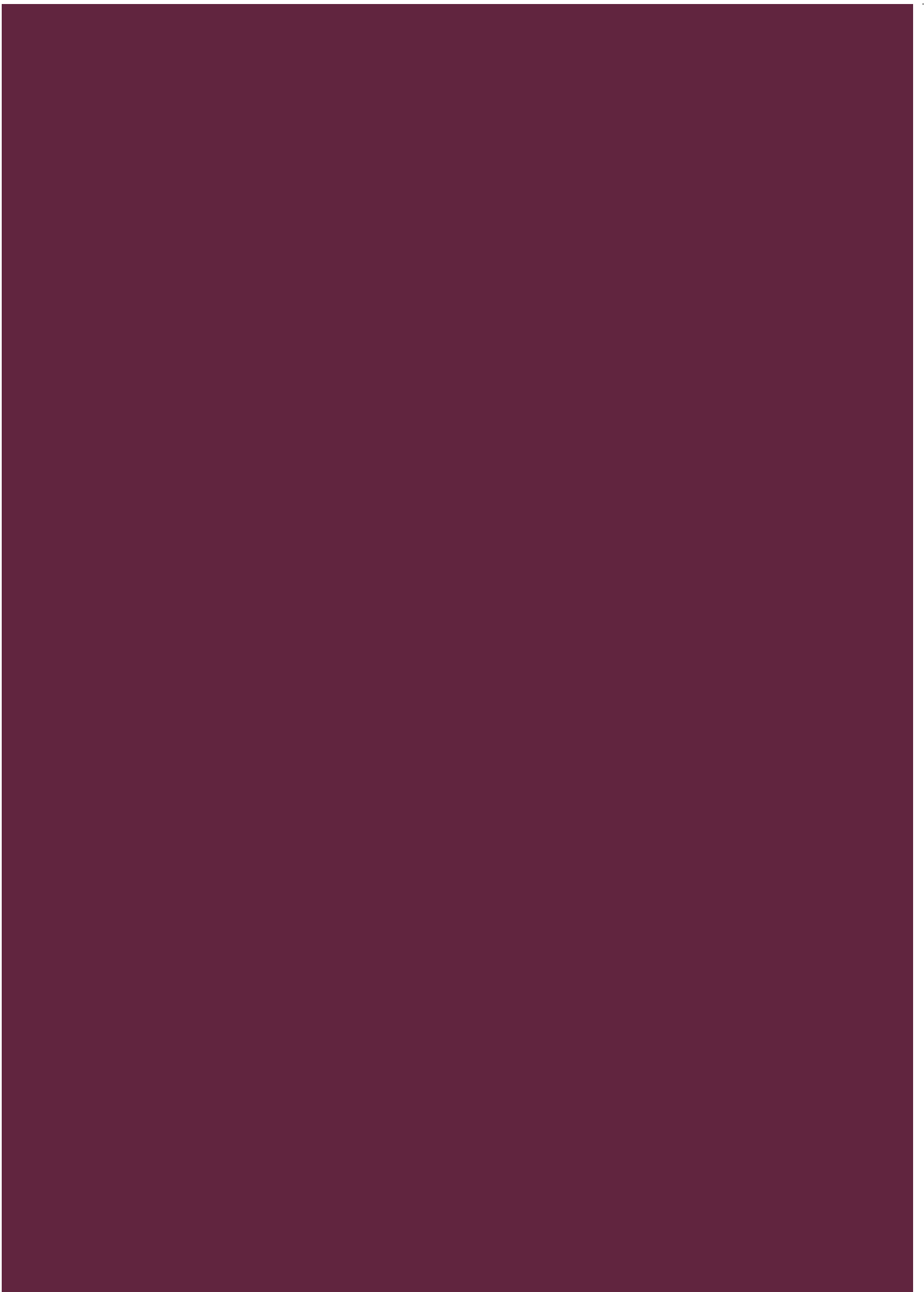
Portanto, as oportunidades aparecem para todos, porém os vencedores são aqueles que não contam com a sorte e estão preparados para não deixá-las escapar.

Então, mãos à obra e ótimos estudos.

### Técnico em Eletromecânica

MÓDULOS	UNIDADES CURRICULARES	CARGA HORÁRIA	CARGA HORÁRIA DO MÓDULO
Básico	Fundamentos Elétricos	100 h	300 h
	Fundamentos Mecânicos	200 h	
Específico I	Montagem de Sistemas de Controle e Acionamentos Eletromecânicos	100 h	300 h
	Montagem de Sistemas Elétricos	100 h	
	Montagem de Sistemas Mecânicos	100 h	
Específico II	Manutenção de Sistemas de Controle e Acionamentos Eletromecânicos	100 h	300 h
	Manutenção de Sistemas Elétricos	100 h	
	Manutenção de Sistemas Mecânicos	100 h	
Específico III	Desenvolvimento de Projetos de Sistemas Eletromecânicos	300 h	300 h
Total			1200 h







O presente capítulo tem por objetivo orientá-lo a utilizar a Pesquisa Aplicada como aliada no desenvolvimento de suas capacidades técnicas comunicacionais e organizativas e, conseqüentemente, do aperfeiçoamento do seu perfil profissional Técnico em Eletromecânica.

As primeiras seções compreendem conceitos metodológicos e de pesquisa, trazem orientações fundamentais para que você possa organizar e transmitir, com clareza, dados e informações técnicas e consiga identificar as normas aplicáveis à elaboração de relatórios.

Na sequência, a análise e a organização de dados e informações provêm subsídios<sup>1</sup> para ajudá-lo a interpretar dados e informações de textos técnicos, tais como, manuais, tutoriais, tabelas, normas, procedimentos, entre outros documentos que contenham informações relacionadas à eletromecânica.

Para iniciar o estudo deste capítulo, serão propostas as seguintes perguntas: Você já se deparou com um problema em que precisou pesquisar, tomar decisões e justificá-las? Nesse caso, baseou-se em seus próprios conhecimentos ou buscou o conhecimento científico e informações técnicas mais precisas? De que modo realiza e organiza as suas pesquisas e como as disponibiliza para consulta? Ao fazer seus relatórios, leva em conta aspectos técnicos e científicos?

Os desafios para responder a essas perguntas é o convite para que você avance rumo às respostas que irão refletir o nível de compreensão alcançado sobre a importância da Pesquisa Aplicada na produção e utilização do conhecimento científico na sua área de atuação.

---

<sup>1</sup> Que pode ser utilizado numa análise ou estudo; dados ou informações: é necessário receber os subsídios para dar andamento ao processo.

## 2.1 METODOLOGIA CIENTÍFICA - ABNT

A Pesquisa Aplicada, que remete ao tema deste capítulo, tem por objetivo gerar conhecimentos que possam ser colocados em prática para resolver problemas específicos. Em uma visão mais ampla, a pesquisa é o procedimento científico de investigar e analisar criticamente fatos, princípios ou problemas teóricos ou práticos. Nas palavras de Marconi (2011, p. 1), é o “procedimento reflexivo<sup>2</sup> sistemático, controlado e crítico, que permite descobrir novos fatos ou dados, relações ou leis, em qualquer campo do conhecimento”. É, portanto, a possibilidade de trilhar um caminho que levará ao conhecimento de uma nova realidade ou mesmo à descoberta e à reflexão sobre fatos até então desconhecidos.

Toda a revolução científica ocorrida nos séculos XVI e XVII com os grandes filósofos, físicos, matemáticos, enfim, grandes cientistas e pensadores, propiciou o surgimento do método científico, que permeia todo o universo investigativo de hoje. Conforme atesta Cervo (2007, p. 4), “no século XX, a ciência, com seus métodos objetivos e exatos, desenvolveu pesquisas em todas as frentes do mundo físico e humano, atingindo um grau de precisão surpreendente não só na área das navegações espaciais e de transplantes, como nos mais variados setores da realidade”. Conforme ilustra a figura a seguir, as pesquisas nas áreas da física e da química tem contribuído grandemente para o tratamento e a cura de diversas patologias que até pouco tempo não ofereciam chances de cura ou até mesmo tratamento, bem como o desenvolvimento de materiais para ferramentas de usinagem, materiais para manufatura aditiva, tratamentos superficiais, óleos lubrificantes, óleos refrigerantes etc.

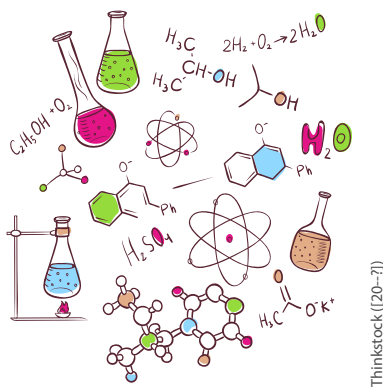


Figura 1 - Áreas de conhecimento e pesquisa

Ainda de acordo com Cervo (2007), durante o século atual, alguns paradigmas<sup>3</sup> deverão ser superados por conta do legado científico que nos trouxe até aqui e que certamente ampliará suas fronteiras. Para isto, o trabalho científico sempre contará com teorias e conceitos como ponto de partida, para uma constante investigação, baseada em processos metodológicos. Em outras palavras, é preciso sempre manter o rigor científico, para que os indivíduos possam conhecer e se apoderar da realidade por meio do estudo e da investigação permanentes.

2 Que pode ser utilizado numa análise ou estudo; dados ou informações: é necessário receber os subsídios para dar andamento ao processo.

3 Modelo; exemplo utilizado como padrão a ser seguido; norma.

A Metodologia Científica “[...] é um conjunto de abordagens, técnicas e processos utilizados pela ciência para formular e resolver problemas de aquisição objetiva do conhecimento, de uma maneira “sistemática.” (RODRIGUES, 2007, p. 01). Em outras palavras, tem por objetivo propor métodos, técnicas e orientações que permitam ao pesquisador coletar, pesquisar, organizar, classificar, registrar, interpretar e apresentar os dados e informações obtidos em sua pesquisa, facilitando a maior aproximação possível com a realidade.

O padrão metodológico com as regras que gerenciam e formatam documentos de modo a organizá-los e torná-los unificados e sistematizados para apresentação é estabelecido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).



A ABNT foi fundada em 1940 e é responsável pela normalização técnica no Brasil. Reconhecida como único Foro Nacional de Normalização através da Resolução nº 07, de 24.08.1992 do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (CONMETRO).

Um exemplo de gerenciamento e organização sistematizada de informações é o relatório técnico-científico, documento corriqueiro na área técnica, que tem sua formatação descrita na NBR 10719. Considerado um documento formal, pode conter informações sobre o andamento de uma investigação científica, ou sobre a execução de serviços ou ainda de experiências realizadas por conta de uma questão técnica que esteja sendo objeto de verificação na empresa.

Normalmente, um relatório técnico-científico fornece informações a um leitor qualificado, que esteja a par do assunto tratado. Por isso, em geral, fornece conclusões e faz recomendações, além de, inclusive, conter anexos como tabelas, gráficos, entre outros.

Para escrever um relatório, é relevante que se determine o porquê e a forma como este será desenvolvido. Em seguida, são coletadas e organizadas as informações para que, então, estas possam ser redigidas. Quando se tratar de um relatório científico, parte-se da escolha de um tema, seguido de uma pesquisa bibliográfica para obtenção de informações e da compreensão de fenômenos e conceitos. Se necessário, pode-se realizar procedimentos experimentais com o objetivo de obter ou esclarecer informações. A estrutura de um relatório técnico-científico deve contemplar itens como: capa, folha de rosto, resumo (objetivo, comentário sobre os tópicos, descrição dos experimentos, resultados e principais conclusões), lista de símbolos/abreviaturas/ilustrações, sumário, introdução (tema/objetivos/justificativa), revisão bibliográfica, metodologia (resultados e sua discussão), conclusões e/ou recomendações, referências bibliográficas, anexos, agradecimentos, ficha de identificação do relatório.



Para obter informações mais detalhadas sobre a estrutura e formatação de Relatórios Técnicos-Científicos, Consulte a NBR 10719/2011.

## 2.2 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Há várias técnicas de pesquisa que se classificam segundo critérios relacionados ao procedimento (como fazer) ou a própria natureza (tipo) da pesquisa. Entretanto, seja qual for a área ou a natureza da pesquisa escolhida, é necessário o embasamento teórico que se obtém pela pesquisa nos referenciais teóricos, ou seja, em livros e/ou outros documentos em que se encontram informações sobre o assunto pesquisado.

Também chamada pesquisa de fontes secundárias, a pesquisa bibliográfica abrange tudo o que foi escrito e publicado, tais como livros, trabalhos científicos (artigos, teses<sup>4</sup> e dissertações<sup>5</sup>), revistas, jornais, entre outros. Seu objetivo é buscar respostas para a solução de problemas, ou ainda, por meio da análise, reforçar e dar embasamento a algo que esteja sendo proposto pelo pesquisador. A pesquisa bibliográfica pode ser:

- a) em material impresso escrito (jornais, revistas);
- b) em meios audiovisuais (rádio, filmes, televisão);
- c) em material cartográfico (mapas, gráfico);
- d) em publicações (livros, teses, monografias, dissertações, publicações avulsas).

Cervo (2007, p. 61) assim esquematiza a tipologia da pesquisa bibliográfica:

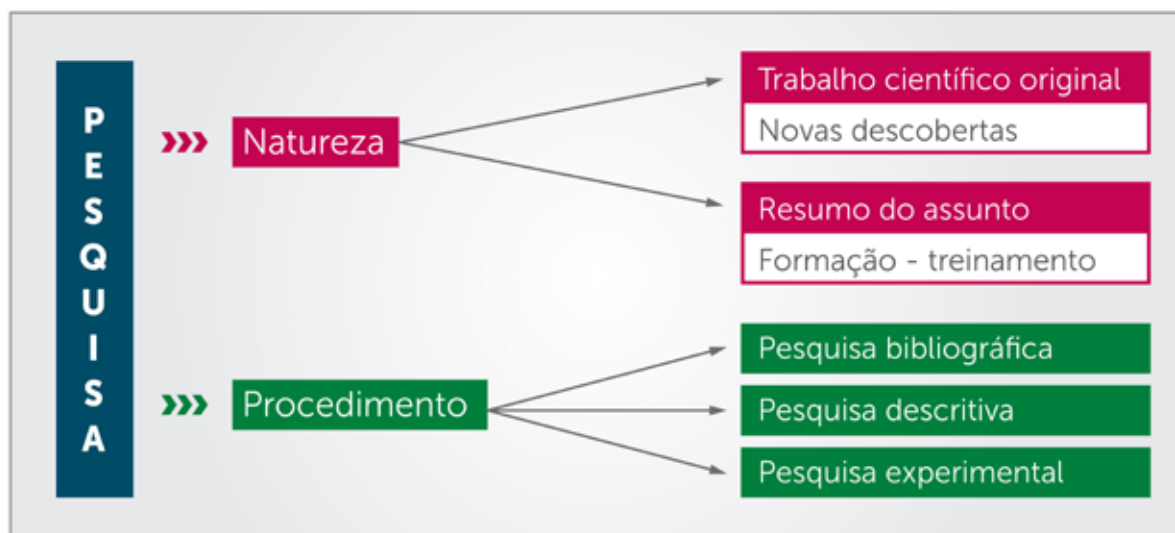


Figura 2 - Tipologia da pesquisa bibliográfica  
Fonte: (CERVO, 2007)

Aline da Silva Regis (2015)

4 Documento que apresenta o resultado de um trabalho experimental ou exposição de um estudo científico (investigação original) de tema único. É feito sob a coordenação de um orientador (doutor) e visa a obtenção do título de doutor, ou similar.

5 Documento que apresenta o resultado de um trabalho experimental ou exposição de um estudo científico retrospectivo, com o objetivo de reunir, analisar e interpretar informações. É feito sob a coordenação de um orientador (doutor), visando a obtenção do título de mestre.

Como é possível observar no esquema apresentado na figura anterior, a pesquisa bibliográfica pode ser realizada isoladamente ou aliada a qualquer outra técnica de pesquisa. Basicamente, todo e qualquer procedimento de pesquisa recorre a diversas bibliografias para buscar “[...] conhecer e analisar as contribuições culturais ou científicas do passado sobre determinado assunto, tema ou problema.” (CERVO, 2007, p. 60). Por isso, deve-se entender a pesquisa bibliográfica como a base, o primeiro passo, para os estudos e para a realização de trabalhos científicos.

### 2.3 PESQUISA DE CAMPO

O objetivo desta técnica de pesquisa é obter informações ou conhecimentos sobre características ou fatos que ocorrem com um determinado grupo de indivíduos, animais, objetos que possam representar uma parcela significativa de um conjunto, ou ainda em um determinado espaço, e que interessem ao investigador estudar as suas relações de causa e efeito e suas variáveis: registra-se, analisa-se e correlacionam-se fatos ou fenômenos.

A pesquisa de campo pode ser:

**Descritiva:** tenta descobrir, com a maior precisão possível, a frequência com que um fenômeno acontece e sua relação com outros acontecimentos, e também a natureza e as características deste fenômeno. (Gil, 2010, p. 27).

**Exploratória:** descreve com precisão uma situação e procura descobrir as relações existentes entre seus elementos e componentes. (Gil, 2010, p. 27).

**Experimental:** manipula diretamente as variáveis para estudar a relação entre as causas e os efeitos de determinado fenômeno. Aplicada em campo e em laboratório. (Gil, 2010, p. 31).

Conforme ilustra a figura a seguir, outro ponto importante é a apresentação dos dados e informações coletados pelo investigador ao público alvo interessado. A apresentação através de gráficos evidencia fortemente valores, percentuais e tendências sobre as causas e efeitos do assunto em estudo.

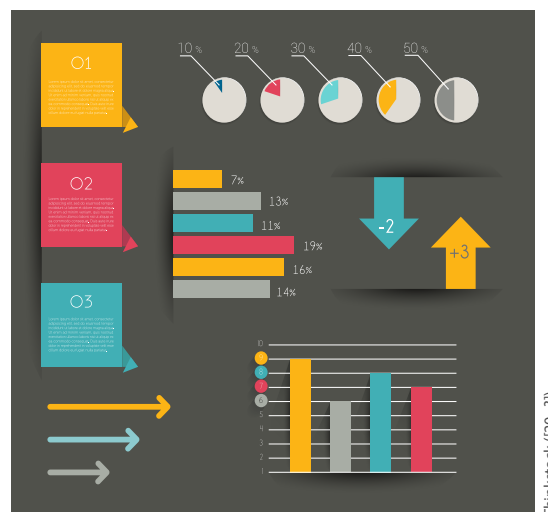


Figura 3 - Exemplo de gráfico

**FIQUE ALERTA**

Variável é a característica de interesse que é medida em cada elemento da amostra ou população. Como o nome diz, seus valores variam de elemento para elemento. As variáveis podem ter valores numéricos ou não numéricos.

De acordo com Marconi (2011, p. 69):

As fases da pesquisa de campo requerem, em primeiro lugar, a realização de uma pesquisa bibliográfica sobre o tema em questão [...] para se saber em que estado se encontra atualmente o problema, que trabalhos já foram realizados a respeito e quais são as opiniões reinantes sobre o assunto [...] permitirá que se estabeleça um modelo teórico inicial de referência, da mesma forma que auxiliará na determinação das variáveis e elaboração do plano geral da pesquisa.

A pesquisa de campo requer a definição da forma como será feita a coleta de dados e como será determinada a amostra, ou seja, como será representada uma parte de um todo investigado. É importante também definir como os dados coletados serão registrados, de modo a permitir uma análise mais adequada das informações.

## 2.4 ANÁLISE DE DADOS E INFORMAÇÕES

Sequencialmente à coleta de dados, faz-se necessário tabulá-los, à mão, mecânica ou eletronicamente. O uso de um *software* pode ser bastante interessante no sentido de propiciar economia de tempo, agilizar o processo e permitir maior confiabilidade, pela redução da margem de erro.

Mas, afinal, o que é tabular dados? É a organização que se dá às informações coletadas: leitura, contagem, organização. Há livros que trazem informações bastante detalhadas para que se realize uma tabulação e posterior interpretação de dados adequada.

**SAIBA MAIS**

Para saber mais sobre organização de dados e informações, consulte o livro: *Técnicas de Pesquisa: Planejamento e Execução de Pesquisas, Amostras e Técnicas de Pesquisa, Elaboração, Análise e Interpretação de Dados*, de Marina de Andrade Marconi.

A análise de dados, propriamente dita, busca relacionar aquilo que se investigou dentro de uma realidade e, a partir disso, estabelecer ideias que vão convergir com as hipóteses iniciais, teorias, como, por exemplo, o que causa uma determinada situação e qual é o efeito que resulta disso. Marconi (2011, p. 22) orienta que “[...] mesmo com dados válidos, é a eficácia da análise e da interpretação que determinará o valor da pesquisa.”

Portanto, a análise de dados de uma pesquisa permite ao pesquisador verificar mais detalhadamente as informações (dados) obtidas durante a investigação e, assim, conseguir mais respostas para as suas perguntas iniciais. Dessa forma, por meio da análise, suas hipóteses poderão ser ou não comprovadas e seu trabalho de pesquisa devidamente validado.

## 2.5 ORGANIZAÇÃO DE DADOS E INFORMAÇÕES: TABELAS, GRÁFICOS, ORGANOGRAMAS, PLANILHAS

A organização de dados é fundamental para que o pesquisador confirme ou não suas expectativas a partir das respostas obtidas durante a investigação. Lembre-se de que a pesquisa bibliográfica é fundamental, para não incorrer no erro de interpretar os dados com base em posições exclusivamente pessoais.

Existem diferentes modos para reunir informações sobre algo pesquisado. Pode-se contar, medir, perguntar ou observar e descrever o que se vê. Tais dados reunidos nada mais são que as informações que se obtém em um trabalho de investigação. Então, a partir do tipo de representação que se escolhe para demonstrá-los, conforme o tipo de dados e/ou informações, deve-se optar entre ferramentas como planilhas, gráficos, organogramas e tabelas, que facilitam e viabilizam o seu entendimento e interpretação.



### CURIOSIDADES

Para Galileu e Bacon, no século XVII, defendiam que a fonte do conhecimento somente poderia ser obtida através da experimentação, onde era necessário montar, construir e medir o objeto de estudo.

Imagine a seguinte situação: Ao chegar a uma unidade do SENAI de sua cidade, logo no mural de entrada do prédio, você visualiza um cartaz com os seguintes dados: “Em 2007, eram 740 estudantes matriculados; em 2008, 755; em 2009, 770; em 2010, 780; e, em 2011, 820”.

Perceba que tais números, assim escritos, não conseguem demonstrar claramente os dados apresentados. Afinal, houve um aumento no número de estudantes matriculados ou não? Apresentado esses números em forma de gráficos ou tabelas, essas informações ficariam imediatamente claras para você. Veja como ficam essas informações em um gráfico:

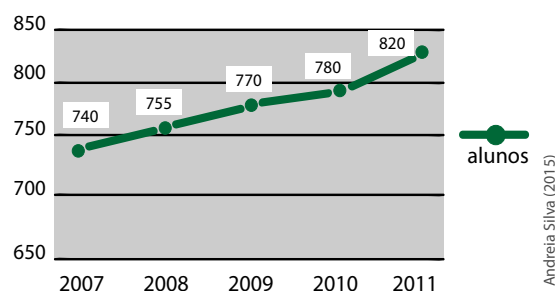


Figura 4 - Evolução do número de alunos matriculados na escola  
Fonte: Adaptado de (FERNANDA SALLA, 2011, p. 246)

## Tabelas

São representações numéricas e codificações, dispostos em uma determinada ordem, conforme as variáveis analisadas sobre um fenômeno. É recomendável que a tabela:

- a) seja suficientemente completa para ser entendida, dispensando consulta ao texto;
- b) contenha somente os dados necessários ao seu entendimento;
- c) seja estruturada da forma mais simples e objetiva;
- d) inclua os dados logicamente ordenados;
- e) apresente dados, unidades e símbolos consistentes com o texto;
- f) apresente-se intercalada com o texto, para que a sua visualização faça sentido com a leitura;
- g) apresente números absolutos ou percentuais, mas não frações;
- h) apresente os dados com o mesmo tipo e tamanho de letras do texto, ou reduzidos a um limite que não prejudique a sua leitura, mas nunca aumentados.



### FIQUE ALERTA

As tabelas podem ser apresentadas em anexo, quando muito extensas, para facilitar a sua leitura. No caso de ultrapassar uma página, a parte inferior não deve ser fechada e deve-se indicar "continua" no canto inferior da página.

Os elementos essenciais na composição de uma tabela são:

- a) número: serve para indicar quando houver mais de uma tabela sendo apresentada precedido pela palavra Tabela; ambos devem ser grafados em negrito e localizados no topo da tabela;
- b) título: indica todo o conteúdo da tabela, de modo claro e conciso;
- c) cabeçalho: parte superior da tabela que indica o conteúdo das colunas;
- d) colunas indicadoras: espaço vertical que especifica o conteúdo das linhas;
- e) casas: cruzamento de uma linha com uma coluna, onde são indicados os dados e informações.

Os elementos complementares na composição de uma tabela são:

- a) fonte: Indica a empresa, entidade ou órgão responsável pelo fornecimento dos dados, ou a referência ao documento de onde foram extraídos.

Deve constar no rodapé da tabela; notas e chamadas: esclarecimentos gerais ou específicos do conteúdo da tabela. Devem figurar no rodapé da tabela logo abaixo da fonte.

TABELA Nº 1		TABELA PARA SELEÇÃO DA FOLGA RADIAL DOS ROLAMENTOS AUTOCOMPENSADORES									
Diâmetro nominal de furo do rolamento d (mm)		Folga Radial									
		C2		CN (Normal)		C3		C4		C5	
Acima de	Inclusive	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
2,5	6	0	7	2	13	8	23	—	—	—	—
6	10	0	7	2	13	8	23	14	29	20	37
10	18	0	9	3	18	11	25	18	33	25	45
18	24	0	10	5	20	13	28	20	36	28	48
24	30	1	11	5	20	13	28	23	41	30	53
30	40	1	11	6	20	15	33	28	46	40	64
40	50	1	11	6	23	18	36	30	51	45	73
50	65	1	15	8	28	23	43	38	61	55	90

FONTE: DADOS RETIRADOS DO CATÁLOGO DE ROLAMENTOS DA NACHI

ANTES DE SELECIONAR A FOLGA RADIAL DO ROLAMENTO, DEVEMOS EFETUAR UMA ANÁLISE DO CONJUNTO, PARA VERIFICAR SE O MESMO NÃO SERÁ AFETADO POR CONDIÇÕES DO AMBIENTE, COMO POR EXEMPLO A IRRADIAÇÃO DE CALOR.

Figura 5 - Tabela para seleção do diâmetro mínimo de uma polia  
Fonte: do Autor

## Gráficos

Um gráfico pode facilitar muito a compreensão de informações descritas linearmente. É uma representação dinâmica e consegue demonstrar tendências de um modo mais eficiente em termos de visualização e sinalização.

Deve-se optar por uma forma ou outra de representação dos dados, isto é, não utilizar tabela e gráfico para uma mesma informação. O gráfico bem construído pode substituir, de forma simples, rápida e atraente, dados de difícil compreensão na forma tabular. A escolha do tipo de gráfico (barras, lineares, de círculos, entre outros) está relacionada ao tipo de informação a ser ilustrada.

a) Gráficos de linhas ou lineares: Em geral, mostram como algo mudou no transcurso de um período de tempo. Adequado para dados crescentes e decrescentes: as linhas unindo os pontos enfatizam movimento. Possui uma versão chamada gráfico de linha quebrada: segmentos de retas que se conectam por meio de pontos. Ao unir os extremos, os segmentos parecem uma linha quebrada. A seguir temos um exemplo de aplicação do gráfico de linhas, onde está sendo realizado o acompanhamento do consumo de óleo refrigerante do processo de usinagem. Com este acompanhamento pode-se por exemplo, consultar o histórico e verificar desvios no consumo e traçar ações de melhoria, manutenção etc.

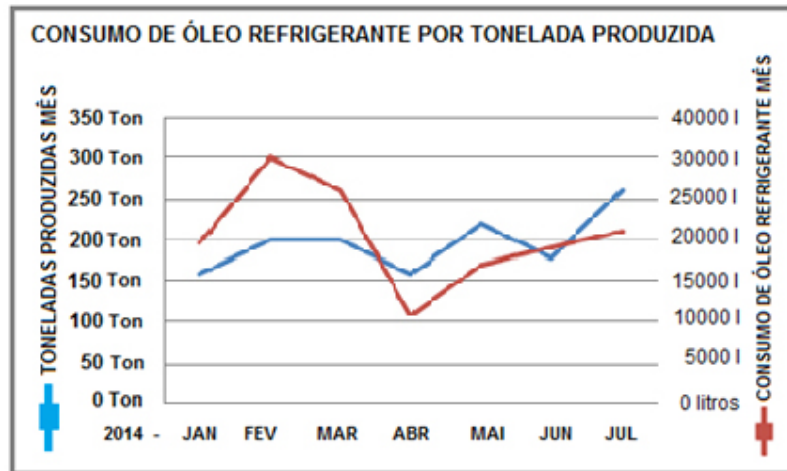


Figura 6 - Exemplo de gráficos de linhas  
Fonte: do Autor

b) Gráficos de círculos: Usados para dados proporcionais. Serve para confrontar as partes integrantes de um total. Os valores são colocados em um círculo, no qual o total equivale a uma amplitude de 360°. Divide-se a área do círculo em setores proporcionais aos valores que se quer representar. Na figura a seguir, podemos observar um exemplo da utilização do gráfico de círculo, onde é realizado a estratificação dos custos de manutenção do período, em uma prensa específica.

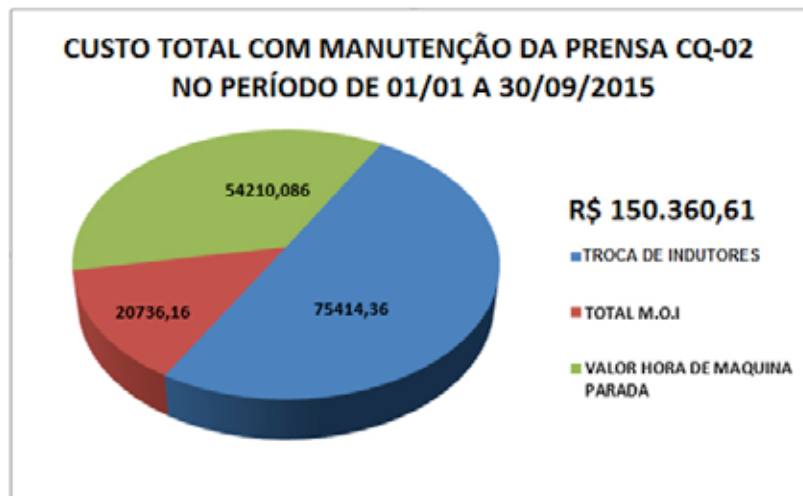


Figura 7 - Exemplo de gráficos de círculo  
Fonte: do Autor

c) Gráficos de barras: Para estudos temporais. Mostram as informações de um modo que facilita visualizar as comparações. O título descreve qual é o tipo de informação que representa. Cada barra tem um rótulo. As unidades mostram como se contou ou mediu algo. Observe no exemplo a seguir, a utilização do gráfico de barras para efetuar a estratificação dos custos de manutenção por tipo e por fábricas de fixadores.

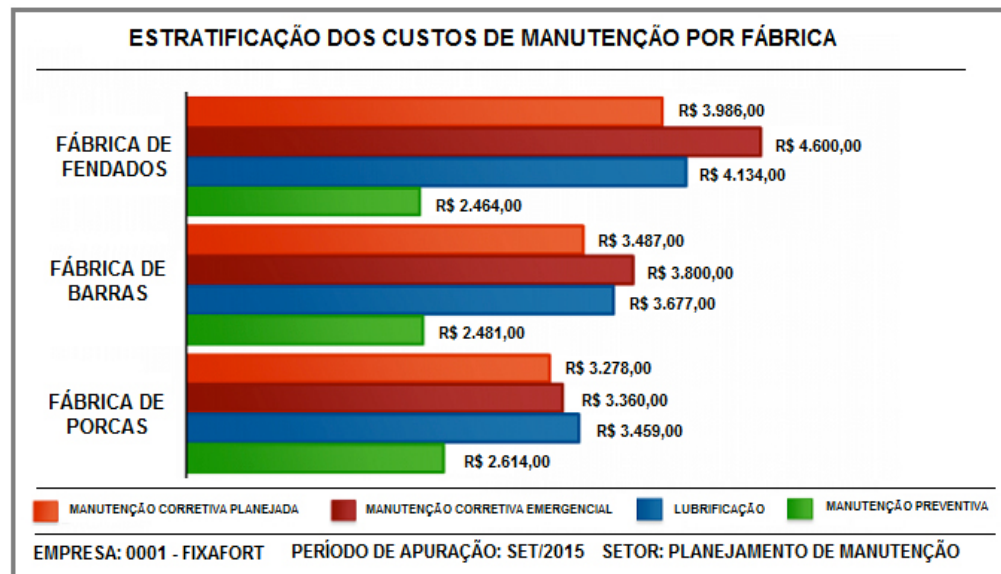


Figura 8 - Exemplo de gráficos  
Fonte: do Autor

## Organogramas

É uma ferramenta estrutural que serve para ilustrar, de forma clara, cada departamento da empresa e seus colaboradores em questão, com o intuito de esclarecer dúvidas de clientes, parceiros e fornecedores. É a representação gráfica da empresa e, portanto, funciona como a planta da corporação.

Pelo organograma interno de uma empresa, é possível localizar a hierarquia estabelecida entre os diferentes cargos/funções e a dos demais colaboradores. É um modo de visualizar e entender quais crescimentos são possíveis em uma carreira. Externamente, por exemplo, ao observar um organograma de uma empresa parceira em negócios, pode-se saber quem é responsável por um determinado departamento com o qual se deseja falar. "Não são gráficos no sentido próprio da palavra, porque não servem para comparar quantidades, mas para representar esquematicamente os diversos órgãos de uma administração: comercial, governamental, educacional, industrial, etc." (MARCONI, 2011, p. 206).

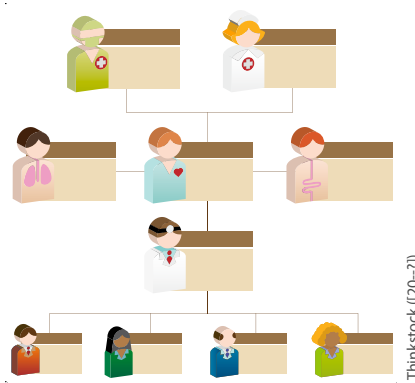


Figura 9 - Exemplo de organograma

## Planilhas

Uma planilha é uma tabela cujo objetivo é organizar e demonstrar dados, de modo ágil, para uma consulta financeira ou administrativa. As planilhas podem ser elaboradas em computador e, neste caso, passam a ser eletrônicas.

Uma planilha eletrônica, também conhecida como folha de cálculo, é um tipo de programa de computador que utiliza tabelas para realização de cálculos ou apresentação de dados. Se diz eletrônica, por permitir a construção e gravação em meios magnéticos, o que possibilita a recuperação e alterações eficientes, confiáveis e velozes, além de impressão.

Na planilha, cada tabela é formada por uma grade composta de linhas e colunas e a intersecção<sup>6</sup> de uma linha com uma coluna é denominada de célula, que é a unidade básica da planilha, na qual ficam armazenados os dados. Cada célula possui um endereço próprio, formado pela letra da coluna e pelo número de linha.



### CURIOSIDADES

As planilhas foram um dos motivos do sucesso dos microcomputadores no início da década de 1980, principiando com a Visicalc, depois o Lotus 123, que foi a planilha mais utilizada até a criação do ambiente gráfico Windows (1985), quando então o Excel dominou o mercado.



## CASOS E RELATOS

### Organograma para organizar ou para cumprir uma norma?

Em uma determinada empresa, cujo objetivo era a fabricação e comercialização de tubos e conexões, juntamente com outras medidas para melhoria, organização e padronização de procedimentos, foi adotado um organograma. Tudo parecia funcionar bem até aquele momento, mas, após a adoção do organograma, a comunicação hierárquica mudou e passaram a ter um problema comercial: os vendedores passavam seus pedidos ao supervisor de vendas, porém, quando precisavam entregar o produto aos seus clientes, tais pedidos não estavam prontos.

<sup>6</sup> Ponto estabelecido em que se transpõem ou cruzam duas linhas, planos e/ou superfícies.

Ao analisar o processo hierárquico que os pedidos percorriam, observou-se que o supervisor de vendas não se comunicava diretamente com o chefe da produção, pois esse funcionário estava orientado a fazer todos os comunicados por escrito ao assistente de gerência. O organograma refletia, de fato, a hierarquia, mas não levava em conta a necessidade comercial e, além disso, burocratizava o processo.

Após a constatação do problema, foi sugerido e acatado que as linhas de comunicação entre o chefe de produção e o supervisor de vendas passassem a acontecer de forma direta. Para formalizar esta alteração, foi necessária uma reorganização no organograma da empresa.

---



## **RECAPITULANDO**

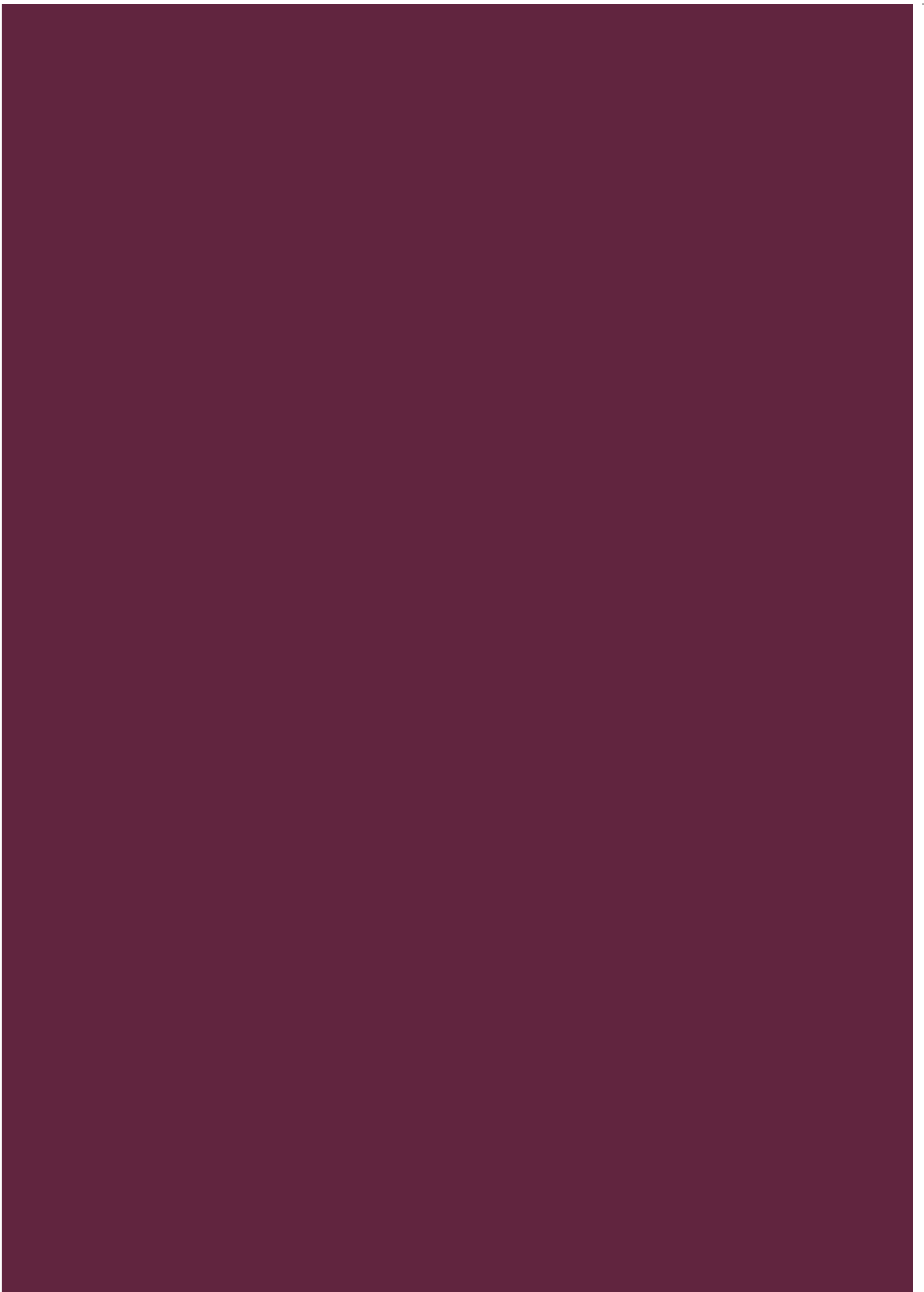
---

Este capítulo orientou sobre o uso da Pesquisa Aplicada como ferramenta para desenvolver suas capacidades técnicas comunicacionais e organizativas, com o objetivo de torná-lo apto a realizar pesquisas utilizando procedimentos científicos.

Ao abordar conceitos metodológicos e de pesquisa, buscou-se orientá-lo quanto a organização e transmissão de dados e informações técnicas com clareza e objetividade, observando-se normas aplicáveis para a elaboração de documentos, com destaque para os relatórios técnicos científicos.

Também foram relacionadas à pesquisa aplicada, e mencionadas nesse capítulo, ferramentas como tabelas, gráficos e organogramas, como modelos científicos utilizados para tornar mais acessíveis e atraentes, em termos visuais, os dados e informações, facilitando a sua compreensão e a identificação dos pontos mais relevantes.

---





A informática está inserida em vários segmentos. O uso da tecnologia para informática vem trazendo avanços significativos em vários aspectos, o que se torna muito necessário para o mercado de trabalho. Mas, como é inserida a informática na área industrial? Bom, assim como no meio comercial e no gerenciamento de TI (tecnologia da informação), na indústria, o recurso é utilizado a fim de, através do uso apropriado, auxiliar na formação de registros, controles, sistemas estatísticos, facilitando a tomada de decisão. Desta forma, é possível ver os efeitos nos resultados da empresa, facilitando em diferentes processos de gestão e comunicação.

Desta forma, ao término deste capítulo, você poderá apropriar-se dos princípios das tecnologias de informação e da comunicação, que o auxiliarão na resolução de problemas, fazer proposta de soluções, tomar decisões, entre outras possibilidades. O técnico na área industrial deve ter uma base sólida em recursos de informática, o que contribui para seu destaque no mercado de trabalho.

## 3.1 INFORMAÇÃO E INFORMÁTICA

Estamos vivendo na era da tecnologia e nunca estivemos tão dependentes dela como nos dias atuais. A informação, como a conhecemos, é transmitida quase que instantaneamente através da internet em sites de notícias e redes sociais, tais como *Facebook*, *Twitter*, *MySpace*. Conhecer e saber dominar essas tecnologias se tornou um desafio, pois sua aplicabilidade e inovação se tornaram constantes. Sendo assim, materiais de ensino, como esse livro didático, os auxiliarão nesse aprendizado.

### 3.1.1 CONCEITO

A informática auxilia o ser humano em tarefas que são capazes de potencializar a comunicação. Portanto, é uma ferramenta de mediação que tem como objeto estudar o trato da informação por meio de um computador. É aplicada em várias áreas como, por exemplo, arte, música, gerenciamento, robótica, fabricação mecânica etc., para consulta e armazenamento de informação.

A informática ficou mais popular no final do século XX, cujo uso era restrito para processos industriais e militares. Posteriormente, passou a estender-se para o uso doméstico.

A informação é um conjunto de dados organizados. Desta forma, podemos dizer que confere significado ou sentido para entendimento humano. A partir da informação, é possível fazer a resolução de problemas e uma melhor tomada de decisão, levando em conta a racionalização com base em conhecimento.

### **Hardware**

*Hardware* é toda parte física de um computador, ou seja, é tudo aquilo que pode ser tocado pela mão humana. Alguns exemplos de hardware são: HD (*Hard Disk*), Memória, Processador, Gabinete, Placa de Vídeo, Placa-Mãe etc.

O termo *hardware* não se aplica apenas aos computadores, celulares, *smartphones*, *tablets*, mas também a automóveis, pois estes também apresentam componentes que são considerados *hardware*.

### **Software**

*Software* é toda parte lógica de um computador. Todos os aplicativos e programas que existem em um computador são considerados *softwares*, como, por exemplo: Antivírus, Pacotes de Escritório (*Word*, *Excel*, *PowerPoint*), Sistemas Operacionais (*Windows*, *Linux*, *Mac OS* etc.).

Da mesma forma que o *hardware*, o *software* pode ser encontrado em diversos outros dispositivos, como *Smartphones*, *Tablets*, TVs etc.

O *hardware* e o *software* não funcionam isoladamente, portanto eles são a base da computação moderna.

## **3.2 SISTEMAS OPERACIONAIS**

Ao tratar de SO (sistema operacional), é possível relacionar uma coleção de programas que são usados para gerenciar funções através do processador e outros hardwares. Eles também controlam dispositivos e organizam tarefas por escalas.

Os sistemas operacionais são conjuntos de programas responsáveis pelo gerenciamento completo de um computador. São eles que inicializam todo o hardware e fornecem todas as rotinas para que o computador funcione de forma correta, mantendo a integridade do sistema.

Atualmente existem três Sistemas Operacionais principais funcionando nos computadores, porém o mais usado é o *Windows*.

O Linux é um Sistema Operacional *Open Source* (código aberto), ou seja, ele não pode ser comercializado. Seu desenvolvedor, Linus Torvald, o criou para que se tornasse um Sistema Operacional do povo. Já o *Windows* e o *MacOS* são Sistemas Operacionais proprietários, ou seja, para usá-los, é preciso comprar as licenças.

**SAIBA  
MAIS**

Caso queira saber mais sobre o Sistema Operacional da Microsoft, o Windows 8.1, acesse o site. <http://Windows.microsoft.com/pt-br/Windows-8/meet>

**CURIOSI  
DADES**

Você sabia que a Microsoft lançou o Windows 10 depois do Windows 8 sem ter criado o Windows 9? Isso se deve ao fato das versões Windows 95 e 98 serem chamados de Windows 9x e, para evitar confusão, a Microsoft optou por pular o Windows 9.

### 3.2.1 HARDWARE E SEUS PERIFÉRICOS

Como apresentado anteriormente, Hardware é toda parte física de um computador. Já os periféricos são componentes que podem ser conectados aos computadores, como: mouse, teclado, caixas de som, impressora, escâner, microfone etc.

### 3.2.2 SOFTWARES APLICATIVOS E UTILITÁRIOS

A diferença entre aplicativos e utilitários é funcional. O aplicativo é um programa (*software*) que tem por finalidade desempenhar uma tarefa. Já os utilitários são programas utilizados para suprir deficiências dos sistemas operacionais, geralmente fazendo parte de outros programas ou são parte do sistema operacional.

### 3.2.3 CONCEITOS DE SISTEMA OPERACIONAL

O Sistema Operacional tem como finalidade a iniciação de vários processos que precisam ocorrer de forma correta. Dentre esses processos, poderão ser citados arquivos que são atualizados de maneira frequente, ou arquivos que fazem o processamento de dados úteis ao sistema. A partir de um gerenciador de tarefas, é possível fazer vários processos do sistema operacional desde a inicialização. O SO (Sistema Operacional) é uma coleção de programas que faz o start (início) no *hardware*, fornece rotinas básicas para controlar os dispositivos, gerencia as tarefas e mantém o sistema com integridade.

### 3.2.4 ÁREA DE TRABALHO, MEU COMPUTADOR, PAINEL DE CONTROLE

Área de Trabalho, ou *Desktop*, é a primeira tela que aparece quando o computador é inicializado. Nessa primeira tela, aparecem geralmente os ícones e atalhos de alguns programas.

É possível personalizar a área de trabalho, adicionando imagens para que o computador tenha um toque pessoal.



Figura 10 - Área de trabalho Windows 7  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

O atalho Meu Computador leva o usuário ao gerenciador de pastas e arquivos do *Windows*, chamado de *Windows Explorer*. Nele, é possível visualizar todos os arquivos e pastas que estão no computador, além de saber qual é a capacidade em uso e o espaço disponível no HD (*Hard Disk*).

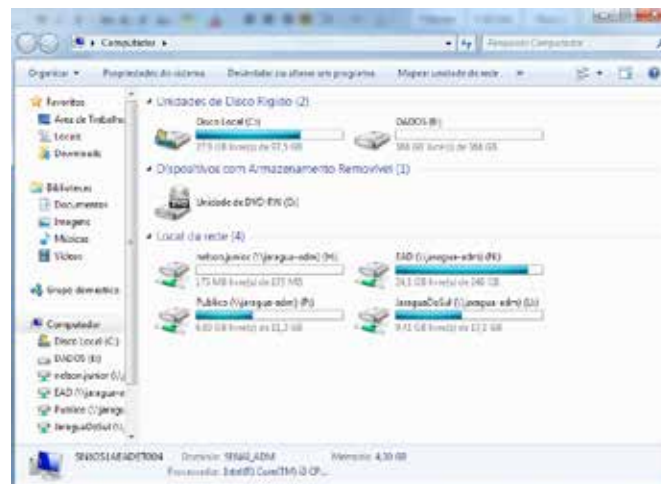


Figura 11 - Meu computador  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

O Painel de Controle é o recurso que oferece todas as possíveis modificações do computador. Nele há opções como, por exemplo:

- programas e recursos: usado para desinstalar algum programa;
- opções de energia: usado para configurar o uso mais eficaz da energia de um *notebook*, por exemplo;

c) data e hora: usado para alterar as propriedades de data e hora do sistema; etc.

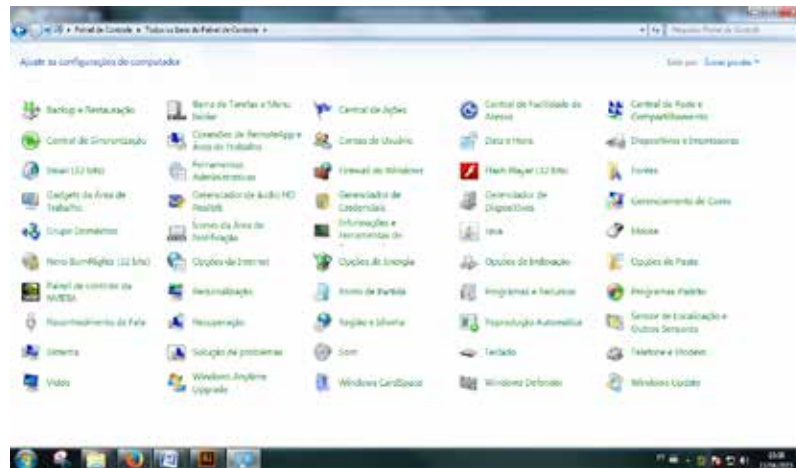


Figura 12 - Painel de controle  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

### 3.2.5 CALCULADORA, JOGOS, RELÓGIO, BLOCO DE NOTAS, AGENDA, FERRAMENTAS DE DISCO

O *Windows* tem diversos recursos que nos auxiliam nas mais variadas situações.

A calculadora é um recurso que sempre esteve presente no *Windows*, desde o seu primeiro lançamento. O *Windows* permite alterar os modos dessa calculadora de básica para científica, para programador ou para estatística.



Figura 13 - Calculadora básica, científica, programador e estatística  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

A opção jogos, assim como a calculadora, está presente no *Windows* desde as suas primeiras versões. Eles servem como uma forma de distração e de relaxamento.

Um recurso simples, porém de excelente ajuda é o Bloco de Notas. Com esse meio, é possível fazer anotações importantes para posterior consulta. Ele é similar aos editores de textos modernos, mas com menos recursos e de simples usabilidade.

A Agenda de Tarefas, nas versões mais novas do *Windows*, permite que se programe o computador para executar alguma tarefa em uma determinada data. Para acessá-lo, utiliza-se o Painel de Controle, Ferramentas Administrativas e, em seguida, selecionar a opção Agendador de Tarefas. Basta adicionar uma tarefa, inserir o dia e hora em que ela deverá acontecer e a mesma estará agendada.

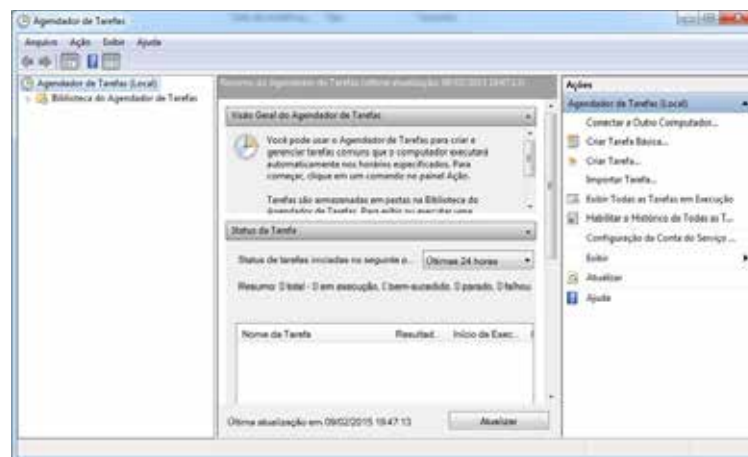


Figura 14 - Agendador de tarefas  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

A opção Ferramenta de Disco serve principalmente para ver a integridade dos HDs, *Pendrives* ou HD Externos. Essa opção serve também para determinar qual letra aparecerá no *Windows Explorer*, reduzir ou aumentar o tamanho dos espaços alocados no disco. Para acessá-lo, deve-se clicar com o botão direito em Meu Computador e, em seguida, escolher a opção Gerenciar.

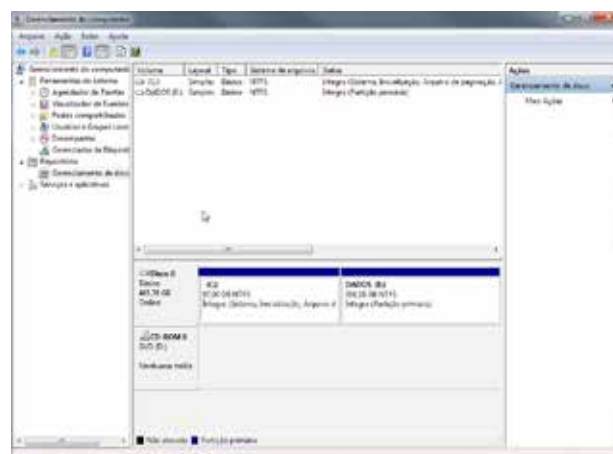


Figura 15 - Ferramenta de disco  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

### 3.2.6 OPERAÇÕES: CRIAR PASTAS; COPIAR, RECORTAR E COLAR; REMOVER E RENOMEAR PASTAS E ARQUIVOS

O Sistema Operacional permite que sejam criadas pastas para que se possa organizar e armazenar os arquivos. Para que isso seja feito, existem várias formas, sendo a mais fácil a de clicar na opção Nova Pasta, que se encontra na parte superior da janela, como demonstrado na figura a seguir.

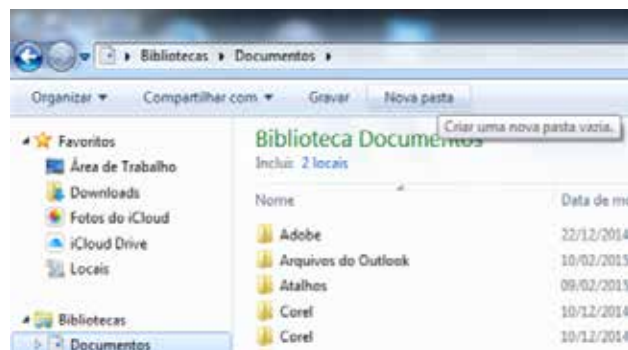


Figura 16 - Nova pasta  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Outro comando importante que os Sistemas Operacionais oferecem é a função recortar e colar. Com este recurso, é possível remover uma pasta ou arquivo de um lugar e levá-lo para outro. Para utilizar esse comando, existem várias formas, mas a mais conhecida e utilizada é o famoso CTRL X e CTRL V, onde o CTRL X -> recorta e o CTRL V -> cola a pasta ou arquivo selecionado. Pode ser usado também o comando que se encontra na barra de ferramentas da janela do *Windows Explorer*, entrando na opção Organizar. Para isso, seleciona-se o arquivo ou pasta, clicar na opção Organizar, Recortar e, em seguida, abrir a pasta onde se deseja colar o arquivo e novamente clique em Organizar, Colar.



Figura 17 - Recortar e colar  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Além disso, existe a função remover ou excluir arquivos e a função renomear, que permite a alteração do nome do arquivo ou pasta.

Essa função também pode ser encontrada na barra de ferramentas da janela do *Windows Explorer*, na opção Organizar. Também é possível utilizar as teclas de atalho que, quando pressionadas, fazem a mesma operação, porém de forma mais rápida. Nesse caso, para excluir um arquivo ou pasta, basta pressionar a tecla DELETE e, para renomear um arquivo ou pasta, basta pressionar a tecla F2. Lembre-se de sempre selecionar o arquivo ou a pasta antes de executar o comando.



Figura 18 - Remover (excluir) e renomear  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

### 3.3 EDITOR DE TEXTO

Editores de texto ou processadores de texto são softwares usados para escrever, formatar e editar textos. Os editores de texto são, dentre muitos programas, os mais usados na informática.

#### 3.3.1 BARRA DE FERRAMENTAS E BARRA DE MENU, LEIATE DE PÁGINA, INSERIR QUEBRA DE PÁGINA, LOCALIZAR E SUBSTITUIR, INSERIR SÍMBOLOS E FIGURAS, TEXTO COLUNADO.

A Barra de Menu era utilizada nas versões mais antigas do pacote *Office da Microsoft* até a versão 2003. Ela continha todas as ferramentas necessárias para realizar as tarefas em um texto, planilha ou apresentação. Atualmente, a Microsoft remodelou o seu pacote *Office*, removendo a barra de menus, deixando apenas a Barra de Ferramentas separadas por guias. Dessa forma, ficou muito mais fácil achar as ferramentas.



Figura 19 - Barra de ferramentas do Word  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Na guia *Layout da Página*, encontram-se todas as ferramentas necessárias para alterar o formato, a cor, o tamanho da página, bem como as alterações no parágrafo do texto.



Figura 20 - Layout da página  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Ao elaborar trabalhos acadêmicos, são cobrados alguns detalhes que podem ser feitos através dessa guia. Por exemplo, a ABNT exige que as margens tenham 3cm nas margens esquerda e superior e 2cm nas margens direita e inferior. Para adequar o documento com as normas da ABNT, basta clicar na ferramenta Margens, Margens Personalizadas e alterar os valores de cada uma das margens.



Figura 21 - Margens  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

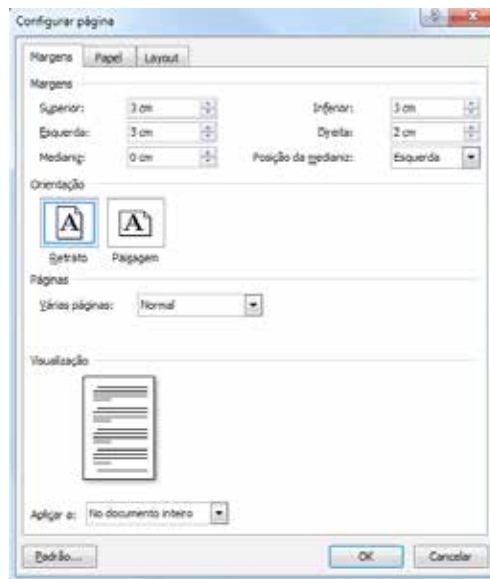


Figura 22 - Ferramenta alterar margens  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Quando o texto termina no meio da página e é necessário continuar na página seguinte, ou se pressiona a tecla ENTER até o cursor chegar à página subsequente, ou se utiliza o comando Quebra de Página. Ao realizar esse procedimento, o texto anterior não sofrerá problemas na formatação. Para usar essa ferramenta, é preciso entrar na guia *Layout* da página, clicar na ferramenta Quebras, e na opção Quebra de Página, selecionar Página. Uma forma mais rápida para utilizar essa ferramenta é usar a tecla de atalho. Para isso, no final do texto, basta pressionar as teclas CTRL + ENTER.



Figura 23 - Ferramenta quebra de página  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Para localizar uma palavra ou uma frase em especial, o *Word* disponibiliza uma ferramenta chamada Localizar, que se encontra na guia Página Inicial, bem no canto direito da barra de ferramentas. Ao selecionarmos essa ferramenta, basta digitar a palavra ou a frase que se quer procurar e o programa a localiza de forma precisa.

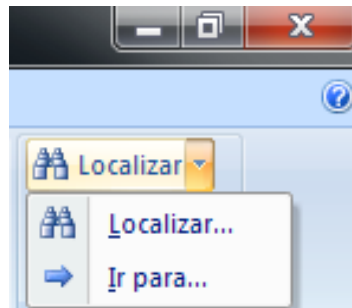


Figura 24 - Ferramenta localizar  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Uma outra função que é tão importante quanto a ferramenta localizar é a ferramenta substituir, com a qual é possível localizar e substituir qualquer palavra no documento. Além disso, inclusive há como substituir espaços a mais em uma frase por apenas um espaço (ocorrência comum quando se copia algum texto de arquivos PDF). Ao invés de apagar espaço por espaço, usa-se o comando Substituir Tudo e a alteração ocorrerá no documento inteiro.

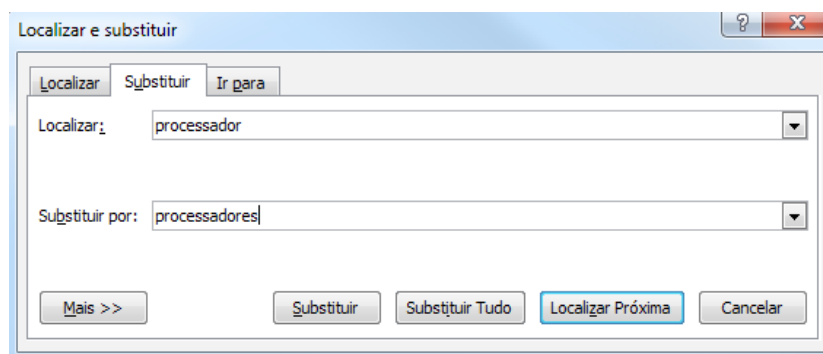


Figura 25 - Ferramenta substituir  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Para inserir no documento uma imagem, um símbolo, um gráfico, um *Clip-Art* ou formas, são utilizadas as ferramentas que se encontram na guia Inserir.



Figura 26 - Guia inserir  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Para dividir um texto em várias colunas em uma só página, usa-se a guia *Layout* da Página. Para utilizá-la, é preciso selecionar todo o texto e, em seguida, a ferramenta Colunas. Você pode escolher uma ou várias colunas.

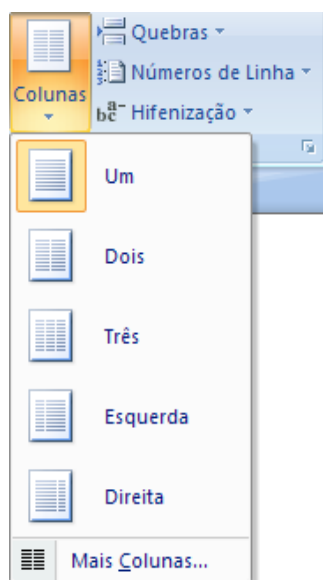


Figura 27 - Colunas  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

### 3.3.2 CAPITULAR, TRABALHANDO COM MODELOS, DIGITAÇÃO DE TEXTO, CARTAS E MEMORANDOS

A ferramenta Capitular era muito utilizada no início dos livros de histórias, aqueles onde tinha a famosa frase: Era uma vez....

Essa ferramenta faz com que a primeira letra do texto fique em duas ou mais linhas. Para utilizá-la, basta selecionar a primeira letra da palavra escolhida e, em seguida, ir à guia Inserir, escolher a ferramenta Letra Capitular e a opção que se deseja.

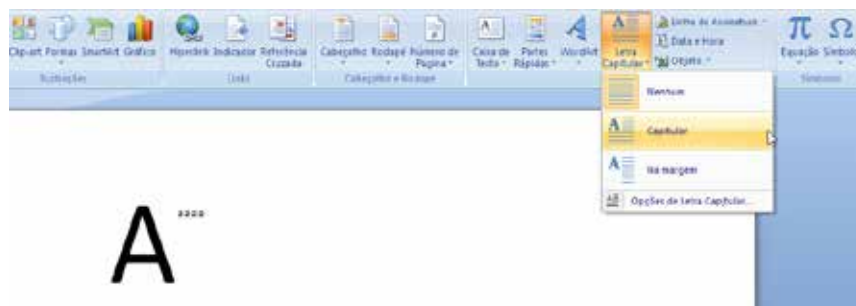


Figura 28 - Letra capitular  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Para facilitar o trabalho, o *Word* permite usar modelos prontos, que podem ser encontrados no próprio *Word* ou baixados da *internet*, em um banco de dados que a *Microsoft* disponibiliza aos usuários. Para utilizá-lo, basta clicar na Guia Arquivo, Novo e, o *Word* dará várias opções de documentos e clique no botão Criar.

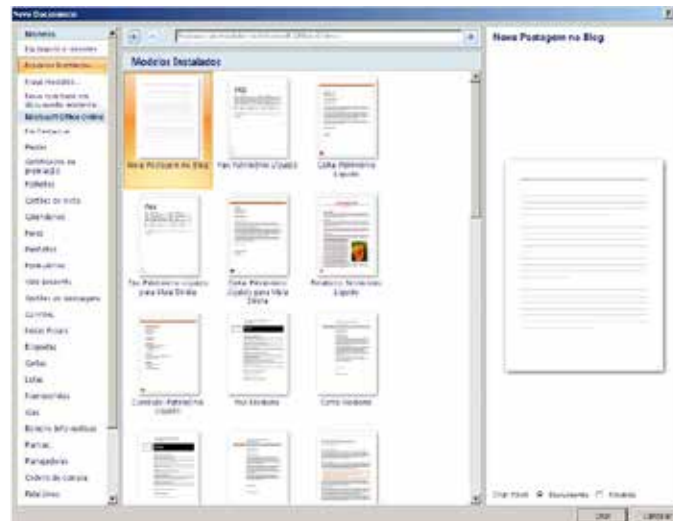


Figura 29 - Modelos de documentos  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Para elaborar documentos que apresentam determinados padrões, como Cartas ou Memorandos, o *Word* também oferece os modelos. Acesse a guia Arquivo, Novo, procure entre os modelos a opção Carta ou Memorando, mas lembre-se de que você precisará estar conectado à internet para fazer o *download* desse modelo, que fica na base de dados da *Microsoft*.

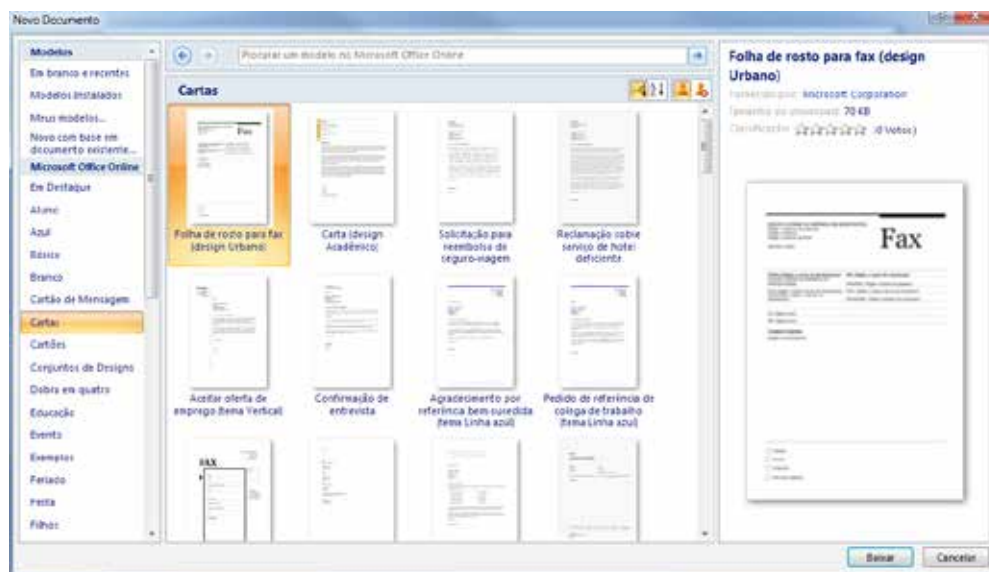


Figura 30 - Modelos de cartas e memorandos  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Como o *Word* é um editor de texto, você poderá utilizá-lo para digitar qualquer texto. Para digitar um texto, não existe segredo! É como usar uma máquina de escrever, com a vantagem de conseguir corrigir erros de digitação que o próprio *Word* indica. Entretanto, você deve verificar se a correção sugerida realmente é adequada à situação.

Lembre-se de deixar apenas um espaço em branco entre cada palavra. As vírgulas, devem ser colocadas coladas logo após a palavra e depois é que se deixa um espaço em branco. O mesmo ocorre com a pontuação, que é colocada ao final da última palavra e depois é dado um espaço ou pressionado a tecla ENTER, caso necessite criar um novo parágrafo.

### 3.3.3 TÉCNICAS DE SELEÇÃO DE TEXTOS, COPIAR, RECORTAR E COLAR

Ao digitar um texto, é possível selecioná-lo, passando o *mouse* sobre a palavra ou frase, clicando no botão esquerdo. Também é possível selecionar um texto deixando o cursor na frente do texto que será selecionado, segurar a tecla SHIFT e pressionar a tecla direcional do teclado (tecla das flechinhas), isso fará com que o texto seja selecionado. Para selecionar o texto completo do documento, basta usar a tecla de atalho CTRL + T, isso fará com que todo o seu texto seja selecionado.

Muitas vezes, é preciso copiar ou recortar um texto, imagem, tabela ou gráfico e colar em outro local do documento. Para fazer isso, usa-se no *Word* o comando CTRL + C, para copiar, ou CTRL + X, para recortar, e, depois, usar o comando CTRL + V, para colar a seleção no local desejado. Além desses comandos, o *Word* disponibiliza uma ferramenta que permite copiar, recortar e colar. Essa ferramenta fica localizada na guia Página Inicial. O processo é o mesmo: basta selecionar o texto, a imagem ou outro elemento e clicar sobre a ferramentas (comando desejado).



Figura 31 - Ferramentas: copiar, recortar e colar  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

#### Fonte, tamanho, efeitos

Essas opções estão na aba Página Inicial do Menu.

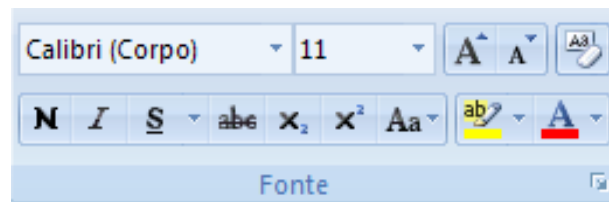


Figura 32 - Formatação de fonte  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

**Fonte:** é nessa opção que é selecionado o tipo de letra e seu formato, que aparece no próprio nome da fonte escolhida. Também é possível baixar da internet outras fontes, que podem ser usadas em qualquer editor de textos. Depois de baixadas, as fontes devem ser colocadas na pasta Fontes, que fica dentro da pasta *Windows*.



Figura 33 - Fonte  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

**Tamanho da Fonte:** Serve para selecionar o tamanho que a letra terá. É possível usar tanto os números da lista, quanto os botões ao lado dela, com as setas para cima e para baixo. Também é possível digitar o número desejado, bastando para isso escrevê-lo e pressionar a tecla ENTER.

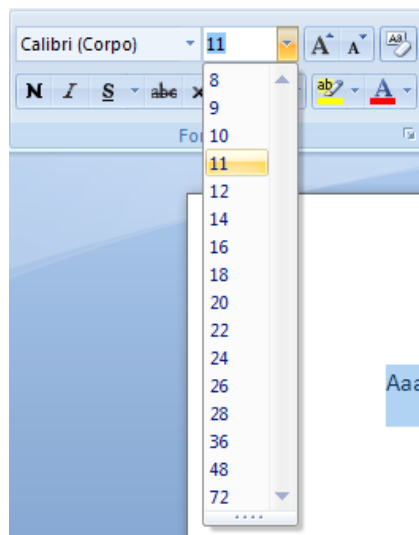


Figura 34 - Tamanho da fonte  
Fonte: (MICROSOFT 2015)

**Efeitos:** Também é possível aplicar efeitos nos textos de um documento, tais como: Negrito, Itálico, Sublinhado, Sobrescrito, Subscrito, entre outros.

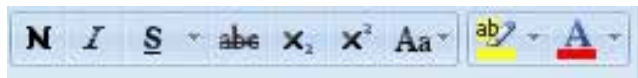


Figura 35 - Efeito do texto  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Outra possibilidade é a formatação de um texto, como nos exemplos a seguir:

Negrito = **Negrito**

Itálico = *Itálico*

Sublinhado = Sublinhado

Tachado = ~~Tachado~~

Subscrito = X<sub>Subscrito</sub>

Sobrescrito = X<sup>Sobrescrito</sup>

Realce = **Realce**

Efeitos de Texto = **Efeitos de Texto**

O *Word* também permite formatar os parágrafos, como alterar o alinhamento, o espaço entre as linhas e o tamanho do recuo do parágrafo. Estas opções são encontradas na aba Página Inicial do Menu.

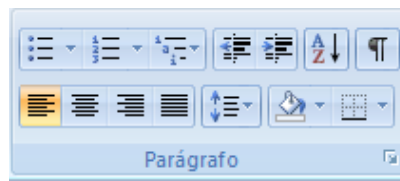






Figura 36 - Formatação de parágrafo - alinhamentos  
Fonte: (MICROSOFT 2015)

Estes elementos de formatação dos parágrafos são importantes para deixar o texto agradável aos olhos do leitor e facilitar a leitura.

O Alinhamento de Texto faz com que o texto fique alinhado à esquerda, direita, centro ou justificado.

-  **Alinhamento à Esquerda:** O texto fica alinhado no lado esquerdo da página.
-  **Alinhamento à Direita:** O texto fica alinhado no lado direito da página.
-  **Centralizado:** O texto fica no centro da página.
-  **Justificado:** Preenche todo o espaço entre as margens direita e esquerda da tela.

O recuo de Texto serve para colocar um espaço entre o início da linha e a primeira letra do parágrafo. A seta para a esquerda indica aumento do recuo e a seta para a direita indica diminuição do recuo. Para aumentar o recuo, você também pode usar a tecla TAB.

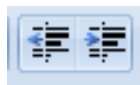


Figura 37 - Recuo de texto  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Os marcadores servem para criar uma lista de itens, ou numerar tópicos. Para tanto devemos usar os demonstrados na figura a seguir. Note que cada um aplica um tipo de marcador (desenho, número ou letra).

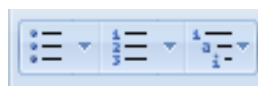


Figura 38 - Marcadores e numeração  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

O espaçamento entre linhas permite escolher quanto espaço será deixado entre uma linha e outra, ou entre um parágrafo e outro. Ao clicar no botão, aparecem as opções de tamanho para esse espaço.

A configuração inicial do *Word* é de espaçamento de 10 pontos entre um parágrafo e outro.

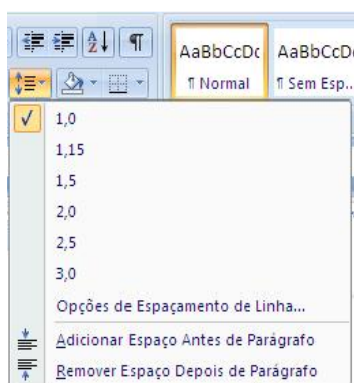


Figura 39 - Espaçamento entre linhas  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

## Estilos

Estilos são formatações prontas de fontes, que o Word oferece para que sejam aplicados em parágrafos, títulos, legendas etc. Para usar uma delas, selecione o parágrafo ou texto e clique no estilo desejado.



Figura 40 - Estilos  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Eles são bastante úteis em documentos que têm muitos subtítulos, citações, legendas, textos etc., como um trabalho escolar, por exemplo. Essas pré-formatações ajudam a poupar o tempo, porque, em vez de formatar um a um, basta selecionar e aplicar, que todos terão o mesmo formato e tamanho. Também é possível escolher a cor da fonte a ser empregada no texto.

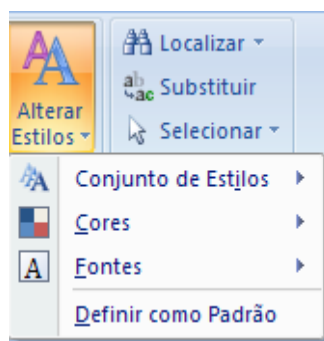


Figura 41 - Alterar estilos  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

A aparência de cada um é mostrada quando o cursor do *mouse* passa sobre eles: o texto é modificado de acordo com o estilo. Para aplicar o conjunto, deve-se clicar sobre o escolhido.

Também é possível alterar os estilos oferecidos pelo *Software*. Para tanto, seleciona-se um dos estilos clicando com o botão direito do mouse, que apresentará a opção modificar. Essa opção permite escolher as configurações desejadas.



Figura 42 - Modificar estilo  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

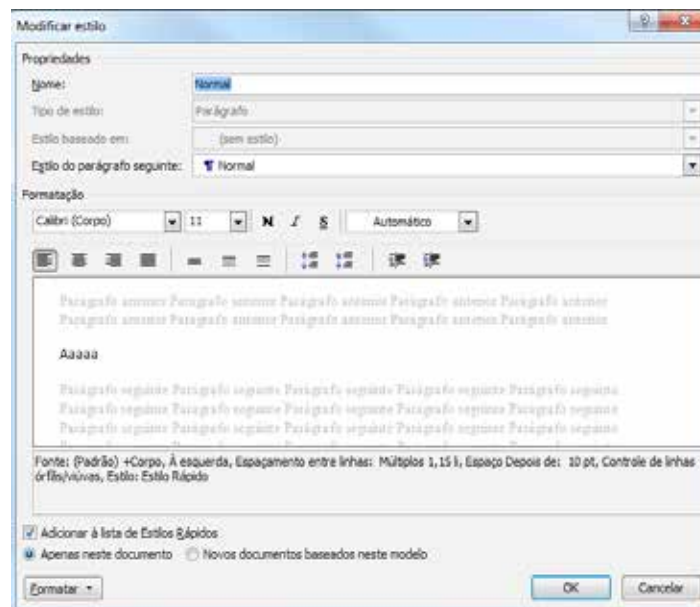


Figura 43 - Tela de modificação  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Os Estilos também são usados para criar o sumário automático. Para fazê-lo, os títulos e subtítulos devem estar devidamente formatados e configurados.

### 3.3.4 REVISOR ORTOGRÁFICO, TABELA, TABULAÇÃO, CABEÇALHO E RODAPÉ

#### Revisor ortográfico,

Como já foi citado anteriormente, o *Word* permite revisar o texto e realizar as correções baseados no dicionário e regras ortográficas de cada país. Para que o *Word* revise seu texto e dê sugestões de correções, basta acessar a guia Revisão e clicar na ferramenta Ortografia e Gramática.

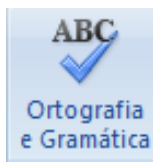


Figura 44 - Ferramentas ortografia e gramática  
Fonte: (MICROSOFT 2015)

Ao clicar nessa ferramenta, uma tela abrirá e mostrará a palavra e a sugestão de correção. Neste caso, é possível escolher várias opções, desde Ignorar ou Alterar essa correção.

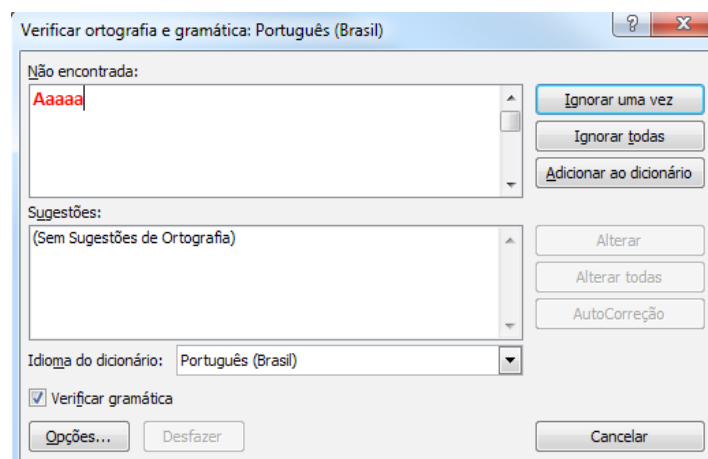


Figura 45 - Ferramentas ortografia e gramática  
Fonte: (MICROSOFT 2015)

#### Tabelas

Tabelas são frequentes em embalagens, revistas, jornais, horário etc. Elas são usadas para separar as informações de forma a ficarem mais organizadas e fáceis de ler. A seguir, observe as partes principais de uma tabela.

**Célula:** cada um dos “quadrinhos” que formam a tabela.

**Coluna:** uma sequência vertical, ou seja, uma “pilha” de células.

**Linha:** uma sequência horizontal de células, como o próprio nome já diz.

Para adicionar uma tabela a um documento do Word, usa-se o botão Tabela, localizado na aba Inserir, do Menu. A maneira mais prática é usar os quadradinhos que aparecem quando se clica no botão TABELA. À medida que se seleciona um ou mais quadradinhos, a tabela vai se formando onde o cursor do mouse estiver.



Figura 46 - Inserir tabela  
Fonte: (MICROSOFT 2015)

Quando se insere um recurso de tabela em um documento, uma nova área é exibida: Ferramentas da Tabela. Nela estão disponíveis as opções de: cores, alinhamento e distribuição de conteúdo.

Essa área também é exibida quando a tabela estiver selecionada, ou quando o cursor do *mouse* estiver posicionado dentro dela.



Figura 47 - Barra de formatação de tabelas  
Fonte: (MICROSOFT 2015)

## Margens

Estas ferramentas, que ficam na aba *Layout* da página, são muito importantes para que possamos imprimir um documento.

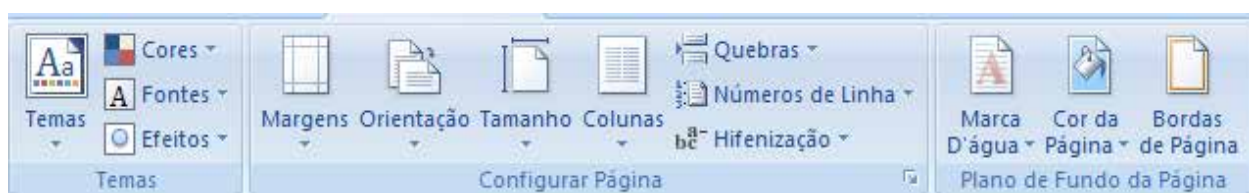


Figura 48 - Barra de configuração de páginas  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Normalmente, a configuração das margens de uma folha tamanho A4 são: 3 centímetros nas laterais e 2,5 centímetros nas margens superior e inferior.

Porém, para que o documento esteja formatado conforme os padrões estabelecidos pela ABNT, deve-se ajustá-las, clicando em Margens Personalizadas. Nesta tela, basta configurar as margens superior e esquerda em 3 cm e direita e inferior em 2 cm.

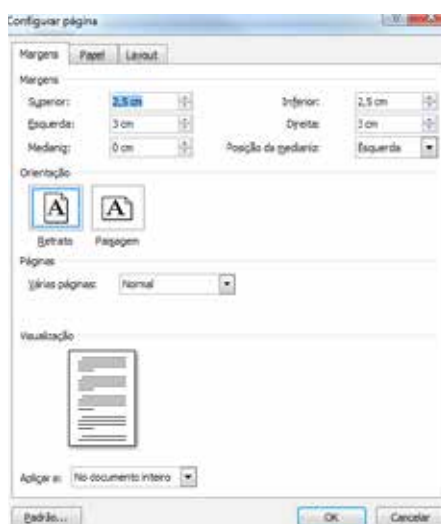


Figura 49 - Configurar página  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Para numerar as páginas de um documento do *Word*, acesse a aba Inserir e selecione a opção Número de Página.

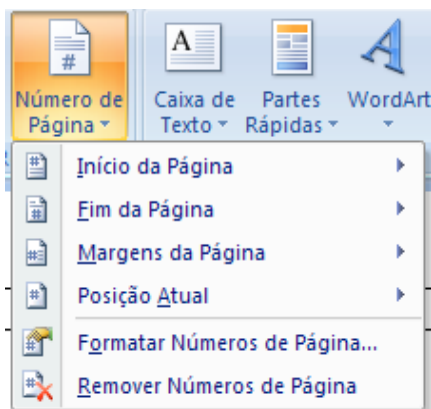


Figura 50 - Número de página  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Geralmente, em trabalhos acadêmicos, a capa, a folha de rosto, o sumário e o resumo não contêm números, mas contam no documento. Para tanto, é preciso habilitar a opção "Primeira Página Diferente", isso fará com que o número da primeira página não apareça.

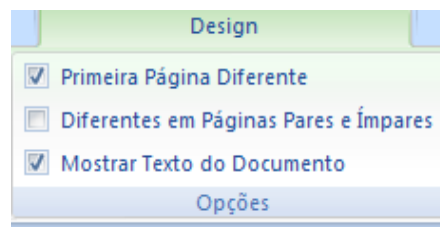


Figura 51 - Primeira página diferente  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Para que as demais páginas que não devem ter número sejam contadas, deve-se usar a opção Quebras, que se encontra na aba leiaute da página. Dentro dessa opção, existe uma opção chamada Quebra de Seção – Próxima Página. Deve-se usar essa opção em todas as páginas que não devem aparecer o número.



Figura 52 - Quebra de página  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

### Cabeçalho e Rodapé

Esses campos são usados para incluir, além dos números de página, informações importantes, como o título do capítulo, o nome da empresa, ou simplesmente uma ilustração.

Para incluir essas informações, são usados os botões localizados na aba Inserir e escolher o tipo de cabeçalho e de rodapé que se deseja.

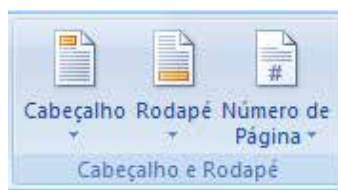


Figura 53 - Cabeçalho  
Fonte: (MICROSOFT 2015)

Para editar um cabeçalho ou um rodapé, clique duas vezes seguidas sobre ele. Para sair de sua edição, clique duas vezes sobre o local onde está o conteúdo principal.

### 3.3.5 ENVELOPE, ETIQUETA, MALA DIRETA, MÚLTIPLOS DOCUMENTOS, CRIAÇÃO DE ÍNDICES

Muitas empresas usam o *Word* como uma ferramenta para elaborar ou enviar, de uma forma rápida e ágil, cartas, envelopes e até mesmo etiquetas, utilizando um banco de dados existente ou até mesmo criando um com essas informações sobre clientes, funcionários, fornecedores etc.

Por exemplo, a empresa X faz cobranças e necessita enviar a todos os seus clientes devedores uma carta informando a sua situação. Ela poderia pedir para um funcionário redigir carta por carta, o que seria muito demorado e cansativo. Para que isso seja feito de forma rápida, o *Word* oferece uma ferramenta de mala direta, onde basta digitar uma carta modelo e, com a ajuda de um banco de dados, ela será enviada às pessoas selecionadas. Para usar esse recurso, acesse a guia Correspondências.

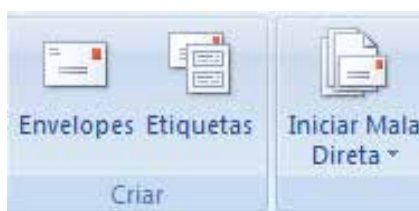


Figura 54 - Ferramentas envelopes, etiquetas e mala direta  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Para usar a ferramenta de criação de Envelopes, clique na ferramenta Envelopes, que se encontra na guia Correspondências. Ele abrirá uma janela para adicionar as informações no Envelope, para depois ser impresso. Este mesmo processo pode ser feito para fazer etiquetas.

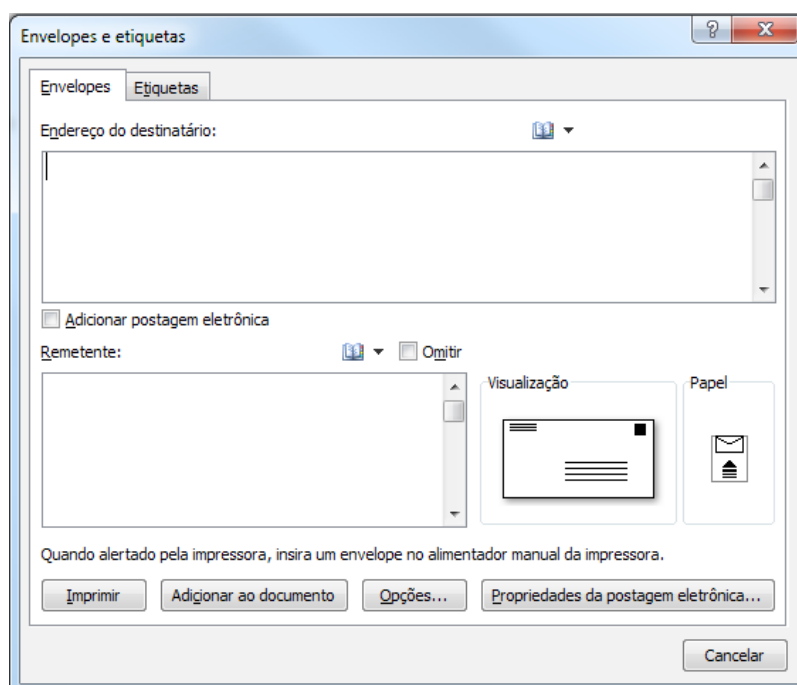


Figura 55 - Criar envelopes  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Para criar uma mala direta, deve-se clicar na opção Iniciar, Mala Direta, na guia Correspondência.

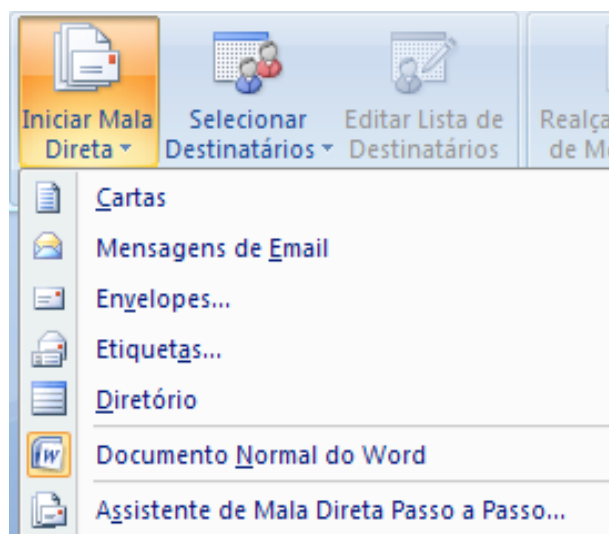


Figura 56 - Criar mala direta  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Clicando na opção assistente de mala direta, escolha o tipo de documento desejado, como, por exemplo, uma carta.

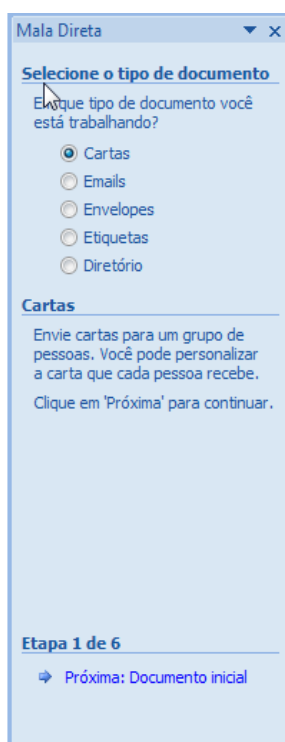


Figura 57 - Criar mala direta – escolhendo documento  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

O próximo passo é digitar o texto, escolhendo a opção: Usar o Documento Atual.



Figura 58 - Criar mala direta – usando documento atual  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

No passo seguinte, escolhe-se a lista dos destinatários (existente ou nova), para então enviá-la.

Para criar o sumário, como já apresentado anteriormente, é preciso aplicar em todos os títulos e subtítulos um Estilo. Depois que isso foi feito, podemos criar o sumário, clicando na aba Referência – Sumário – Inserir Sumário, escolhendo o formato desejado.

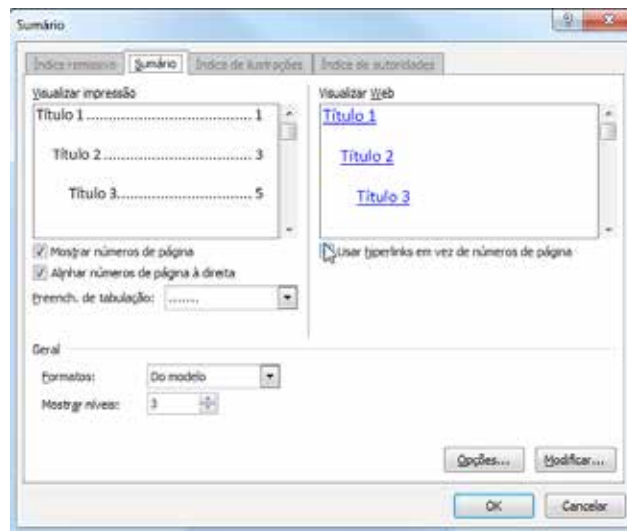


Figura 59 - Sumário  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Note que o sumário será gerado automaticamente e inserido na página escolhida para inserir tal informação. Na figura, a seguir, você poderá visualizar um modelo de sumário.

## 1. INTRODUÇÃO A INFORMÁTICA

### 1.1 História da Computação

### 1.2 Conceito de Informação

#### 1.2.1 Hardware

#### 1.2.2 Software

#### 1.2.3 Sistemas Operacionais

Figura 60 - Modelo de sumário  
Fonte: do Autor

Perceba que o título “Introdução à Informática” é de nível 1, o subtítulo “História da Computação e Conceitos de Informação” são de nível 2 e os subtítulos “Hardware, Software e Sistemas Operacionais” são de nível 3. Note que os níveis 2 e 3 estão mais afastados da margem.



### FIQUE ALERTA

A ABNT sugere que os textos sejam digitados com fonte 12, justificado e com espaço 1,5 entre linhas. Além de seguir as regras determinadas pela norma, essa formatação deixará seu texto com um aspecto mais profissional.

**SAIBA  
MAIS**

Para saber mais sobre o *Word* ou outros programas que acompanham o Pacote *Office*, acesse o site <https://support.office.com/pt-BR>

## Textos e Imagens

Aplicar imagens em textos é uma maneira de agregar informações a eles, além de deixá-los mais interessantes aos olhos do leitor.

Na aba Inserir, do Menu, há seis tipos de figuras que podem ser adicionadas ao documento. Elas são incluídas no local em que o cursor do mouse for posicionado.



Figura 61 - Grupo ilustrações  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

## Imagens e Clip-Art

A Imagem permite escolher uma foto, ilustração ou desenho que estejam armazenados em seu computador. Clique no botão Imagem e uma janela se abrirá, para que você encontre a imagem desejada. Ao encontrá-la, selecione-a e clique em Inserir.

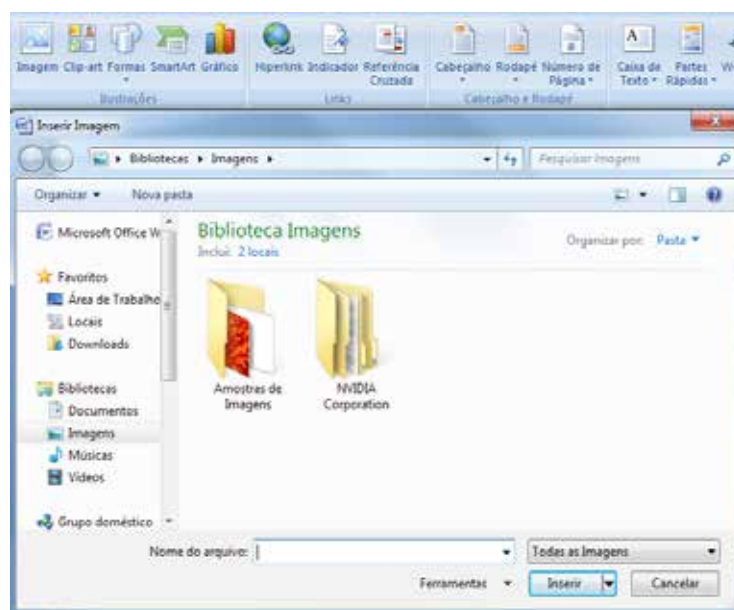


Figura 62 - Grupo ilustração para escolha  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

## Formas

Na opção Formas, você encontrará diversos modelos de desenhos, como, por exemplo, balões, retângulos, triângulos, setas etc., que podem ser inseridos no texto. Para tanto, é preciso escolher a forma desejada deixando o cursor onde ela deve ser inserida. Com o botão esquerdo do mouse pressionado, arraste o cursor até a forma atingir o tamanho desejado.



Figura 63 - Formas  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

## Gráficos

Os gráficos são muito úteis quando se pretende ilustrar dados quantitativos. Eles são muito usados para apresentar variações de preços, aumento no consumo, queda no desempenho de um segmento de mercado etc.

Para inserir um gráfico, deve-se clicar na aba Inserir e, em seguida, selecionar o tipo de gráfico desejado. Após selecionar o tipo do gráfico, uma janela do *Excel* se abrirá para que sejam inseridas as informações necessárias para criá-lo.

Lembre-se de que cada tipo de gráfico serve para demonstrar um resultado específico, como, por exemplo: o gráfico de pizza é usado para demonstrar porcentagem; o de colunas, é usado para fazer comparações etc.

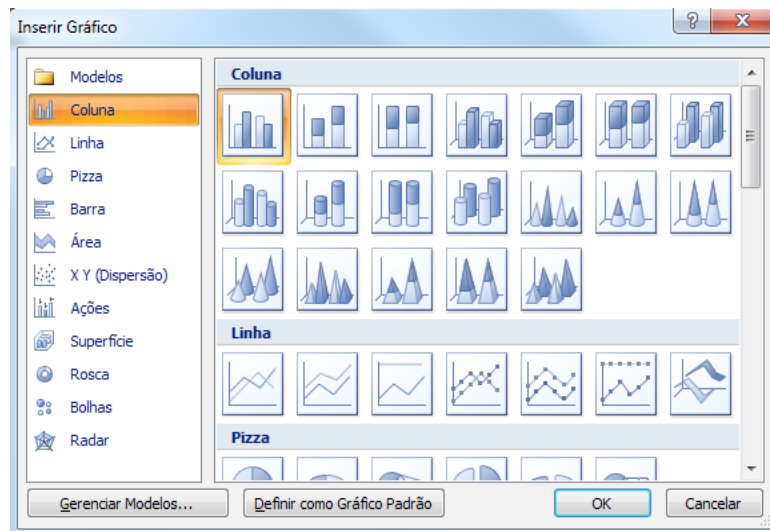


Figura 64 - Inserir gráficos  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

### 3.4 PLANILHA ELETRÔNICA

Uma Planilha Eletrônica é um *software* capaz de realizar trabalhos complexos, principalmente cálculos, planilhas de custos, gráficos etc. Suas funções ajudam a resolver problemas que, sem elas, seriam muito trabalhosos.

#### 3.4.1 JANELAS, CONCEITO DE PLANILHA, PASTAS E PLANILHAS, ÁREA DE TRABALHO

Um arquivo do *Excel* contém guias que permitem criar em um único arquivo uma ou mais planilhas. Inicialmente, o *Excel* possui três planilhas, mas há como inserir mais planilhas clicando no ícone de nova planilha, ao final da Plan3. Clicando com o botão direito do *mouse*, é possível manipular as planilhas, alterando o nome, protegendo, excluindo ou movendo essa planilha para outro local.

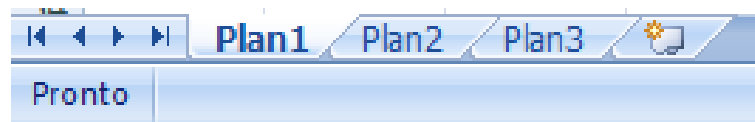


Figura 65 - Guia de planilhas  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

As planilhas são o mesmo que tabelas, que permitem inserir textos ou números. Com esses números, é possível realizar qualquer tipo de cálculo, desde uma simples operação de soma, até uma complexa fórmula de álgebra.

No *Excel*, cada arquivo é considerado uma pasta de trabalho. Dentro dela, pode-se trabalhar com várias planilhas sempre usando o sistema de guias. Essas planilhas podem trabalhar de forma independente ou compartilhada.

Por exemplo, para fazer uma planilha de controle dos gastos anuais, é necessário criar 13 planilhas: nas 12 primeiras, são armazenados os dados de cada mês e, na última, fazer um total, para somar os dados do ano inteiro. Nessa última planilha, deve-se realizar uma fórmula de somatória e os valores utilizados serão buscados nas planilhas de cada mês e, pressionando a tecla ENTER, o Excel fará o cálculo de forma precisa e mostrará o resultado.

A área de trabalho do *Excel* segue o padrão dos aplicativos *Office*, com guias, botão Office, controle de zoom na direita. O que muda são alguns grupos e botões exclusivos.

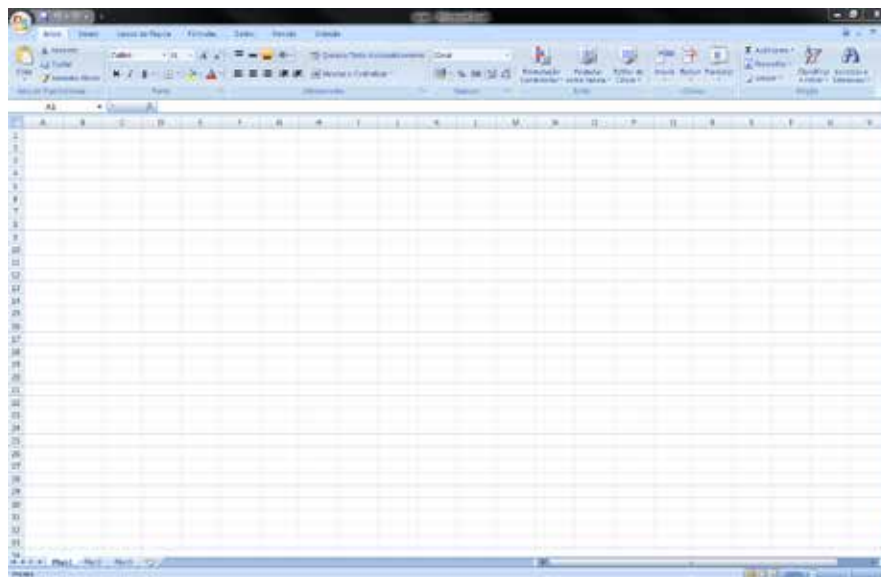


Figura 66 - Área de trabalho do *Excel*  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

### 3.4.2 CONFIGURAÇÕES DE PLANILHAS, NAVEGAÇÃO, SELEÇÃO E CÓPIA DE CONTEÚDO DE CÉLULAS

A configuração de planilha é muito semelhante àquela do *Word*. A célula onde será aplicada a formatação precisa estar selecionada. Se precisar selecionar mais de uma célula, utiliza-se o mouse ou o teclado. As opções de formatação de célula estão na aba Página Inicial.

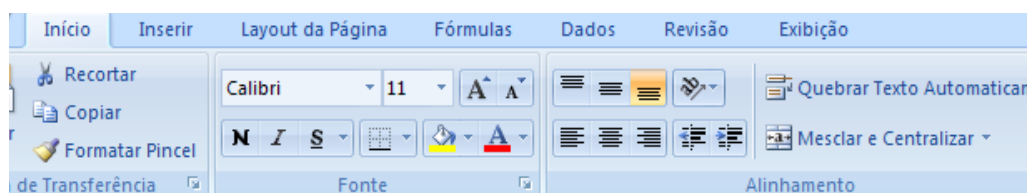


Figura 67 - Barra de formatação  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

As formas de navegação no *Excel* são bem parecidas com as do *Word*. Para se movimentar entre as células, utilize o mouse ou o teclado, clicando nas teclas direcionais (flechas).

Ao selecionar uma célula que contém o conteúdo, as linhas ao redor da célula ficarão mais fortes, o que demonstra que aquela célula está selecionada.

	A	B	C
1			
2			
3		<b>CUSTO ESTIMADO PARA PROGRAMAÇÃO E ALTERAÇÃO DO PAINEL / IHM DA PRENSA PROGRESSIVA -17</b>	
4		Materials	R\$ 38.161,58
5		Mão de obra de terceiros - Instalação	R\$ 7.575,40
6		Transporte/Hospedagem/Alimentação	R\$ 2.800,00
7		Mão de obra interna - Instalação e Programação	R\$ 13.608,00
8		<b>Total</b>	<b>R\$ 62.144,98</b>

Figura 68 - Célula selecionada  
Fonte: do Autor

Quando a célula estiver selecionada, como na imagem anterior, pode-se realizar qualquer tipo de formatação ou alteração, como copiar ou recortar a informação e colar em outro local da planilha. Para fazer isso, são usados os comandos CTRL + C, para copiar; CTRL + X, para recortar; e CTRL + V, para colar os dados dessa célula em outro local.

### 3.4.3 ESTRUTURA DE CÉLULAS, ENTRADA DE DADOS, FORMATAÇÃO DE CÉLULAS

A estrutura de células ou estrutura de tópicos serve para agrupar várias células de uma só vez, ocultando ou mostrando essas informações. Para utilizar essa ferramenta, é preciso selecionar as células que serão agrupadas, clicando na guia Dados e, em seguida, escolher a ferramenta Agrupar.

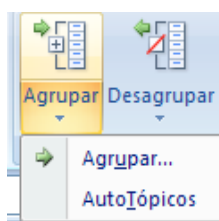


Figura 69 - Agrupar células  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Se tudo for feito corretamente, a planilha ficará como na imagem, a seguir. Observe que, ao lado dos números de linhas, aparece um sinal de menos. Ao clicar nesse sinal, as células serão ocultadas. Para que elas voltem a aparecer, basta clicar no sinal de mais, ao lado dos números de linha.

	A	B		A	B
1	CUSTO MENSAL			1	CUSTO MENSAL
2	Despesas	Valores		2	Despesas
3	Água	R\$ 76,34			
4	Luz	R\$ 89,59			
5	Telefone	R\$ 45,99			
6	Tv a Cabo	R\$ 120,32			
7	Internet	R\$ 66,39			
8	Combustível	R\$ 280,00			
9	Alimentação	R\$ 750,00			
10	Vestuário	R\$ 800,00			
11	Farmácia	R\$ 164,00			
12	Lazer	R\$ 500,00			
13			13		
14	TOTAL	R\$ 2.892,63	14	TOTAL	R\$ 2.892,63

Figura 70 - Células agrupadas  
Fonte: do Auto

No *Excel*, pode-se digitar caracteres, números e fórmulas. Para corrigir um texto, seleciona-se a célula, pressionando F2. Após realizar as alterações necessárias, basta pressionar o botão ENTER para fechar a célula. Outra ferramenta é a Obter Dados Externos, com a qual se pode importar dados de um banco de dados, de um arquivo de texto ou até mesmo de uma página da *internet*. Para usar essa ferramenta, é preciso entrar na guia Dados e procurar o conjunto de ferramentas Obter Dados Externos.



Figura 71 - Ferramentas obter dados externos  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

A formatação de células é muito semelhante à formatação de fonte no *Word*. Para tanto, basta selecionar a célula e formate a fonte, espaçamento entre linhas, etc.

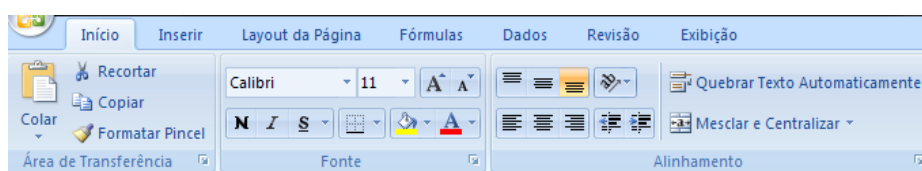


Figura 72 - Barra de formatação  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)



## CASOS E RELATOS

### Tecnologia como sinonimo de agilidade e assertividade

Devido ao aumento da indisponibilidade de máquina por três meses consecutivos, foi solicitado ao planejador de manutenção da empresa FixFort que efetuasse, utilizando o software de manutenção, que é um aplicativo integrado de gestão empresarial - ERP (Enterprise Resource Planning), um levantamento de dados sobre a indisponibilidade de máquina, o custo de manutenção por família de máquina e por setor de instalação. Também foi solicitado que fosse coletado qual o tempo médio entre falhas das máquinas e qual o tempo médio de reparo dos serviços corretivos emergenciais. Como o software de gestão não disponibilizava estes tipos de relatórios, apenas as informações, o planejador exportou os dados do software de manutenção para o Excel, no qual pode elaborar várias planilhas e gráficos expondo, de maneira clara e objetiva, os principais problemas ocorridos, qual o grupo de máquinas mais suscetível a manutenção, qual o grupo de máquina com maior tempo de reparo, o grupo de máquinas que tinha o menor tempo entre falhas e quem mais contribuía para o aumento dos custos de produção e manutenção. Com a apresentação dos dados de maneira confiável e organizada, a tomada de decisão foi mais rápida e assertiva, onde se conseguiu o melhor resultado para a empresa, com o menor empenho de tempo e de recursos. Agindo com assertividade, utilizando as informações levantadas através dos dados coletados do sistema informatizado, em apenas dois meses, os índices de manutenção voltaram à normalidade, ficando dentro das metas estabelecidas.

### 3.4.4 FORMATAÇÃO CONDICIONAL, CÁLCULOS LINEARES, CÉLULAS ABSOLUTAS

A formatação condicional é um recurso do Excel que estabelece configurações baseadas em fórmulas. Quando a célula contiver a fórmula, o texto herdará as configurações pré-estabelecidas pelo usuário.

Por exemplo, é possível criar uma planilha para armazenar os tempos das manutenções de um determinado equipamento e realizar o cálculo da média, ou seja, o tempo médio do reparo. Nessa planilha, deve ser usada uma formatação condicional, na qual os tempos médios superiores ou iguais a 1,5 h ficarão com a cor vermelha em negrito e itálico, e os tempos abaixo de 1,5 h ficarão com a cor azul e negrito. Essa formatação permite distinguir quais conjuntos estão com os tempos de reparo acima da meta estipulada e criar um plano de ação para reduzi-los.

Após informar todos os dados e realizar o cálculo das médias, é preciso selecionar todos os valores da coluna Média Final e, na guia Página Inicial, selecionar a ferramenta Formatação Condicional, Nova Regra.

	A	B	C	D	E	F
1	<b>MTR - TEMPO MÉDIO DE REPARO - PRENSA PROGRESSIVA - 17</b>					
2	<b>CONJUNTOS</b>	<b>TEMPO DO REPARO</b>	<b>TEMPO DO REPARO</b>	<b>TEMPO DO REPARO</b>	<b>TEMPO DO REPARO</b>	<b>TEMPO MÉDIO DE REPARO</b>
3	CJ. DA ALIMENTAÇÃO	1,5	2	1,25	2,5	<b>1,8125</b>
4	CJ. DO CORTE	2	2	0,45	0,35	<b>1,2</b>
5	CJ. DE TRANSFERÊNCIA	0,5	0,45	0,55	0,2	<b>0,425</b>
6	CJ. DA EXTRAÇÃO	1,5	2	0,55	0,55	<b>1,15</b>
7	CJ. DO MARTELO	2	2	1,5	2,5	<b>2</b>
8	CJ. DE LUBRIFICAÇÃO	0,3	0,15	0,25	0,2	<b>0,225</b>
9	<b>TEMPO MÉDIO DE REPARO TOTAL DO PERÍODO</b>					<b>1,135416667</b>

Figura 73 - Planilha Tempo Médio de Reparo  
Fonte: do Autor



Figura 74 - Ferramenta formatação condicional  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Em seguida, é necessário escolher a opção Formatar apenas células que contenham. Altere a opção para "é maior ou igual a", digite o número 1,5 e, em seguida, clique no botão Formatar e escolha a cor Vermelho, Negrito e Itálico. Em seguida, clique em OK.

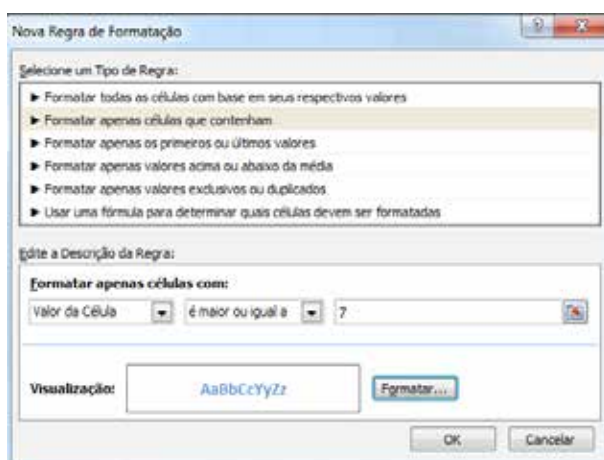


Figura 75 - Ferramenta formatação condicional  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Procedendo dessa forma, o texto estará configurado e os valores maiores ou iguais a 1,5 h ficarão na cor Vermelha, negrito e Itálico; e os menores que 1,5 h, na cor Azul e Negrito.

	A	B	C	D	E	F
1	<b>MTR - TEMPO MÉDIO DE REPARO - PRENSA PROGRESSIVA - 17</b>					
2	<b>CONJUNTOS</b>	<b>TEMPO DO REPARO</b>	<b>TEMPO DO REPARO</b>	<b>TEMPO DO REPARO</b>	<b>TEMPO DO REPARO</b>	<b>TEMPO MÉDIO DE REPARO</b>
3	CJ. DA ALIMENTAÇÃO	1,5	2	1,25	2,5	<b>1,8125</b>
4	CJ. DO CORTE	2	2	0,45	0,35	<b>1,2</b>
5	CJ. DE TRANSFERÊNCIA	0,5	0,45	0,55	0,2	<b>0,425</b>
6	CJ. DA EXTRAÇÃO	1,5	2	0,55	0,55	<b>1,15</b>
7	CJ. DO MARTELO	2	2	1,5	2,5	<b>2</b>
8	CJ. DE LUBRIFICAÇÃO	0,3	0,15	0,25	0,2	<b>0,225</b>
9	<b>TEMPO MÉDIO DE REPARO TOTAL DO PERÍODO</b>					<b>1,135416667</b>

Figura 76 - Tempo médio de reparo  
Fonte: do Autor

Cálculos Lineares, também conhecida como Tendência Linear, é uma função que o Excel tem para continuar uma sequência lógica de dados. Para isso, é preciso iniciar a série de valores que serão digitados, por exemplo, informando uma sequência de números pares do 0 até o número 30, e digitando os dois primeiros valores dessa série, 0, 2. Em seguida, selecione as informações e arraste a alça de preenchimento até chegar no número 30.

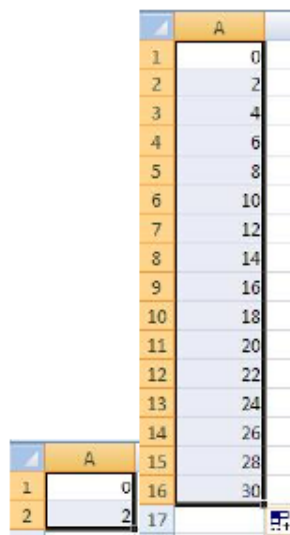


Figura 77 - Tendência linear  
Fonte: do Autor

Essa mesma função pode ser usada para preencher automaticamente meses do ano, dias da semana, números pares e ímpares, ordem crescente e decrescente, e várias outras.

O *Excel* permite utilizar uma Célula Absoluta para a realização de vários cálculos com esse valor. Ou seja, é possível travar essa célula para que o *Excel* entenda que, quando usada a opção de arrastar utilizando a alça de preenchimento, somente aquele valor será lido.

Veja nos exemplos, a seguir, uma célula que não é absoluta e outra em que a célula é absoluta.

	A	B	C		A	B	C
1	Produtos Importados			1	Produtos Importados		
2				2			
3		Cotação	R\$ 2,87	3		Cotação	R\$ 2,87
4				4			
5	Produto	Valor (US\$)	Valor (R\$)	5	Produto	Valor (US\$)	Valor (R\$)
6	Pino de segurança	\$ 28,30	=B6*C3	6	Pino de segurança	\$ 28,30	R\$ 81,22
7	Rolamento de esferas	\$ 126,70		7	Rolamento de esferas	\$ 126,70	R\$ -
8	Bucha do mancal	\$ 202,70		8	Bucha do mancal	\$ 202,70	#VALOR!
9	Pastilha de fricção	\$ 99,00		9	Pastilha de fricção	\$ 99,00	R\$ 8.040,88

Figura 78 - Planilha sem célula absoluta  
Fonte: do Autor

Note na imagem anterior que os valores apareceram de forma errada. Na figura, a seguir, é possível verificar como fica quando utilizada a célula absoluta. Para fazê-lo, deve-se clicar sobre o valor da célula e pressionar a tecla F4. Procedendo dessa maneira, aparece entre o nome da célula o símbolo de cifrão.

	A	B	C		A	B	C
1	Produtos Importados			1	Produtos Importados		
2				2			
3		Cotação	R\$ 2,87	3		Cotação	R\$ 2,87
4				4			
5	Produto	Valor (US\$)	Valor (R\$)	5	Produto	Valor (US\$)	Valor (R\$)
6	Pino de segurança	\$ 28,30	=B6*\$C\$3	6	Pino de segurança	\$ 28,30	R\$ 81,22
7	Rolamento de esferas	\$ 126,70		7	Rolamento de esferas	\$ 126,70	R\$ 363,63
8	Bucha do mancal	\$ 202,70		8	Bucha do mancal	\$ 202,70	R\$ 581,75
9	Pastilha de fricção	\$ 99,00		9	Pastilha de fricção	\$ 99,00	R\$ 284,13
10				10			

Figura 79 - Planilha com célula absoluta  
Fonte: do Autor

### 3.4.5 FUNÇÕES COM OPERADORES BÁSICOS, FÓRMULAS, CONFIGURAÇÕES DE PÁGINAS

Como as planilhas eletrônicas são usadas principalmente para realizar cálculos, é possível usar os operadores básicos para fazer esses cálculos. Adição, Subtração, Divisão e Multiplicação. No *Excel*, os símbolos que representam esse tipo de operações são +, -, \*, /, respectivamente.

	A	B	C	D
1	46	16		
2				
3	=A1+B1	=A1-B1	=A1*B1	=A1/B1
4				

Figura 80 - Funções com operadores básicos  
Fonte: do Autor

Operadores são símbolos matemáticos usados para fazer cálculos e comparações entre as células. Os principais operadores são:

SINAIS DE OPERAÇÕES		SINAIS PARA CONDIÇÃO	
SINAL	FUNÇÃO	SINAL	FUNÇÃO
+	Somar	>	>
-	Subtrair	<	<
*	Multiplicar	<>	<>
/	Dividir	>=	>=
%	Porcentagem	<=	<=
=	Igualdade	&&	&&

Quadro 2 - Operadores lógicos  
Fonte: do Autor

Funções são fórmulas prontas que a *Excel* oferece para resolvermos vários tipos de cálculos. Para acessar a janela de funções, clique na célula que receberá a fórmula e, em seguida, clique no ícone de Função, representado pela letra "f".

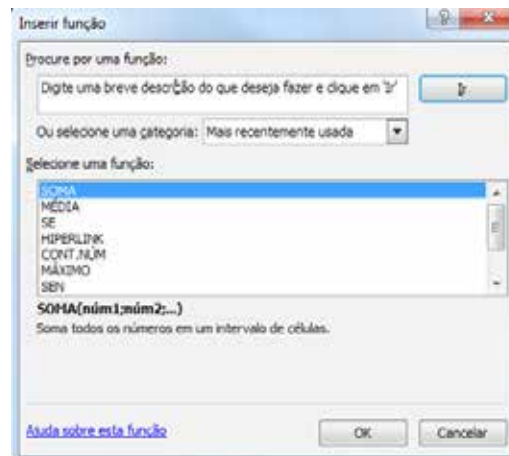


Figura 81 - Inserir funções  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

A função Máximo retorna o maior valor de um conjunto de células. =MÁXIMO(A1:C5).

	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
1	18	60	29			1	18	60	29		
2	78	36	99			2	78	36	99		
3	32	27	4			3	32	27	4		
4	14	92	35			4	14	92	35		
5	97	10	62			5	97	10	62		
6	Maior Número	=MÁXIMO(A1:C5)				6	Maior Número	99			

Figura 82 - Função máximo  
Fonte: do Autor

A função Mín retorna o menor valor de um conjunto de células. =MÍN(A1:C5).

	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
1	18	60	29			1	18	60	29		
2	78	36	99			2	78	36	99		
3	32	27	4			3	32	27	4		
4	14	92	35			4	14	92	35		
5	97	10	62			5	97	10	62		
6	Maior Número	=MÍNIMO(A1:C5)				6	Maior Número	4			

Figura 83 - Função min  
Fonte: do Autor

A Função MÉDIA, como o próprio nome já diz, faz o cálculo da média de um determinado conjunto de números. =MÉDIA(B4:D4)

CONJUNTOS	TEMPO DO REPARO	TEMPO DO REPARO	TEMPO DO REPARO	TEMPO DO REPARO	TEMPO MÉDIO DE REPARO
CJ. DA ALIMENTAÇÃO	1,5	2	1,25	2,5	1,81
CJ. DO CORTE	2	2	0,45	0,35	1,2
CJ. DE TRANSFERÊNCIA	0,5	0,45	0,55	0,2	0,43
CJ. DA EXTRAÇÃO	1,5	2	0,55	0,55	1,15
CJ. DO MARTELO	2	2	1,5	2,5	2
CJ. DE LUBRIFICAÇÃO	0,3	0,15	0,25	0,2	=MÉDIA(B8:E8)

Figura 84 - Função média  
Fonte: do Autor

A Função SE é uma função lógica. Ela retorna somente dois possíveis valores: verdadeiro ou falso. É muito útil, quando o usuário quer que o Excel retorne um valor através de uma condição. Por exemplo: Para saber a situação dos alunos de uma determinada turma, é preciso que o Excel, através de uma função, retorne se os tempos estão na Meta ou fora da Meta estabelecida. Neste caso, emprega-se a função SE, usando como parâmetro o valor da Média. SE a média for maior ou igual a 1,5 h, o mantenedor deve abrir um plano de ação de melhoria, SENÃO o tempo está na meta estabelecida. Não será necessário fazer outro parâmetro para ver se a média é menor que 1,5 h, porque como ele só pode retornar valores Verdadeiros e Falsos: se a Média não for 1,5 ou mais, ela só pode ser menor. =SE(F8>=1,5;"Na Meta";"Fora da Meta")

Para entender melhor a fórmula, analise o exemplo a seguir.

**F8** = Célula onde está o Valor da Média

**Na Meta** = Valor se Verdadeiro

**Fora da Meta** = Valor se Falso

CONJUNTOS	TEMPO DO REPARO	TEMPO DO REPARO	TEMPO DO REPARO	TEMPO DO REPARO	TEMPO MÉDIO DE REPARO	SITUAÇÃO
CJ. DA ALIMENTAÇÃO	1,5	2	1,25	2,5	1,81	Fora da Meta
CJ. DO CORTE	2	2	0,45	0,35	1,2	Na Meta
CJ. DE TRANSFERÊNCIA	0,5	0,45	0,55	0,2	0,43	Na Meta
CJ. DA EXTRAÇÃO	1,5	2	0,55	0,55	1,15	Na Meta
CJ. DO MARTELO	2	2	1,5	2,5	2	Fora da Meta
CJ. DE LUBRIFICAÇÃO	0,3	0,15	0,25	0,2	0,225	=SE(F8<=1,5;"Na Meta";"Fora da Meta")

Figura 85 - Função SE  
Fonte: do Autor

A Função SOMASE une duas outras Funções: o SOMA e o SE. Nesse caso, o Excel só fará a soma se o parâmetro for VERDADEIRO. =SOMASE(A1:C4;">200")

SOMA				=SOMASE(A1:C4;">200")				B5				=SOMASE(A1:C4;">200")			
	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F		
1	R\$ 100,00	R\$ 220,00	R\$ 290,00				1	R\$ 100,00	R\$ 220,00	R\$ 290,00					
2	R\$ 233,00	R\$ 201,00	R\$ 126,00				2	R\$ 233,00	R\$ 201,00	R\$ 126,00					
3	R\$ 168,00	R\$ 98,00	R\$ 65,00				3	R\$ 168,00	R\$ 98,00	R\$ 65,00					
4	R\$ 199,00	R\$ 530,00	R\$ 380,00				4	R\$ 199,00	R\$ 530,00	R\$ 380,00					
5	=SOMASE(A1:C4;">200")						5	<b>Total</b>	R\$ 1.854,00						
6	<b>Some apenas os valores maiores que R\$ 200,00</b>						6	<b>Some apenas os valores maiores que R\$ 200,00</b>							
7							7								

Figura 86 - Função SOMASE  
Fonte: do Autor

A Função Cont.Se realiza uma contagem dos dados mediante a informação de um parâmetro que ele use como base. =CONT.SE(A1:C4;">200")

SOMA				=CONT.SE(A1:C4;">200")				B6				=CONT.SE(A1:C4;">200")			
	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F		
1	R\$ 100,00	R\$ 220,00	R\$ 290,00				1	R\$ 100,00	R\$ 220,00	R\$ 290,00					
2	R\$ 233,00	R\$ 201,00	R\$ 126,00				2	R\$ 233,00	R\$ 201,00	R\$ 126,00					
3	R\$ 168,00	R\$ 98,00	R\$ 65,00				3	R\$ 168,00	R\$ 98,00	R\$ 65,00					
4	R\$ 199,00	R\$ 530,00	R\$ 380,00				4	R\$ 199,00	R\$ 530,00	R\$ 380,00					
5	<b>Total</b>	R\$ 1.854,00					5	<b>Total</b>	R\$ 1.854,00						
6	<b>Qt</b>	=CONT.SE(A1:C4;">200")					6	<b>Quantidade</b>	R\$ 6,00						
7	<b>Some apenas os valores maiores que R\$ 200,00</b>						7	<b>Some apenas os valores maiores que R\$ 200,00</b>							
8	<b>Conte quantos valores são maiores que 200</b>						8	<b>Conte quantos valores são maiores que 200</b>							
9							9								
10							10								

Figura 87 - Função CONT.SE  
Fonte: do Autor

Utilizando a guia *Layout* da página do *Excel*, você pode configurar toda a sua página, inserindo imagem no fundo, mudar cores das fontes, mudar a orientação entre retrato e paisagem, mudar o tamanho, as margens, entre outras.



Figura 88 - Ferramentas da guia *layout* da página  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)



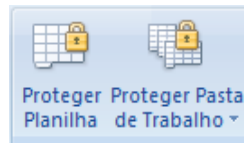


Figura 90 - Ferramentas proteger planilha e pastas de trabalho  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

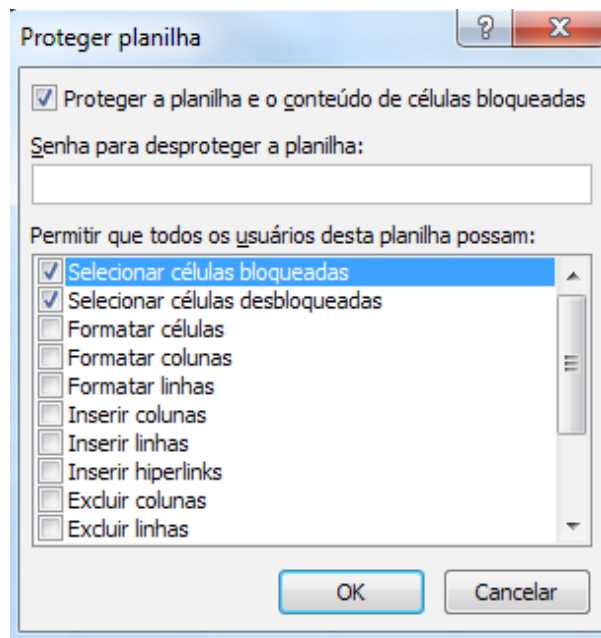


Figura 91 - Proteger planilha  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

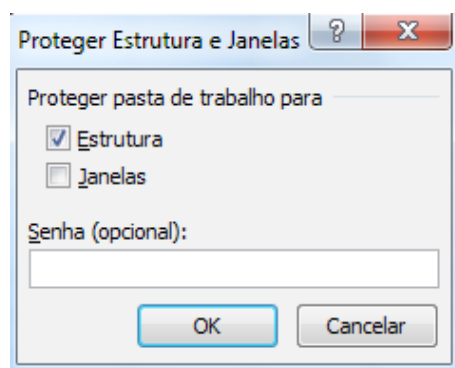


Figura 92 - Proteger pasta de trabalho  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Depois que a planilha foi Protegida, as ferramentas passam a ter outro nome, justamente para que possa ser desprotegida, se necessário.

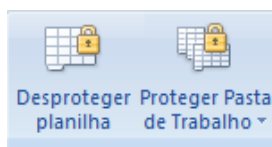


Figura 93 - Desproteger planilha  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

O recurso Filtro permite listar somente os dados que se deseja visualizar. Com os dados selecionados, clique no botão Filtro e junto a cada célula do cabeçalho da planilha aparecerá uma seta.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	COD	Nome	Sexo	Modalidade	Idade	Peso	Altura	Categoria
2	5	Anderson Luiz de Melo	Masculino	Atletismo	21	67	1,7	Profissional
3	10	Carlos Chagas	Masculino	Natação	24	78	1,82	Profissional
4	3	Eduardo Gomes de Oliveira	Masculino	Natação	18	75	1,88	Profissional
5	6	Fernando Souza	Masculino	Ginástica	13	48	1,51	Juvenil
6	7	Lúcia daa Silva	Feminino	Atletismo	32	59	1,62	Master
7	2	Marcos Paulo Furlan	Masculino	Natação	22	77	1,81	Profissional
8	4	Maria Paula Rodrigues	Feminino	Ginástica	15	54	1,55	Juvenil
9	1	Maria Rosângela da Silva	Feminino	Atletismo	20	60	1,67	Profissional
10	8	Maurício de Oliveira Neto	Masculino	Atletismo	19	65	1,69	Profissional
11	9	Vanuza dos Santos	Feminino	Atletismo	17	66	1,77	Juvenil

Figura 94 - Filtro automático  
Fonte: do Autor

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	COD	Nome	Sexo	Modalidade	Idade	Peso	Altura	Categoria
			Masculino	Atletismo	21	67	1,70	Profissional
			Masculino	Natação	24	78	1,82	Profissional
			Masculino	Natação	18	75	1,88	Profissional
			Masculino	Ginástica	13	48	1,51	Juvenil
			Feminino	Atletismo	32	59	1,62	Master
			Masculino	Natação	22	77	1,81	Profissional
			Feminino	Ginástica	15	54	1,55	Juvenil
			Feminino	Atletismo	20	60	1,67	Profissional
			Masculino	Atletismo	19	65	1,69	Profissional
			Feminino	Atletismo	17	66	1,77	Juvenil

Figura 95 - Filtro automático  
Fonte: do Autor

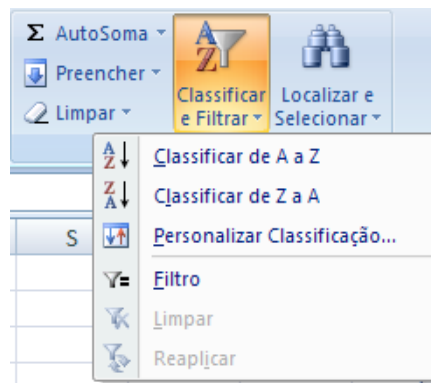


Figura 96 - Ferramenta classificar e filtrar  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Também podemos selecionarmos os dados para classificá-los. Depois de selecionados, é preciso clicar no Botão Classificar e definir os critérios que serão aplicados.

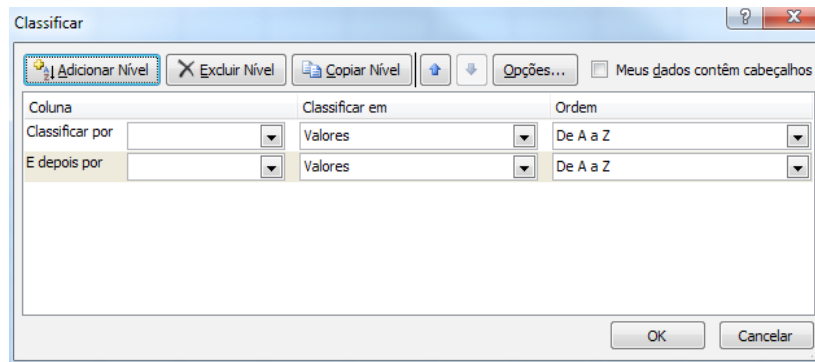


Figura 97 - Dados alterados opção classificar  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

É importante verificar se a opção Meus dados está marcada e se contém cabeçalhos. Feito isso, é só clicar em OK e a classificação aparecerá como foi programada.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	COD	Nome	Sexo	Modalidade	Idade	Peso	Altura	Categoria
2	5	Anderson Luiz de Melo	Masculino	Atletismo	21	67	1,70	Profissional
3	10	Carlos Chagas	Masculino	Natação	24	78	1,82	Profissional
4	3	Eduardo Gomes de Oliveira	Masculino	Natação	18	75	1,88	Profissional
5	6	Fernando Souza	Masculino	Ginástica	13	48	1,51	Juvenil
6	7	Lúcia da Silva	Feminino	Atletismo	32	59	1,62	Master
7	2	Marcos Paulo Furlan	Masculino	Natação	22	77	1,81	Profissional
8	4	Maria Paula Rodrigues	Feminino	Ginástica	15	54	1,55	Juvenil
9	1	Maria Rosangela da Silva	Feminino	Atletismo	20	60	1,67	Profissional
10	8	Maurício de Oliveira Neto	Masculino	Atletismo	19	65	1,69	Profissional
11	9	Vanuza dos Santos	Feminino	Atletismo	17	66	1,77	Juvenil

Figura 98 - Dados da planilha classificados  
Fonte: do Autor


Clicando no botão Classificar, é possível alterar a ordem de classificação, sempre que precisar.

O Excel permite também a criação de relatórios. Para acessá-los, clique na guia Arquivo, Novo, e procure o modelo de Relatório que deseja.

### 3.4.8 INTERCÂMBIO DE DADOS ENTRE PLANILHAS, CLASSIFICAÇÃO DE DADOS; RELATÓRIOS

Quando você precisar criar um intercâmbio de dados entre planilhas, deverá inserir como objeto. Ao executar o procedimento de copiar -> CTRL + C, ao colar, deve ser escolhida a opção objeto vinculado. Desta forma, ao inserir uma pasta de trabalho inteira em um arquivo Excel em formato objeto, será exibida apenas uma planilha. Para que se exibam planilhas diferentes, você deverá dar um duplo clique no objeto do Excel, depois clicar na planilha que deseja trabalhar.

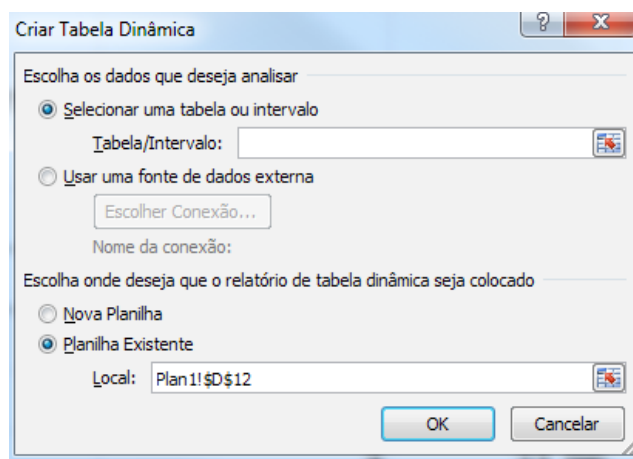
Para a classificação de dados de forma rápida, você deverá fazer a seguinte sequência:

selecionar um intervalo de célula, como, por exemplo, A1: M5(linhas e colunas) ou A1: A50 (coluna). Em seguida, selecione apenas uma célula na coluna que deseja efetuar a classificação e clique em  , para fazer a escolha: ordem crescente ou decrescente.

Para fazer relatório, essa operação é feita com base em uma tabela dinâmica, na qual é possível fazer resumos, análises, exploração e mostrar resumo dos dados da planilha ou fonte de dados.

Um Relatório de uma tabela dinâmica é útil quando se necessita de uma longa lista de valores cuja resposta servirá para análise em outra perspectiva, para tomada de decisão.

Para fazer um relatório de Tabela Dinâmica, é necessário ir na guia Inserir, no grupo Tabelas e escolher a opção Tabela Dinâmica. Após sua escolha, surgirá uma caixa de diálogo Criar Tabela Dinâmica, confira se Selecionar uma tabela ou Intervalo está ativa e, na caixa Tabela Intervalo, confira o intervalo de células, como aparece na figura, a seguir.



Então clique em OK.

### 3.4.9 GRÁFICOS COLUNARES E GRÁFICOS 3D

O *Excel* também permite a geração de gráficos a partir dos dados inseridos nas células. Para utilizar os tipos de gráficos do *Excel*, acesse o grupo Gráfico, na aba Inserir.



Figura 99 - Inserir gráficos  
Fonte: (MICROSOFT, 2015)

Para criarmos um gráfico, é preciso definir os dados que irão aparecer. Por exemplo, é possível usar o nome dos atletas e seus pesos, pressionando CTRL e selecionando as duas colunas que contêm essas informações.

	A	B	C	D	E	F	G	H	
1		<b>Cadastro de Atletas</b>							
2									
3	<b>COD</b>	<b>Nome</b>	<b>Sexo</b>	<b>Modalidade</b>	<b>Idade</b>	<b>Peso</b>	<b>Altura</b>	<b>Categoria</b>	
4	1	Maria da Silva	Feminino	Atletismo	20	60	1,67	Profissional	
5	2	Marcos Furlan	Masculino	Natação	22	77	1,81	Profissional	
6	3	Eduardo de Oliveira	Masculino	Natação	18	75	1,88	Profissional	
7	4	Maria Rodrigues	Feminino	Ginástica	15	54	1,55	Juvenil	
8	5	Anderson Melo	Masculino	Atletismo	21	67	1,7	Profissional	
9	6	Fernanda Souza	Feminino	Ginástica	13	48	1,51	Juvenil	
10	7	Lúcia da Silva	Feminino	Atletismo	32	59	1,62	Master	
11	8	Maurício Neto	Masculino	Atletismo	19	65	1,69	Profissional	
12	9	Vanuza dos Santos	Feminino	Atletismo	17	66	1,77	Juvenil	
13	10	Carlos Chagas	Masculino	Natação	24	78	1,82	Profissional	

Figura 100 - Planilhas atletas  
Fonte: do Autor

Para gerar o gráficos, escolha o tipo e clique em OK.

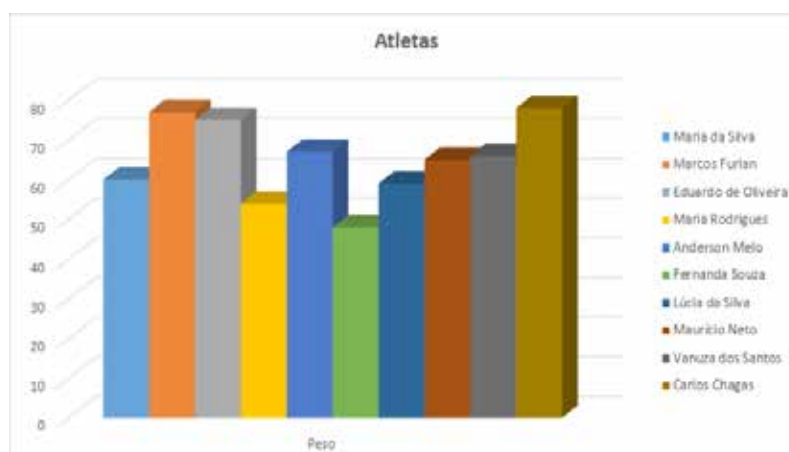


Figura 101 - Gráfico da planilha de atletas em colunas 3D  
Fonte: do Autor



#### FIQUE ALERTA

Nunca digite ponto no lugar de vírgula, nem misture letras com números. Caso contrário, suas fórmulas não darão certo. Digite somente números e depois utilize o comando Formato de Número de Contabilização, que tem o símbolo de uma cédula com moedas.



#### CURIOSIDADES

Antes do *Excel* se popularizar, trabalhar com planilhas eletrônicas era muito complicado. Existiam somente programas que precisavam do MSDOS para rodar, como o Lotus 1, 2, 3. Seu lançamento foi em 1985 e hoje o Excel já está na sua 15ª versão no Pacote *Office* 2013.

### 3.5 COMPACTAÇÃO / DESCOMPACTAÇÃO

O ato de compactar um arquivo consiste em selecionar vários arquivos ao mesmo tempo, que são colocados dentro de uma única pasta. Isso faz com que os arquivos possam ser enviados ou armazenados de forma mais fácil, além de reduzir o seu tamanho. Os arquivos de imagens ou vídeos não têm uma boa compactação, pois seu tamanho não diminui de forma significativa. Já os arquivos de texto ou de planilhas têm uma excelente compactação, na maioria das vezes reduzindo em até 3 vezes o seu tamanho. Já o ato de descompactar ocorre de modo inverso, no qual se retira desse arquivo todos os outros que estavam compactados.

Existem diversos compactadores no mercado, como, por exemplo: *Winrar*, *Winzip*, *7zip*, *Brazip*, entre outros.

### 3.5.1 ANTIVÍRUS (TIPOS, EFEITOS, PROTEÇÃO).

Os vírus causam danos aos equipamentos eletrônicos, como computadores, tablets ou smartphones. Apesar de existirem bons antivírus, nenhum deles está 100% protegido desse mal. O primeiro vírus foi criado em 1971. Ele invadia a máquina e apenas apresentava a seguinte mensagem no monitor: “Eu sou assustador. Pegue-me, se for capaz!”

Hoje, existem mais de 1 milhão de vírus conhecidos, e esse número só cresce.

Antigamente, o objetivo era descobrir quantas máquinas podiam ser infectadas com o vírus no menor tempo possível. Hoje, o vírus tem por objetivo roubar dados importantes, como senhas de banco ou de cartões de crédito. Mesmo com um bom antivírus instalado, com as atualizações em dia, e tomando todos os cuidados necessários, o usuário ainda não está livre de ataques por algum tipo de vírus.

As empresas de antivírus realizam uma verdadeira batalha contra os vírus, sempre que algum novo é descoberto. Essas empresas desenvolvem programas para criar uma “vacina” para eliminar o vírus do computador.

Os tipos mais comuns de vírus são:

**Cavalo de Troia (Trojans)** – Permitem que pessoas não autorizadas acessem seu computador e possam copiar ou apagar dados importantes.

**Worm** (Verme) – Sua principal tarefa é infectar o computador e depois se propagar para outros computadores, usando, em muitos casos, contas de e-mail da vítima, ou contas de mensageiros instantâneos, como *Skype*, *Facebook Messenger*.

**Spyware** – Programas que espionam os usuários para capturar informações importantes.

**Keylogger** – São aplicativos que capturam tudo o que é digitado no computador e depois envia essas informações por e-mail.

**Hijacker** – Vírus que criam páginas iniciais da internet e impedem que os usuários possam alterá-las. Podem também bloquear o acesso a determinados sites.

**Rootkit** – Também são vírus que roubam informações dos usuários, mas o que torna ele assustador é o fato dele se camuflar para que não possa ser encontrado pelo antivírus.

**Ransomware** – São vírus que sequestram pastas ou arquivos e seus criadores pedem um pagamento para que esses arquivos ou pastas sejam desbloqueados.

Para se proteger de vírus, existem algumas regras básicas, que são:

- a) tenha um antivírus instalado e atualizado em seu computador;
- b) mantenha seu Sistema Operacional sempre atualizado, evitando cópias piratas;
- c) não acesse sites duvidosos e não abra e-mails com arquivos anexos estranhos, mesmo se for de pessoas conhecidas;
- d) antes de abrir um arquivo, envie um e-mail perguntando se a pessoa realmente enviou aquele arquivo para você;

d) não clique em links em mensageiros instantâneos como Skype, Facebook ou Messenger, sem antes perguntar se quem o enviou realmente o fez e se ele é um link confiável.

Tomando essas medidas preventivas, as suas chances de ter um vírus no seu computador são remotas.

### 3.5.2 INTERNET / INTRANET (USENET. FTP, DOWNLOAD. UPLOAD)

**Internet** é a rede mundial de computadores. É através dela que é possível acessar todos os conteúdos encontrados na rede.

**Intranet** é uma rede interna, geralmente criada por empresas que precisam que seus colaboradores acessem informações importantes.

**Usenet** são grupos de discussão, em que milhões de pessoas do mundo todo trocam informações.

**FTP** (*File Transfer Protocol*) é um protocolo de troca de arquivos. É como se fosse criado um disco virtual na internet.

**Download** é um termo usado quando são transferidos dados da internet para o computador.



#### FIQUE ALERTA

Depois de fazer o download de algum programa, tome alguns cuidados. Leia todas as informações antes de clicar em avançar, desmarque opções que peçam para que você instale aplicativos além do que você baixou, como *PCFaster*, *Baidu*, *Hao123*, entre outros.

**Upload** é quando se transfere dados do computador para a internet. Essas transferências podem ocorrer em redes sociais, *e-mails*, servidores FTP, etc.

### 3.5.3 OUTLOOK EXPRESS (E-MAIL CERTIFICADO, ASSINATURAS, SEGURANÇA)

*Outlook Express* é um programa de e-mail e notícias gratuito da *Microsoft*. No *Outlook Express*, o usuário pode administrar mais de uma conta de e-mail. O *Outlook Express* acompanha os programas da *Microsoft* como *Internet Explorer* e sistemas operacionais *Windows*, entre eles o XP e 2000.

*E-mail* Certificado é um certificado digital para proteger as suas mensagens eletrônicas, garantindo a integridade e sigilo.

Hoje existem vários produtos que oferecem essa proteção necessária na comunicação pessoal.

Você pode criar assinaturas personalizadas para suas mensagens de e-mail, que incluem textos, imagens, Cartão de Visita Eletrônico, logotipo ou até mesmo uma imagem da sua assinatura manuscrita.

A sua assinatura pode ser automaticamente adicionada às mensagens, ou de forma manual, somente nas mensagens que desejar.

**CURIOSIDADES**

No início os e-mails tinham um espaço muito pequeno para armazenar os arquivos recebidos e enviados. Atualmente conta-se com um armazenamento das mensagens muito grande e ainda é possível o armazenamento na nuvem.

Muitos *e-mails* indesejados contêm *links* da *Web* para spam ou *websites* maliciosos.

Apenas 1 em cada 4 produtos antivírus identificam campanhas de ataque compostas com *Web* e e-mail.

Os criminosos cibernéticos usam notícias, compras e outros temas de destaque para disfarçar tão bem os e-mails com spam que até destinatários espertos não resistem e clicam sobre eles.

### 3.5.4 INTERNET EXPLORER (CONFIGURAÇÃO, NAVEGAÇÃO)

O *Internet Explorer* é um dos principais navegadores da atualidade. Ele foi criado pela *Microsoft* e incorporado no Sistema Operacional *Windows* desde a versão do 95. Ele permite a navegação na *internet* em qualquer tipo de site.

Navegação é o termo usado quando alguém acessa as páginas da internet. Quando o usuário acessa a internet através de um *Browser* (navegador) e vai de página em página visualizando seus conteúdos, diz-se que ele está navegando.

**SAIBA MAIS**

Para saber qual a velocidade real do *Download* e do *Upload* que a operadora de telefonia contratada por você oferece, acesse o site: <http://www.minhaconexao.com.br/> e faça o teste.



## RECAPITULANDO

---

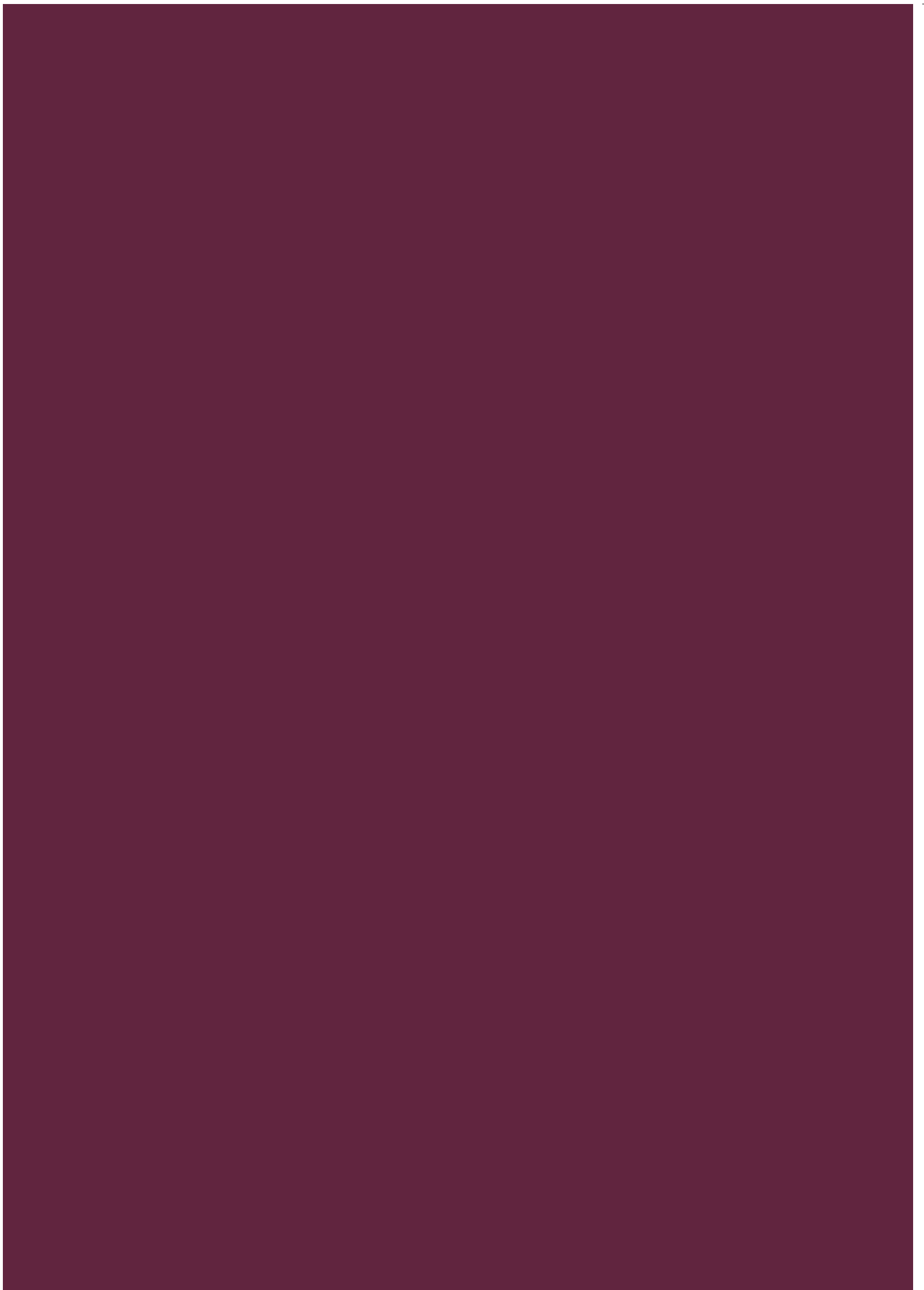
Neste capítulo, você estudou o conceito de informática e informação, Hardware e Software. Também compreendeu a importância de um Sistema Operacional e um pouco mais dos recursos que ele dispõe.

Estudou também que o Word é um dos softwares de edição de texto mais usado no mundo e seus recursos facilitam muito a vida de quem precisa escrever documentos. O pacote Office também disponibiliza a ferramenta Excel, que permite criar planilhas eletrônicas.

Também identificou a importância de usar um programa de compactação quando há vários arquivos para guardar ou até mesmo enviar para alguém. Além disso, estudou que os vírus são ameaças invisíveis que podem provocar problemas sérios nos computadores, e que, por isso, é preciso ter muito cuidado com e-mails recebidos, especialmente daqueles que não são de pessoas conhecidas ou que daqueles que se suspeita.

---







No nosso dia a dia medimos objetos, distância entre lugares, dimensões do corpo, etc. Você já parou para pensar como surgiram as unidades de medidas e as grandezas físicas que costumamos medir? Neste capítulo estudaremos as origens, os conceitos, suas aplicações, enfim, tudo o que envolve o metro e seus múltiplos e submúltiplos, bem como as unidades do sistema inglês. Conheceremos também os instrumentos de medição suas aplicações, seus tipos, a precisão de cada um deles, as tolerâncias de medidas, suas normas. Através dos conhecimentos que estudaremos neste capítulo, você terá condições de identificar as unidades de medidas e os respectivos instrumentos de medição e ensaio, também conseguirá efetuar a transformação de unidades de medida, além de saber escolher o método de medição mais adequado ao processo ou instrumento que deverá ser utilizado.

Você já ouviu falar na ciência que estuda as medidas? Ainda não? Então vamos lá, mãos à obra.

## 4.1 CONCEITO, HISTÓRICO E APLICAÇÃO

Metrologia é a ciência que estuda as medidas, englobando todos os princípios da teoria e sua prática, garantindo o nível de precisão exigidos nos processos produtivos.

A palavra metrologia é originária da Grego, metron = medidas, e logos, que significa ciências.

Desde os primórdios, o homem já usava a metrologia. Naquela época, o homem tinha como parâmetros de medidas as partes do seu corpo, como o dedo polegar, o palmo, o pé, a jarda, a braça e o passo.

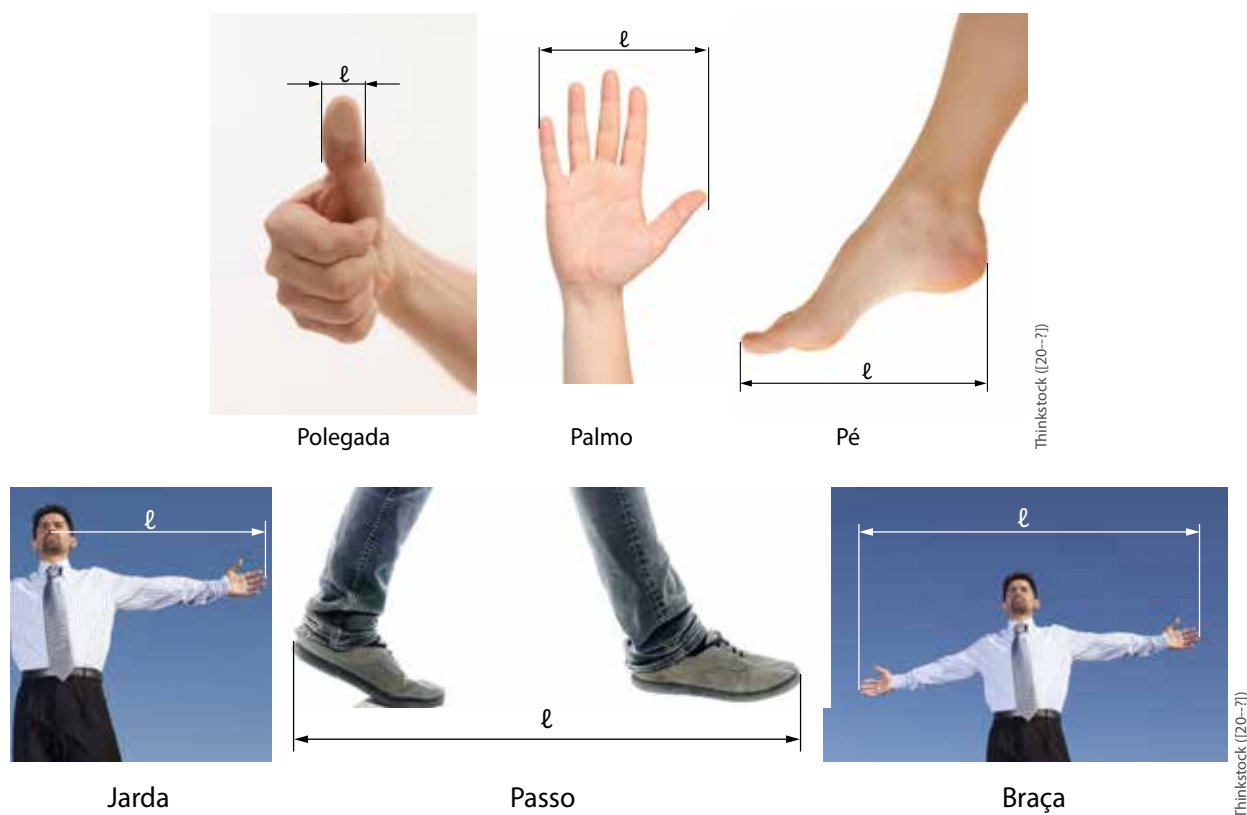


Figura 102 - Parâmetros de medidas  
 Fonte: Adaptado de (SECCO et al., 2009b, p. 13 e 14)

Geralmente essas medidas eram atribuídas aos reis da época, por isso, havia muita confusão, pois os reis não possuíam o mesmo tamanho, o que acarretava em diferenças nas medidas.

No antigo testamento, já se empregava o termo côvado como uma medida padrão. Na passagem bíblica sobre a arca de Noé, Deus mandou construir uma arca, fazendo referência a esta unidade, que era padrão na região. Um côvado equivalia a três palmos, ou seja, mais ou menos 66 cm.

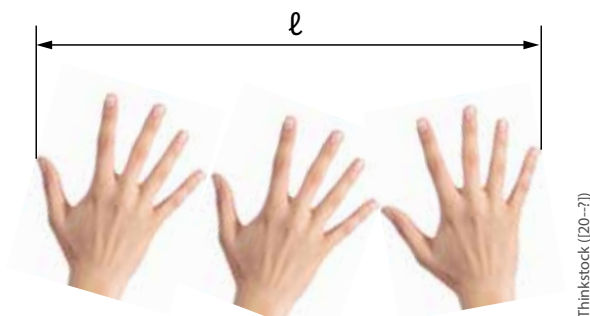
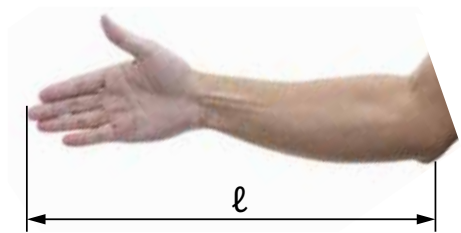


Figura 103 - Representação da medida do côvado  
 Fonte: Adaptado de (SECCO et al., 2009b, p. 14)

Outra medida muito utilizada na antiguidade era o cúbito, que equivalia a distância do cotovelo até o dedo médio, mas também não era muito precisa, pois variava conforme o tamanho da pessoa.

Para eliminar esse problema, os egípcios, em vez de usar o corpo humano, usaram uma barra de pedra com o mesmo comprimento que deu origem ao cúbito padrão. Com o passar do tempo, também foram usadas barras de madeira que, por ser mais leve, facilitava o transporte. Entretanto, o desgaste da madeira era muito mais rápido e, por isso, foram gravadas medidas de um cúbito padrão nos principais templos. Assim, quem quisesse, poderia conferir suas barras, ou até mesmo confeccionar outras.



O Cúbito

Figura 104 - Medida padrão egípcia

Fonte: Adaptado de (SECCO et al., 2009b, p. 15)

Thinkstock ((20--?))

Os egípcios usavam-no como padrão de medida de comprimento. Na Inglaterra a polegada, o pé, a jarda e a milha eram as unidades mais utilizadas durante os séculos XV e XVI. No século XVII, a França também começou a padronizar suas medidas com a criação da toesa, que era uma medida linear, construída numa barra de ferro com dois pinos nas extremidades e fixado na parede externa do Grand Chatelet, que ficava próximo a Paris. Assim, aquele que desejasse conferir seus instrumentos, poderia fazê-lo como era feito no cúbito padrão no Egito. Uma toesa equivalia a seis pés, aproximadamente a 182,9 cm. Este sistema também não foi uma boa solução, pois, com o passar do tempo, houve o desgaste da barra de ferro e o velho problema retornou, ou seja, medidas sem precisão.

Nesta época, surgiu então o movimento para estabelecer uma medida padrão que fosse encontrada na natureza para ser facilmente copiada. Este padrão também deveria ter os submúltiplos segundo o sistema decimal que já havia sido inventado na Índia, quatro séculos antes de Cristo. Depois de muitos estudos o político e diplomata Charles-Maurice Talleyrand apresentou um sistema com essas características que foi transformado em lei no dia 8 de maio de 1790.

Ficou estabelecido que essa unidade fosse igual à décima milionésima parte de um quarto do meridiano terrestre. Então surgiu o metro, do grego *metron*, que significava medir.



Figura 105 - Globo terrestre

Thinkstock ((20--?))

Para medir o meridiano, os franceses usaram a toesa e mediram a distância entre as cidades de Dunkerque (França) e a cidade de Montjuich (Espanha). Depois de identificarem a distância entre essas duas cidades, fizeram os cálculos e chegaram a uma distância que foi materializada em uma barra de platina de secção retangular de 4,05 x 25 mm. O comprimento desta barra era equivalente ao comprimento padrão do metro. Após esta definição, o metro passou por outras duas revisões até chegar ao conceito atual.

Definição I: Metro é a distância entre dois extremos da barra de platina depositada nos arquivos da França e apoiada nos pontos de mínima flexão na temperatura de zero grau Celsius.

Definição II: Metro é a distância entre os eixos de dois traços principais marcados na superfície neutra do padrão internacional depositado no B.I.P.M (*Bureau International des Poids et Mesures*), na temperatura de zero grau Celsius e sobre uma pressão atmosférica de 760 mm Hg e apoiada sobre seus pontos de mínima flexão.

Hoje em dia, a referência usada é de 20 graus Celsius, pois nesta temperatura o metro tem o mesmo comprimento do padrão que se encontra na França. No Brasil, o padrão do metro em vigor é estabelecido pelo INMETRO, e se baseia na velocidade da luz, de acordo com a 17 Conferência Geral dos Pesos e Medidas de 1983.

O Metro, unidade de comprimento padrão do sistema métrico, hoje está definido como: Comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo, durante o intervalo de tempo de  $1/299.792.458$  do segundo.

Como se pode observar, o metro passou por um processo muito longo até chegar aos dias de hoje, uma medida exata, utilizada como padrão em todos os países que adotam as unidades de medidas do Sistema Internacional - SI.

Apesar de o metro ser a unidade de medida padrão adotada em todo território nacional, várias outras unidades são usadas. Por exemplo, na mecânica, usa-se o milímetro, que é um submúltiplo do metro, e a polegada, que pertence ao sistema inglês. Já na marcenaria, usa-se o centímetro; e em medição de rodovias, emprega-se o quilometro, que são submúltiplo e múltiplo do metro, respectivamente.

Atualmente, o sistema inglês ainda é muito usado na Inglaterra, nos Estados Unidos e aqui no Brasil também, pois vários equipamentos são importados. Por isso, são comuns os termos: em jardas, pés, polegadas etc.

## 4.2 NORMAS APLICADAS À METROLOGIA

Como em todo segmento, a metrologia também tem suas normas técnicas, que são elaboradas por um órgão oficial, dotado de todos os aparatos legais para tal. Este órgão define regras, diretrizes ou características de um determinado processo, serviço, material ou produto. Conheça algumas delas:

### **Normas técnicas aplicadas em laboratórios de calibração:**

- a) Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025: 2005.
- b) Norma ABNT NBR NM-ISSO 7500-1.

**Normas técnicas para instalações elétricas de baixa tensão:**

- a) Norma ABNT NBR IEC 60269-1: 2003 - Dispositivos fusíveis de baixa tensão.
- b) Norma ABNT NBR NM 60898:2004 – Disjuntores para proteção de sobre correntes, instalações domésticas e similares (IEC 60898: 1995 MOD).

**Normas técnicas para Construção Civil:**

- a) NBR 15884-3: 2010 – Sistema de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria, policloreto de vinila clorado (CPVC) parte 3; montagem, instalação armazenamento e manuseio.
- b) NBR – 14956-1 - Blocos de concreto celular autoclavado<sup>1</sup> execução de alvenaria sem função estrutural –procedimento com argamassa colante industrializada.

**Normas técnicas aplicadas a mecânica:**

- a) Norma ABNT NBR 14887:2013 – Especifica os requisitos e métodos de ensaio e marcação de martelos tipo bola.
- b) Norma ABNT NBR ISO 281: 2010 –Especifica métodos de cálculos da capacidade de carga dinâmica básica de mancais de rolamentos dentro de campo de dimensões mostrados nas publicações ISO, fabricados com aço para rolamentos, com tratamento térmico de alta qualidade, normalmente utilizados e usuais.

**SAIBA  
MAIS**

No site da ABNT ([www.abnt.org.br](http://www.abnt.org.br)), você poderá adquirir mais informações a respeito das normas técnicas, como são elaboradas, certificadas, o que é uma certificação de norma, como obter etc.

**4.3 UNIDADES DE MEDIDAS**

Não seria nada fácil conviver em um mundo sem padrões de medida. Hoje, com todas as normas e padrões existentes, ainda ocorre a compra de produtos que não se consegue utilizar, pois foram fabricados segundo padrões ou normas diferentes daquelas que são adotadas no Brasil. Apenas por este simples fato, é importante conhecer as unidades de medidas, seus padrões e onde são utilizadas.

A vida no ambiente industrial é guiada por padrões, normas e procedimentos, acompanhada de planejamento, controle de dados e informações. Isso tem uma razão: as empresas necessitam de lucro para sobreviver e investir. Seus processos devem ser eficientes, para obterem bons resultados, alicerçados na eficácia das suas ações. Em virtude disto, deve-se refletir sobre a importância das unidades de medidas dentro do ambiente industrial e na nossa vida.

<sup>1</sup> É um material que foi submetido a uma autoclave industrial (equipamento para esterilizar artigos ou materiais através do calor úmido sob pressão)..

Para projetar, contar, medir, comprar, aferir<sup>2</sup>, etc., faz-se necessário conhecer as unidades de medidas, seus padrões e que instrumento (s) e método (s) utilizar para efetuar o controle.

O termo medida está relacionado ao valor numérico de uma grandeza física, que é sempre acompanhada de uma unidade de medida. O Sistema internacional - SI escolheu, em 1971, na 14ª Conferência Geral sobre Pesos e Medidas, ter como base sete grandezas físicas, com suas respectivas unidades de medidas fundamentais.

Estas unidades de medidas foram adotadas como padrão para que em qualquer lugar do mundo se tenha condições de efetuar a transformação e a comparação entre unidades de mesma espécie.

Um exemplo é o quilograma, unidade de medida padrão da grandeza física de massa, conforme definido pelo Sistema Internacional - SI. Na tabela, a seguir, estão relacionadas as sete grandezas físicas adotadas pelo Sistema Internacional - SI, com suas respectivas unidades de medidas e simbologias.

GRANDEZA FÍSICA	NOME	SÍMBOLO
Comprimento	Metro	m
Massa	Quilograma	Kg
Tempo	Segundo	s
Intensidade de corrente elétrica	Ampére	A
Temperatura termodinâmica	Kelvin	K
Quantidade de matéria	Mol	Mol
Intensidade luminosa	Candela	cd

Quadro 3 - Grandezas físicas  
Fonte: Adaptado de (ALBERTAZZI, 2008, p. 22)

Quando ocorrem grandezas formadas por mais de uma grandeza básica, são denominadas de grandezas e de unidades derivadas. Na tabela, a seguir, você conhecerá as grandezas derivadas e sua relação com as unidades fundamentais.

GRANDEZAS DERIVADAS	UNIDADES DERIVADAS	SÍMBOLO	RELAÇÃO
Força	Newton	N	$1N = 1kg.m/s^2$
Pressão	Pascal	Pa	$1Pa = 1N/m^2$
Energia (trabalho)	Joule	J	$1J = 1N/m$
Potência	Watt	W	$1W = 1J/s$
Tensão elétrica	Volt	V	$1V = 1W/A$

Quadro 4 - Grandezas físicas derivadas  
Fonte: Adaptado de (ALBERTAZZI, 2008, p. 26)

As unidades derivadas são assim denominadas, pois designam unidades fundamentais, conforme já exemplificado na tabela anterior.

2 Examinar a exatidão dos instrumentos que servem para pesar, medir etc., utilizando seus respectivos padrões.

#### 4.4 MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS

A grande maioria das pessoas possui uma trena, um metro de madeira, uma fita métrica ou mesmo uma régua graduada. Esses instrumentos, apesar de não serem calibrados, representam as unidades de comprimento derivadas do metro que é o padrão definido pelo SI.

Difícilmente o valor das medições é expresso apenas em metros, mas também em centímetros e milímetros. Essas subdivisões do metro, que são grandezas de comprimento, denominam-se submúltiplos, como, por exemplo, o (centímetro, decímetro, milímetro etc.).

Ao medir uma rodovia, o seu comprimento é expresso em quilômetros, que é denominado de múltiplo do metro, assim como o decâmetro, hectômetro etc.

Nas tabelas, a seguir, será apresentada a formação dos múltiplos e submúltiplos das unidades de medida, conforme definido pelo SI e seus prefixos.

PREFIXO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO/FATOR DE MULTIPLICAÇÃO
Yotta	Y	$10^{24}$
Zetta	Z	$10^{21}$
Exa	E	$10^{18}$
Peta	P	$10^{15}$
Tera	T	$10^{12}$
Giga	G	$10^9$
Mega	M	$10^6$
Quilo	k	$10^3$
Hecto	h	$10^2$
Deca	da	10

Quadro 5 - Múltiplos das unidades de medidas conforme SI  
Fonte: Adaptado de (ALBERTAZZI, 2008)

PREFIXO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO/FATOR DE MULTIPLICAÇÃO
Deci	d	$10^{-1}$
Centi	c	$10^{-2}$
Mili	m	$10^{-3}$
Micro	$\mu$	$10^{-6}$
Nano	n	$10^{-9}$
Pico	p	$10^{-12}$
Femto	f	$10^{-15}$
Atto	a	$10^{-18}$
Zepto	z	$10^{-21}$
Yocto	y	$10^{-24}$

Quadro 6 - Submúltiplos das unidades de medidas conforme SI  
Fonte: Adaptado de (ALBERTAZZI, 2008, p. 28)

Dependendo da necessidade, podem ser criadas tabelas mais simplificadas de acordo com a unidade de medida que se deseja representar, conforme exemplo apresentado na tabela, a seguir:

KM	HM	DAM	M	DM	CM	MM
$10^3$	$10^2$	10	1	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$
1000m	100 m	10 m`		0,1 m	0,01 m	0,001 m

Quadro 7 - Múltiplos e Submúltiplos do metro conforme SI  
Fonte: do Autor

Seguindo este raciocínio, os valores medidos podem ser representados de diversas maneiras, conforme exemplos a seguir:

a) Escrevendo 0,000001 m (um milionésimo do metro, ou 1 micrômetro), ou com adoção do prefixo -  $1\mu\text{m}$  ou ainda com o fator de multiplicação  $1 \times 10^{-6}\text{m}$ .

b) Escrevendo 65000000 V (sessenta e cinco milhões de volts, ou 65 megavolts), ou com adoção do prefixo - 65MV; ou ainda com o fator de multiplicação  $6,5 \times 10^7\text{V}$ .

c) Escrevendo 0,005 A (cinco miliamperes), ou com adoção do prefixo 5mA; ou ainda com o fator de multiplicação  $5 \times 10^{-3}\text{A}$ .

d) Escrevendo 1000000 W (um milhão de watts, ou megawatt), com a adoção do prefixo 1MW; ou ainda com o fator de multiplicação  $1 \times 10^6\text{W}$ .

Estas representações podem ser utilizadas para todas as unidades do Sistema Internacional.

## 4.5 MEDIDAS E CONVERSÕES

O padrão do sistema inglês é a jarda, que, assim como o metro, também tem sua história. Esta unidade de medida foi criada pelos alfaiates ingleses da época. O termo vem da palavra inglesa *yard*, que significa “vara”, reverenciando o uso das varas nas medições.

Este sistema foi oficializado no século XII, pelo rei Henrique I. A jarda equivale a distância entre o nariz do rei, até o seu dedo polegar com o braço esticado.

Igualmente aos bastões do cúbito, também foram construídas e distribuídas, barras metálicas para facilitar as medições. Apesar de tentar uniformizar a jarda, não se evitou que o padrão sofresse alterações.

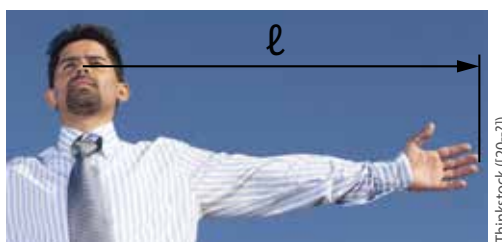


Figura 106 - Representação da jarda  
Fonte: Adaptado de (SECCO et al., 2009b, p. 19)

As relações que existiam entre jardas, pés e polegada também eram determinadas pelos reis, que assim fixavam:

$$1 \text{ pé} = 12 \text{ polegadas}$$

$$1 \text{ jarda} = 3 \text{ pés}$$

Medidas em polegada: A polegada é dividida em fração ordinária, com o denominador par e com seu numerador ímpar, em casos onde o numerador também é par, deve-se efetuar a simplificação.

$$\frac{1}{4}'' = (\text{um quarto de polegada});$$

$$\frac{1}{8}'' = (\text{um oitavo de polegada});$$

$$\frac{1}{16}'' = (\text{um dezesseis avos de polegada});$$

$$\frac{1}{128}'' = (\text{um cento e vinte e oito avos de polegada}).$$

Na simplificação, deve-se dividir o numerador e o denominador por dois até o momento que não se consiga mais dividir o numerador.

$$\frac{4''}{8} = \frac{2''}{4} = \frac{1''}{2}$$

Além do sistema ordinário, há o sistema decimal de polegada, que foi criado por causa da dificuldade dos cálculos com polegada ordinária na indústria.

Exemplos:

a)  $2,004'' = 2 \text{ polegadas e } 4 \text{ milésimos.}$

b)  $3,2358'' = 3 \text{ polegadas e } 2358 \text{ décimos de milésimos.}$

c)  $0,635'' = 635 \text{ milésimos de polegada.}$

No sistema inglês, é usada a vírgula ou um ponto onde se separa os decimais. Em casos onde se requer mais precisão, usa-se a divisão de milionésimos de polegada, conhecido também como micro polegada.

Quando uma máquina apresentar uma medida com unidade diferente da que é usada habitualmente, é necessário fazer a conversão, ou seja, sua transformação.

Sempre que um equipamento tiver suas medidas em polegada fracionária e se deseja transformá-la em milímetro, é preciso:

a) se for uma polegada inteira, basta multiplicar por 25,4 mm (uma polegada);

b) se for uma fração de polegada, deve-se multiplicar o numerador por 25,4mm e, em seguida, dividir o resultado pelo denominador da fração;

c) se for uma polegada inteira junto com uma fracionária, é preciso transformá-la numa fração imprópria e, em seguida, aplicar a fórmula.

Exemplos:

$$a) 3'' = 3 \times 25,4 = 76,2 \text{ mm}$$

$$b) \frac{5''}{16} = \frac{5 \times 25,4}{16} = 7,93 \text{ mm}$$

$$c) 2 \frac{3}{8}'' = \frac{19}{8} = \frac{19 \times 25,4}{8} = 60,325 \text{ mm}$$

Para se fazer a conversão de milímetro para polegada fracionária, deve-se dividir o valor em milímetro por 25,4 (uma polegada) e, em seguida, multiplicar por 128. Este resultado será o numerador de uma fração na qual o denominador será 128. Caso o resultado do numerador for diferente de um número inteiro, arredonda-se para o número inteiro mais próximo.

Exemplo: 9,52 mm.

$$9,52 = \frac{9,52}{25,4 \times 128} = \frac{0,375 \times 128}{128} = \text{SIMPLIFICANDO} = \frac{48''}{128} = \frac{24''}{64} = \frac{12''}{32} = \frac{6''}{16} = \frac{3''}{8}$$

Um método mais simples de converter milímetro para polegada fracionária é multiplicar o valor em milímetro por 5,04, mantendo 128 como denominador e, se necessário, fazer o arredondamento do numerador.

Exemplos: 9,52 mm e 7,93 mm.

$$A) \frac{9,52 \times 5,04}{128} = \frac{47,980}{128} = \text{Arredondado} = \frac{48}{128} \text{ Simplificando} = \frac{48''}{128} = \frac{24''}{64} = \frac{12''}{32} = \frac{6''}{16} = \frac{3''}{8}$$

$$B) \frac{7,93 \times 5,04}{128} = \frac{39,967''}{128} = \text{Arredondando} = \frac{40''}{128} \text{ Simplificando} = \frac{40''}{128} = \frac{20''}{64} = \frac{10''}{32} = \frac{5''}{16}$$



#### CURIOSIDADES

A constante 5,04 foi encontrada através da divisão de 128 (menor medida da polegada fracionária) por 25,4 (uma polegada)  $128/(25,4)=5,03937$  que arredondando é igual a 5,04.

Para converter a polegada milesimal em polegada fracionária, multiplica-se a medida da polegada milesimal por 128 (menor divisão da polegada) e mantendo o mesmo 128 como denominador. Em seguida, simplifica o resultado. Caso o numerador não resulte em número inteiro após a multiplicação, deve ser arredondado.

Exemplos:

$$\text{a) } \frac{0,675'' \times 128}{128} \quad \text{Simplificando} \quad \frac{80''}{128} = \frac{40''}{64} = \frac{20''}{32} = \frac{10''}{16} = \frac{5''}{8}$$

$$\text{b) } \frac{0,5'' \times 128}{128} \quad \text{Simplificando} \quad \frac{64''}{128} = \frac{32''}{64} = \frac{16''}{32} = \frac{8''}{16} = \frac{4''}{8} = \frac{2''}{4} = \frac{1''}{2}$$

$$\text{c) } \frac{0,123'' \times 128}{128} = \frac{15,744''}{128} \quad \text{Arredondando} \quad \frac{16''}{128} \quad \text{Simplificando} \quad \frac{8''}{64} = \frac{4''}{32} = \frac{2''}{16} = \frac{1''}{8}$$

Para transformar polegada milesimal em polegada fracionária, deve-se dividir o numerador da fração pelo denominador, obtendo-se, assim, o valor em polegada milesimal.

Exemplos:

$$\text{A) } \frac{5''}{16} = 0,3125''$$

$$\text{B) } \frac{1''}{8} = 0,125''$$

$$\text{C) } \frac{3''}{4} = 0,75''$$

## 4.6 MÉTODOS DE MEDIÇÃO

Antes de se falar sobre métodos de medição, é importante entender um pouco mais sobre seu conceito e suas finalidades. Medir é a operação de designar valores numéricos a uma grandeza física. Como montar um projeto de uma máquina ou equipamento, sem especificar as dimensões? Certamente esse projeto jamais se tornaria realidade. A medição tem por finalidades permitir controle de processos, determinar tendências, obter valores etc.

**a) Métodos de Medição:** Na metrologia, tem-se dois métodos de medição: o método de medição direto e o método de medição indireto, por comparação.

**b) Método de Medição Direta:** É o método usado quando se avalia uma grandeza a ser medida, diretamente com instrumentos, aparelhos ou máquinas. Ex.: Medição entre dois pontos com régua graduada ou trena.

**c) Método de Medição Indireto por Comparação:** Consiste em determinar a medida de uma peça em relação a outra através da comparação de dimensões e padrões da mesma. **Exemplo:** Utilização de relógio comparador, controle de peças com calibradores passa-não-passa.

## 4.7 INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO – TIPOS, APLICAÇÃO E LEITURA

Instrumentos de medição são dispositivos utilizados para realizar a aferição de medidas em peças e equipamentos, a fim de determinar a conformidade com as especificações exigidas. Na área da mecânica existem vários instrumentos, desde uma simples trena, evoluindo para paquímetros, micrômetros digitais, relógios apalpadores, relógios comparadores, calibradores, etc., até os mais sofisticados, como equipamentos tridimensionais de medida.

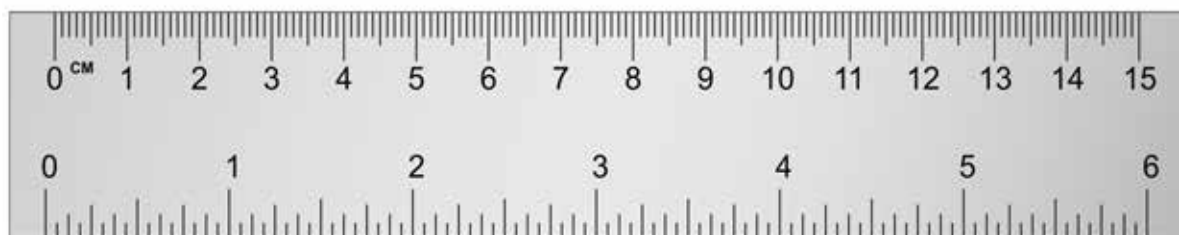
A aplicação dos instrumentos de medição pode partir da simples medida de comprimento de um parafuso, até medidas de peças de precisão muito complexas. Dependendo da procedência do projeto, podemos encontrar cotas em polegadas, por exemplo, e por este motivo é comum encontrarmos instrumentos de medição com escalas onde a leitura pode ser realizada no sistema métrico ou no sistema inglês, em polegada.

Apesar do padrão ser o sistema métrico, os instrumentos com escalas em polegada ainda são bastante usados no Brasil.

A seguir, você conhecerá cada um desses instrumentos, os tipos existentes, a aplicação de cada um deles, seu grau de precisão, os cuidados que se deve ter em manuseá-los e a certificação, se houver.

### 4.7.1 RÉGUA GRADUADA

É um dispositivo de medição muito utilizado, porém não pode ser considerado como um instrumento de precisão, pois são utilizados em trabalhos com “erros admissíveis”, geralmente no sistema métrico sua graduação equivale a 0,5 mm e no sistema inglês  $\frac{1}{32}$ .



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 107 - Régua graduada  
Fonte: do Autor

Essas réguas apresentam-se em várias dimensões que vão desde 150 mm até 3000 mm. Em uma oficina geralmente são empregadas as de 150 mm (6") e 300 mm (12").

### Tipos e uso de Régua Graduada

**Régua sem encosto:** Para medir com a régua sem encosto, deve-se utilizar uma medida de referência. Assim que executada a medição, o valor total deverá ser subtraído do valor de referência.

Ex.: Se usada como medida de referência o valor de 20 mm e o total de nossa medição for igual a 100 mm, deve-se subtrair o valor de referência do valor total, ou seja:

$100 \text{ mm} - 20 \text{ mm} = 80 \text{ mm}$ , o valor real da peça será 80 mm.

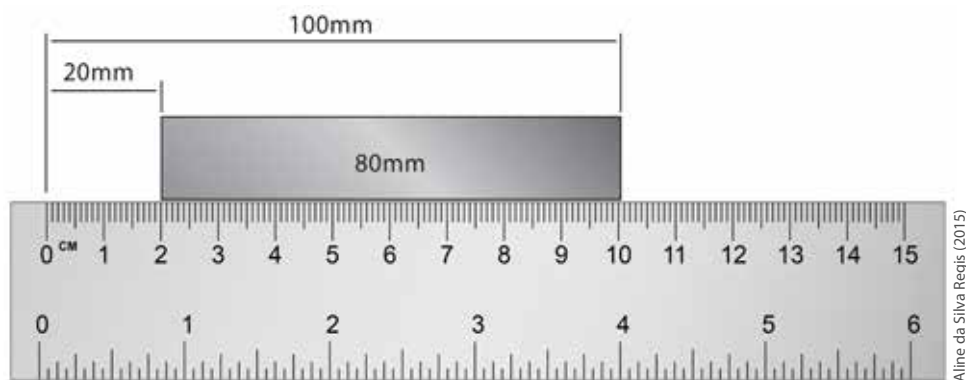


Figura 108 - Régua sem encosto  
Fonte: do Autor

**Régua Graduada com Encosto Interno:** Geralmente esse tipo de régua é usada quando se deseja medir peças com faces internas de referência.

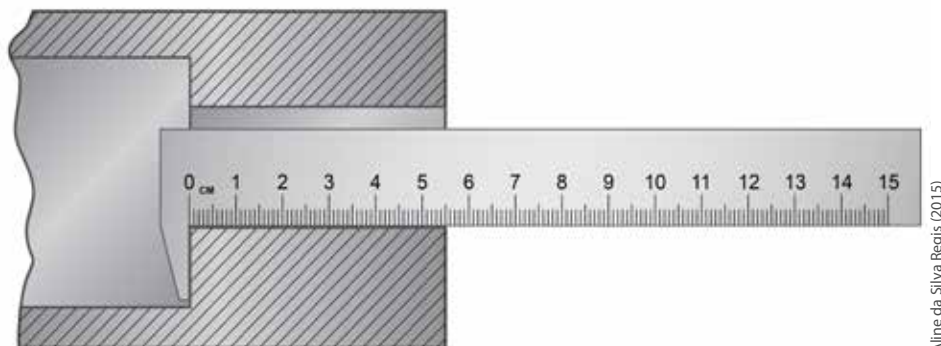


Figura 109 - Régua graduada com encosto interno  
Fonte: do Autor

**Régua graduada com Encosto:** Utilizada para medir o comprimento de peças que tenham uma face externa que será usada como encosto para mesma.

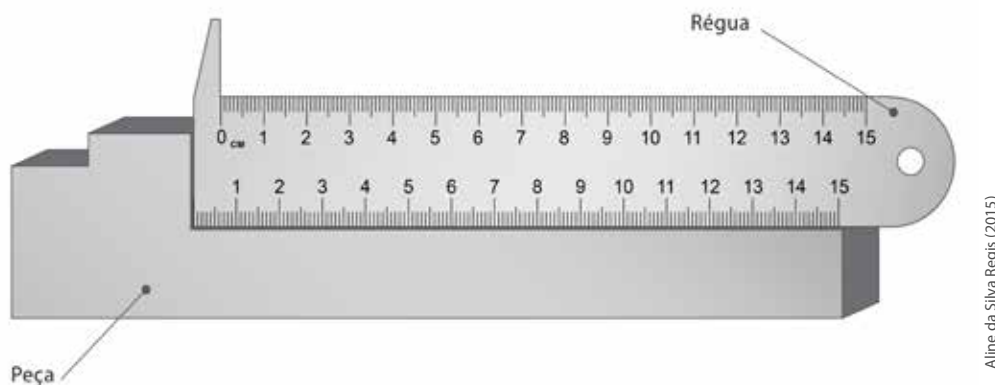


Figura 110 - Régua graduada com encosto  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

**Régua de Profundidade:** Utilizada para medir rebaixos de furos, canais de chavetas, rebaixos internos de peças, etc.



Figura 111 - Régua de profundidade  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

**Régua Rígida de aço inoxidável:** É um instrumento muito utilizado para fazer acompanhamento do deslocamento de máquinas, para traçar<sup>3</sup> e verificar dimensões lineares.

<sup>3</sup> Define-se traçagem como a operação de marcar o contorno de uma peça, o centro dos furos, raios, ângulos etc., utilizando as ferramentas e instrumentos adequados ao processo.



Figura 112 - Régua rígida de aço inoxidável

As características que as Réguas graduadas devem seguir para atender os padrões de utilização são:

- a) ótimo acabamento;
- b) faces bem polidas;
- c) escala deve estar bem nítida;
- d) geralmente construída de aço inoxidável ou material que possa ser tratado termicamente;
- e) os traços da escala devem ser exatos, uniformes e bem definidos.

Na escala, o erro de divisões e sua retilinidade<sup>4</sup> deve obedecer ao máximo às normas especificadas.

As Escalas Graduadas devem ser conservadas da seguinte maneira:

- a) evitar quedas e que a mesma fique misturada com outras ferramentas de trabalho;
- b) cuidar ao máximo para que não sofra danos em sua graduação e comprometa a leitura;
- c) evitar flexionar a escala para não torcê-la ou até mesmo parti-la;
- d) evitar choques com outras ferramentas ou peças;
- e) após o uso, deve-se limpá-la, lubrificá-la e guardá-la em local apropriado.

#### **Leitura do Sistema métrico na Escala Graduada:**

A escala graduada no sistema métrico geralmente é dividida em milímetros, ou seja, a distância entre dois traços menores da escala equivale a 1 mm. Assim, quando na escala a medida estiver no décimo quinto traço, tem-se a medida de 15 mm.

<sup>4</sup> Diz-se que uma linha, uma reta ou barra tem uma condição de retilinidade adequada, quando ela está limitada por valores de tolerância especificados.

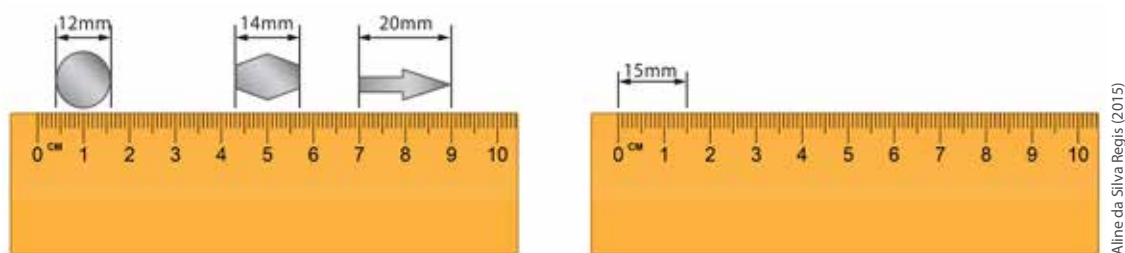


Figura 113 - Leitura do sistema métrico na escala graduada

Fonte: do Autor

### Leitura do Sistema Inglês (Polegada Fracionária) na Escala Graduada

No sistema inglês, uma escala de precisão pode ter até 32 divisões por polegada, mas geralmente as mais encontradas são com divisão equivalente a  $1/16''$ . Quando for feita uma leitura na escala, observa-se sempre qual traço coincide com a extremidade da peça. Tem que verificar sempre a altura do traço, pois assim será mais fácil de identificar em quantas partes a polegada está dividida.

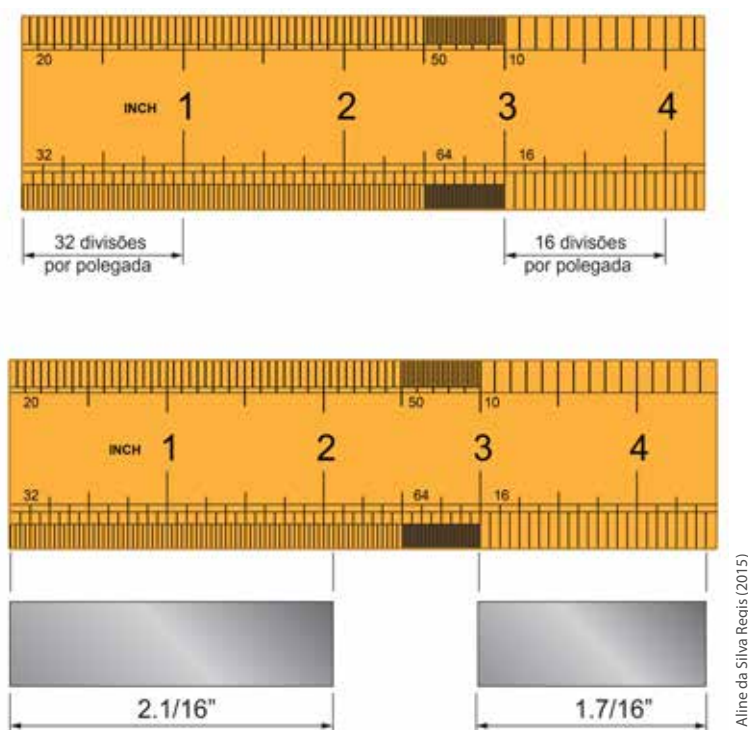
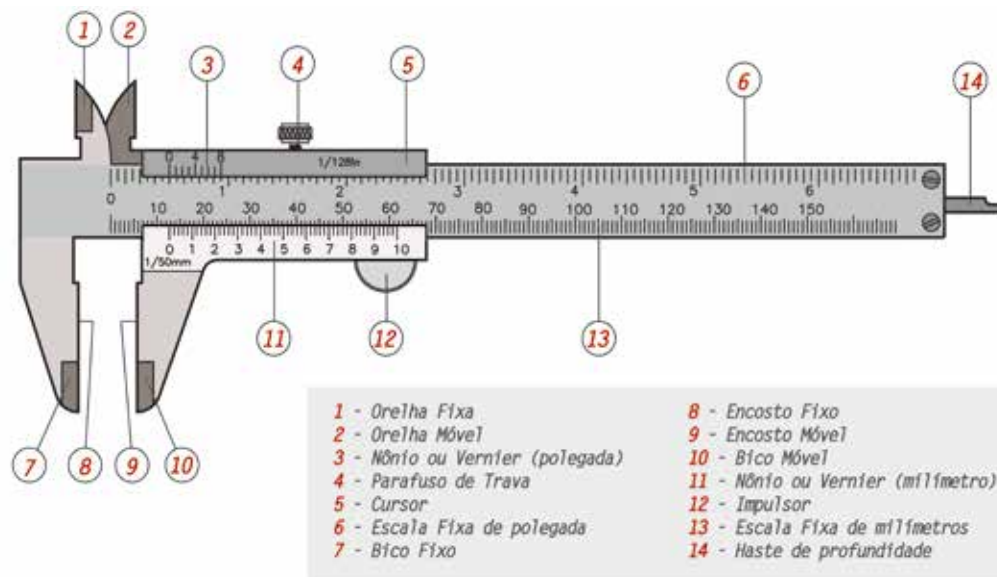


Figura 114 - Leitura do sistema inglês (polegada fracionária) na escala graduada

Fonte: do Autor

### 4.7.2 PAQUÍMETRO (LEITURA NO SISTEMA MÉTRICO, INGLÊS FRACIONÁRIO E MILESIMAL)

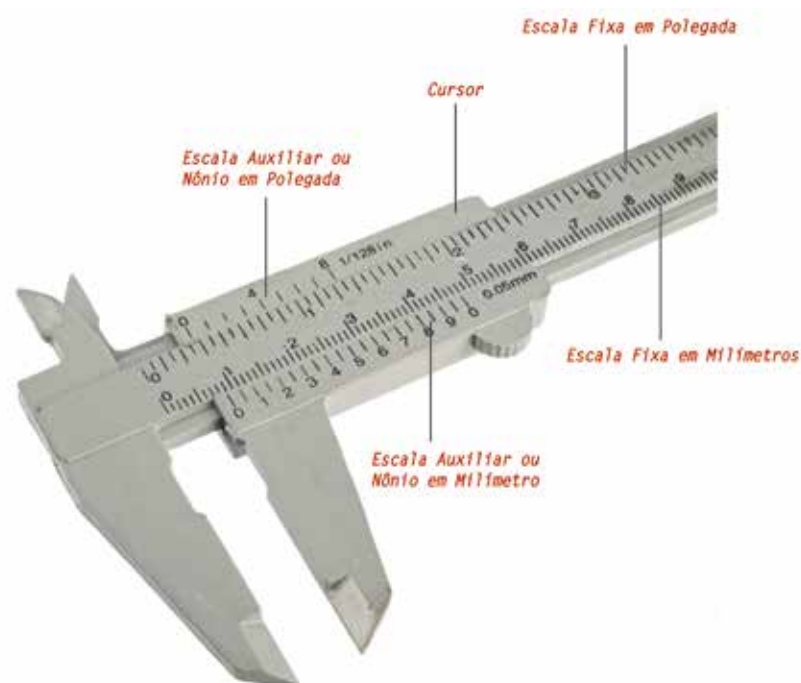
O paquímetro é um instrumento utilizado para medir dimensões lineares de diversos tipos de peças e ferramentas. Pode efetuar medições internas, externas, de profundidade de furos, de rebaxos e até ressal-tos.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 115 - Nomenclatura do paquímetro  
Fonte: do Autor

O paquímetro é uma régua graduada com encosto, tem um cursor que desliza sobre ela, para que se possa obter as medidas. Na parte superior dessa régua, estão as unidades de medida em polegada; na parte inferior, as unidades de medidas em milímetros. Igual à régua de encosto, ele também tem um cursor que, na parte superior, possui uma escala auxiliar em polegada e, na parte inferior, uma escala auxiliar em milímetros. A escala do cursor é chamada de nônio ou Vernier, homenagem dada ao português Pedro Nunes e ao francês Pierre Vernier. Existem casos em que os paquímetros podem ter medidas apenas em polegadas ou somente medidas em milímetros.



Thinkstock ([20-?])

Figura 116 - Paquímetro

### Tipos de Paquímetros e suas aplicações

a) **Paquímetro Quadrimensional:** É o mais utilizado no dia a dia. Com ele, pode-se realizar medições externas, internas, medições de profundidade e de ressalto.

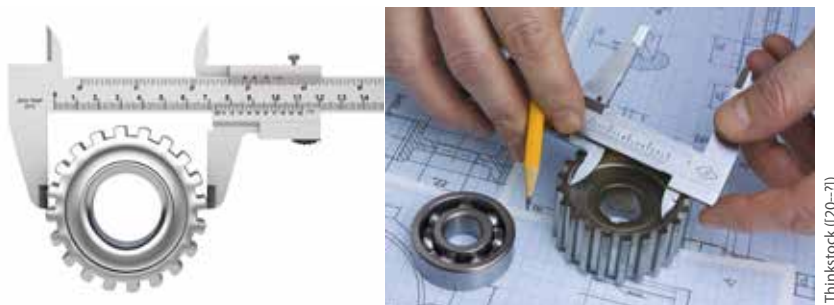


Figura 117 - Exemplo de medição externa e medição interna

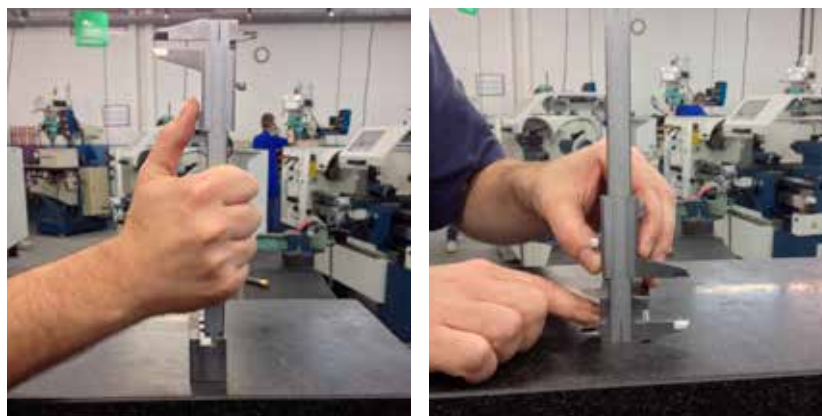


Figura 118 - Exemplo de medição de profundidade e de ressalto  
Fonte: do Autor

No desenho, a seguir, é possível observar as partes do paquímetro universal ou quadrimensional utilizadas no processo de medição. No ponto "A", realizam-se medições externas de peças e ferramentas; no ponto "B", realizam-se medições internas de rasgos e furos. No ponto "C", é mediada a profundidade de furos e rasgos. Já no ponto "D", é utilizado o encosto para a medição de ressalto.

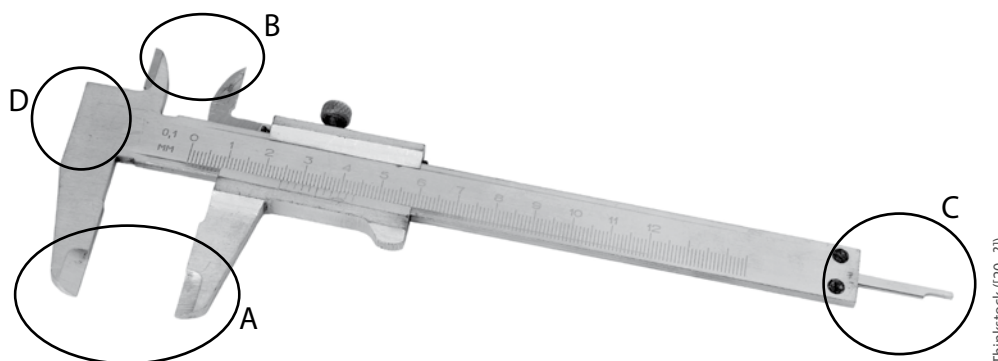


Figura 119 - Paquímetro quadrimensional

**b) Paquímetro Universal com Relógio:** É um instrumento de medição muito versátil, pois permite a medição de medidas internas, externas e de profundidade, de maneira rápida e com muita precisão. É um paquímetro quadrimensural com um relógio adaptado ao seu cursor.



Figura 120 - Paquímetro universal com relógio

**c) Paquímetro Digital:** São usados para medir grandes quantidades de peças, pois com um digital acoplado no seu cursor, pode-se obter uma leitura rápida e eficaz, também evitando o erro de paralaxe<sup>5</sup>. Este instrumento é muito usado para controle estatístico.



Figura 121 - Paquímetro digital

**d) Paquímetros de Profundidade:** É um instrumento de medição projetado para verificar as dimensões de peças com ressalto, profundidade de furos e também peças com degraus. São construídos em aço inoxidável com superfícies de encosto temperadas e microlapidadas. Podem ser fabricados com a haste simples e haste de gancho.

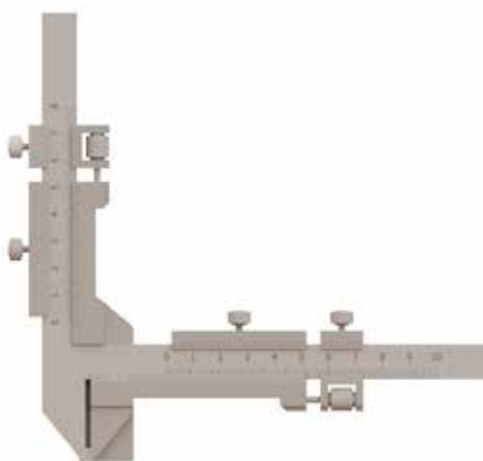
<sup>5</sup> É o deslocamento angular aparente entre duas linhas ou objetos, levando em consideração o ponto de observação do operador.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 122 - Paquímetro de profundidade  
Fonte: do Autor

e) **Paquímetro Duplo:** É um instrumento presente em empresas de usinagem e em ferramentarias, onde são fabricadas engrenagens, pois é indicado para a medição de dentes de engrenagens.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 123 - Paquímetro Duplo  
Fonte: do Autor

f) **Paquímetro com Bico Móvel Articulado:** Instrumento utilizado nas usinagens e ferramentarias para medir peças com conicidade<sup>6</sup> ou com rebaxos e também com medidas de diâmetros desiguais.

### Resolução do paquímetro

Para utilizarmos corretamente o paquímetro, é necessário que saibamos calcular sua resolução.

A resolução de um paquímetro equivale a menor medição que ele consegue realizar e pode ser definida, como o espaço compreendido entre a primeira divisão do nônio<sup>7</sup> com a primeira divisão da escala fixa.

6 É a razão da diferença dos diâmetros de duas seções pela distância entre estas seções.

7 É uma escala auxiliar que se localiza no cursor do paquímetro e normalmente possui uma divisão a mais que a escala fixa, possibilitando maior aproximação e exatidão ao processo de medição.

Para o cálculo da resolução de um paquímetro, deve-se usar a seguinte fórmula:

$$R = \frac{UEF}{NDN} \text{ ou seja } \text{Resolução} = \frac{\text{Unidade da Escala Fixa}}{\text{Número de Divisões do Nônio}}$$

### Leitura com paquímetro com escala e nônio em milímetros

No sistema métrico, a escala fixa do paquímetro é graduada em milímetros. Quando os valores medidos não são inteiros, os valores decimais e centesimais são complementados utilizando a escala auxiliar, ou seja, a escala do nônio.

### Cálculo da resolução do paquímetro com nônio em milímetros

- a) Nônio com 10 divisões:  $\text{Resolução} = \frac{1\text{mm}}{10 \text{ Divisões}} = 0,1\text{mm}$
- b) Nônio com 20 divisões:  $\text{Resolução} = \frac{1\text{mm}}{20 \text{ Divisões}} = 0,05\text{mm}$
- c) Nônio com 50 divisões:  $\text{Resolução} = \frac{1\text{mm}}{50 \text{ Divisões}} = 0,02\text{mm}$

Quando fazemos a medição com o paquímetro, é necessário sempre observar a leitura da escala fixa e também a leitura existente na escala auxiliar do nônio. Quando medimos uma peça, o valor que é lido na escala fixa do lado esquerdo do zero do nônio, será a medida dos milímetros inteiros, já o traço do nônio que coincidir com o traço da escala fixa, será a medida em décimo ou centésimo de milímetros, dependendo da resolução do paquímetro.

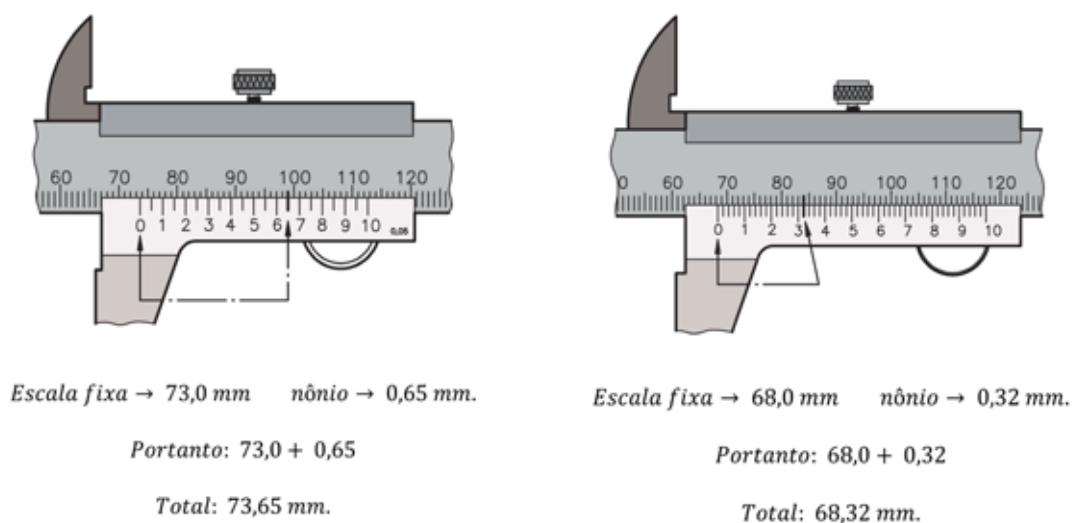


Figura 124 - Resolução do paquímetro com nônio em milímetros  
Fonte: do Autor

### Leitura de polegada fracionária

Nos paquímetros do sistema inglês, as escalas, fixa e do nônio, possuem graduação em polegada e em frações de polegada. Para efetuarmos a leitura dos valores fracionários da polegada, necessitamos da escala auxiliar do nônio.

Para que possamos utilizar este tipo de paquímetro, antes precisamos saber calcular sua resolução, ou seja, qual o valor de cada divisão do nônio.

Na escala fixa do paquímetro em polegada fracionária, o intervalo entre o traço do zero e o de uma polegada, está dividido em 16 partes iguais, ou seja, cada divisão equivale a  $\frac{1}{16}$ " avos da polegada. O nônio desse paquímetro possui 8 divisões, sendo assim, a sua resolução será de  $\frac{1}{128}$ " avos da polegada, conforme cálculo da resolução abaixo.

$$\text{Resolução} = \frac{\frac{1}{16}}{8} \quad R = \frac{1}{16} \div 8 = \frac{1}{16} \times \frac{1}{8} = \frac{1}{128}$$

Como resultado, temos que cada divisão do nônio equivale a:  $\frac{1}{128}$

Caso tenhamos duas divisões da escala do nônio, esta poderá ser simplificada, conforme exemplos abaixo:

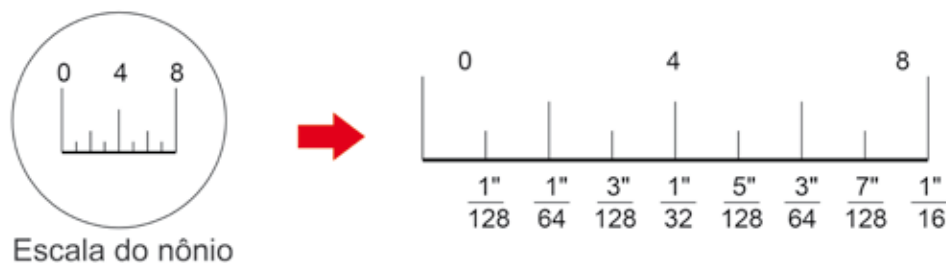
$$\text{a) } \frac{2''}{128} = \frac{1''}{64}$$

$$\text{b) } \frac{4''}{128} = \frac{2''}{64} = \frac{1''}{32}$$

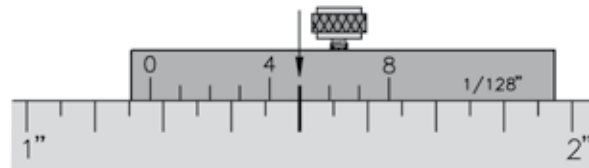
$$\text{c) } \frac{6''}{128} = \frac{3''}{64}$$

$$\text{d) } \frac{8''}{128} = \frac{4''}{64} = \frac{2''}{32} = \frac{1''}{16}$$

Do mesmo modo que o caso anterior, sempre que o denominador da fração for par, devemos simplificá-lo, conforme é ilustrado na escala do nônio a seguir.



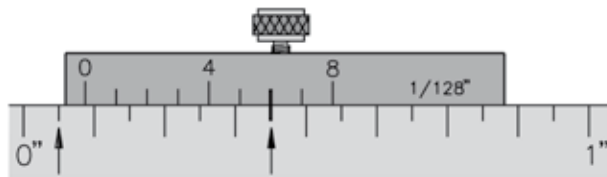
Para efetuamos a leitura no paquímetro com escala em polegada fracionária seguimos os mesmos passos realizados com o paquímetro em milímetros. Devemos primeiramente ler o valor registrado à esquerda do zero do nônio, e após, fazer a soma com o valor adquirido através da coincidência do traço da escala do nônio, com o traço da escala fixa. Veja a seguir alguns exemplos de leitura:



$$\text{Escala fixa} \rightarrow 2 \frac{3}{16} \quad \text{nônio} \rightarrow \frac{5}{128}$$

$$\text{Portanto: } 2 \frac{3}{16} + \frac{5}{128} \Rightarrow 2 \frac{24}{128} + \frac{5}{128}$$

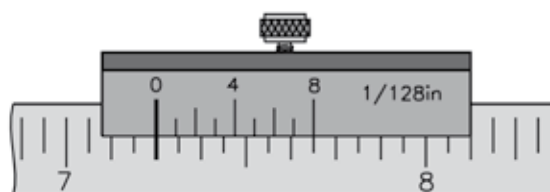
$$\text{Total: } 2 \frac{29}{128}$$



$$\text{Escala fixa} \rightarrow 3 \frac{1}{16} \quad \text{nônio} \rightarrow \frac{6}{128}$$

$$\text{Portanto: } 3 \frac{1}{16} + \frac{6}{128} \Rightarrow 3 \frac{8}{128} + \frac{6}{128} = 3 \frac{14}{128}$$

$$\text{Total: } 3 \frac{7}{64}$$



$$\text{Leitura} = 7 \frac{4}{16} = 7 \frac{2}{8} = 7 \frac{1}{4}$$

### Leitura de polegada milesimal

Para efetuar a medição no sistema inglês, em polegada milesimal, antes é necessário conhecer a resolução do paquímetro, conforme é demonstrado na figura a seguir.

Na escala fixa do paquímetro em polegada milesimal, o intervalo entre o traço do zero e o de uma polegada, está dividido em 40 partes iguais, ou seja, cada divisão equivale a  $1/40''$  avos da polegada. Ao convertermos para polegada milesimal, cada divisão será igual a  $0,025''$ . O nônio desse paquímetro possui 25 divisões, sendo assim, a sua resolução será de  $0,001''$ , conforme cálculo da resolução abaixo.

$$\text{Resolução} = \frac{UEF}{NDN} \quad R = \frac{0,025}{25} = 0,001''$$

A fórmula para o cálculo da resolução de um paquímetro com escala em polegada milesimal é a mesma utilizada para o sistema métrico.

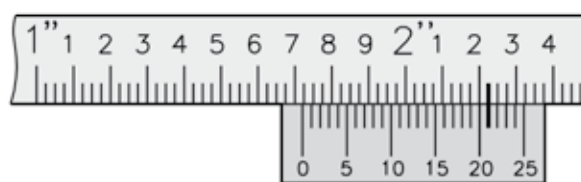
A maneira que efetuamos a leitura no paquímetro com escala em polegada milesimal é semelhante ao paquímetro com escala em milímetros. Devemos primeiramente ler o valor registrado na escala fixa, à esquerda do zero do nônio, e após, fazer a soma com o valor adquirido através da coincidência do traço da escala do nônio, com o traço da escala fixa.



*Escala fixa* → 0,450" *nônio* → 0,021".

*Portanto:* 0,450 + 0,021

*Total:* 0,471".



*Escala fixa* → 1,700" *nônio* → 0,021".

*Portanto:* 1,700 + 0,021

*Total:* 1,721".

### Os Erros de Leitura e Conservação do Paquímetro

Ao fazer a leitura com o paquímetro, é necessário prestar muita atenção nos erros que podem ocorrer, sendo que os mais comuns são: erro de paralaxe e o erro de força de medição.

**a) Erro de Paralaxe:** Este erro pode ser ocasionado através do ângulo de visão do operador em relação à posição do instrumento, quando estiver realizando a leitura. Este erro ocorre devido à construção do paquímetro, pois a escala do nônio fica sobre a escala fixa, então quando o paquímetro não está numa posição perpendicular aos traços que ficam sobrepostos quando cada um dos olhos projeta o traço do nônio em posições opostas. Para que este erro não ocorra, é necessário que o paquímetro esteja perpendicular aos olhos do técnico ou operador que está efetuando a leitura.

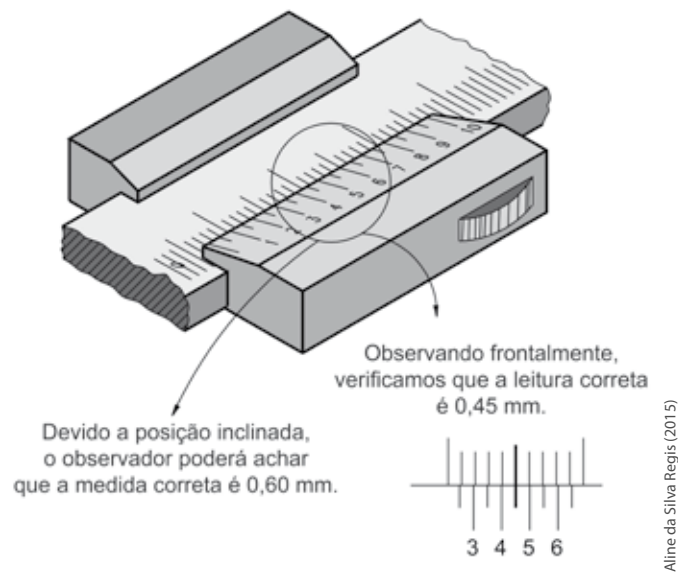


Figura 126 - Erro de Paralaxe  
Fonte: do Autor

**b) Erro de Força de Medição:** Devido a folga do cursor que é controlado por uma mola, na hora da leitura, pode acontecer uma inclinação do cursor em relação à escala fixa, ocasionando erro na medida. Por este motivo, o instrumento deve estar bem ajustado e o técnico também não deve exagerar na força de medição.

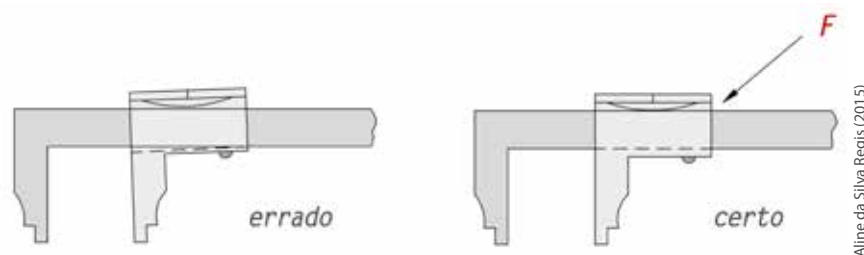


Figura 127 - Erro de Força de Medição  
Fonte: do Autor

Como todo instrumento de medição, o paquímetro também requer alguns cuidados especiais no seu manuseio e conservação:

- a) não deixá-lo cair;
- b) somente usá-lo como instrumento de medição e não como riscador;
- c) não deixá-lo misturado com outras ferramentas;
- d) após o uso, limpá-lo com pano seco e depois lubrificá-lo com uma leve camada de óleo;
- e) guardá-lo em lugar adequado, não expondo à luz do sol ou a altas temperaturas;
- f) não deixá-lo em lugar úmido;
- g) sempre guardá-lo no estojo;
- h) verificar periodicamente sua calibração.

### 4.7.3 TRAÇADOR DE ALTURA

Semelhante ao paquímetro com régua graduada e cursor, o traçador de altura tem sua régua graduada fixada em uma base no sentido vertical, com um cursor adaptado na mesma. Ele pode ser digital ou analógico e é um instrumento muito utilizado, pois facilita a traçagem de peças.



Thinkstock (20-?)

Figura 128 - Traçador de Altura

### 4.7.4 MICRÔMETRO

Patenteado na França no ano de 1848, por Jean Louis Palmer, o micrômetro era um instrumento que tinha a capacidade de fazer a leitura apenas em centésimos de milímetros.



SENA/SC (2015)

Figura 129 - Micrômetro

Fonte: Adaptado de (SECCO et al., 2009b, p. 63)

Com o passar dos anos, o micrômetro foi aprimorado, e então tornou-se possível alcançar medidas mais precisas do que com o paquímetro.

Foi o americano Laroy S. Starret que fez importantes mudanças no micrômetro comparado com o que tinha sido patenteado por Palmer. Laroy foi quem projetou as formas dos micrômetros usados ainda hoje.

Desde que foi inventado, são feitas pesquisas técnicas e de mercado com o objetivo de melhorar sua qualidade e fazer com que o micrômetro passe a ser usado nos mais diversos tipos de trabalho.

O funcionamento do micrômetro é semelhante ao sistema de porca e parafuso, onde a porca é fixa e o parafuso móvel. Cada volta completa que esse parafuso executar, fará o deslocamento igual a seu passo. O parafuso móvel é micrométrico e seu passo tem uma extrema precisão, dentro de uma porca ajustável. Este parafuso micrométrico tem um passo de 0,5mm ou (0,025"). No caso dos micrômetros com passo em milímetros, a circunferência da rosca é dividida em 50 partes idênticas, possibilitando leituras de 0,01mm ou 0,001" se o passo da rosca em polegada for dividido em 25 partes iguais.

Caso tenhamos um nônio com 10 divisões na bainha, obteremos uma leitura de 0,001 mm (ou 0,0001"), este é o mesmo método utilizado no paquímetro. Na figura a seguir, é possível observar as partes que constituem um micrômetro.

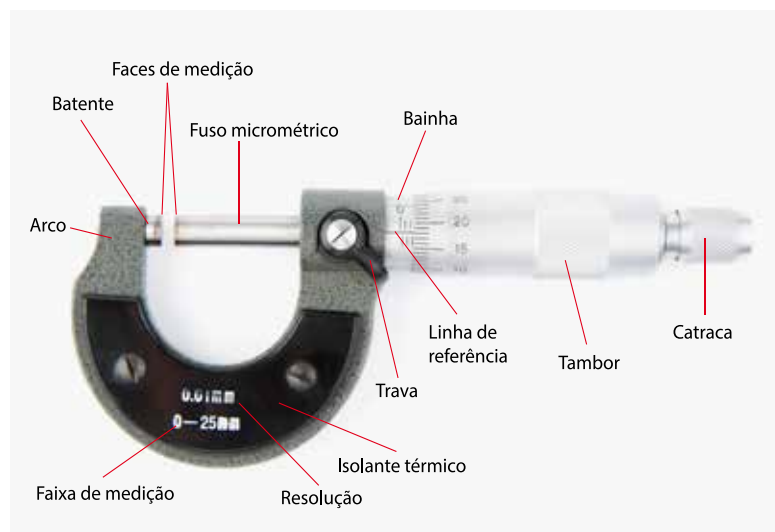


Figura 130 - Nomenclatura do micrômetro

Dependendo de suas características, os micrômetros podem ser classificados pela sua capacidade, sua resolução e sua aplicação.

**a) Capacidade:** A capacidade do micrômetro varia conforme o tamanho do seu arco, intercalando de 25 mm em 25 mm, chegando até 2000 mm.

**b) Resolução:** As resoluções nos micrômetros vão de um centésimo a um milésimo nos micrômetros em milímetros e de um milésimo a um décimo de milésimo nos micrômetros em polegada. Quando o micrômetro está totalmente fechado, com suas faces juntas, a borda do tambor se ajusta ao traço zero da bainha, e a linha em evidência na bainha se ajusta na escala do tambor.

**c) Aplicações:** Existem vários tipos de micrômetros, um para cada aplicação. Eles podem ser de profundidade, de arco profundo, com discos nas hastes, para medição de rosca, com contato em forma de "V", para medir paredes de tubos, com contador mecânico, digital, eletrônico etc.

A partir de agora, você irá aprofundar um pouco mais seus conhecimentos em cada tipo de micrômetro e sua aplicação:

**a) Micrômetro de profundidade:** São instrumentos utilizados para medir a profundidades de furos, ranhuras e peças escalonadas. Dependendo da profundidade que se deseja medir, são utilizadas hastes de extensão para poder aumentar a capacidade de medição do micrômetro.



SENAI/SC (2015)

Figura 131 - Micrômetro de profundidade  
Fonte: Banco de dados SENAI/SC

**b) Micrômetro Interno:** São instrumentos fabricados para realizar medições em superfícies cilíndricas e tubulares, estão divididos em dois tipos, os micrômetros internos de três contatos e o micrômetro interno de dois contatos, que se subdividem em micrômetro tubular e o tipo paquímetro. O micrômetro interno de três contatos proporciona maior precisão na medição, pois suas pontas estão dispostas entre si, formando um ângulo de  $120^\circ$  fazendo com que este micrômetro seja autocentrante. Também existe o micrômetro de três contatos com pontas intercambiáveis, muito utilizados para medir furos com rosca e canais. A vantagem desse micrômetro é que suas pontas podem ser trocadas para se adequar a peça a ser medida.



Thinkstock ([20--?])

Figura 132 - Micrômetro interno de três contatos

**c) Micrômetro Interno de dois Contatos:**

Esses micrômetros se dividem em 02 grupos:

**1) Micrômetro Interno Tubular:** Utilizado para medir tubulações com mais de 30 mm de diâmetro. É um micrômetro usado somente em casos especiais, geralmente para medir grandes dimensões, pois em suas pontas podem ser acopladas hastes extensoras que variam de dimensões entre 25 mm até 2000 mm. Se houver necessidade, as hastes poderão ser conectadas umas as outras.



Figura 133 - Micrômetro interno Tubular  
Fonte: Adaptado de (MITUTOYO, 2014)

**2) Micrômetro Tipo Paquímetro:** É um instrumento utilizado para executar medidas internas em peças, com agilidade e precisão de  $\pm 0,005$  mm ou  $0,0002''$ . Possui um tambor com movimentos leves, mas consistentes e é um micrômetro fabricado com trava.



Figura 134 - Micrômetro tipo paquímetro  
Fonte: Banco de dados SENAI/SC

SENAI/SC (2015)

**d) Micrômetro Digital:** São instrumentos de medição usados em trabalhos que necessitem rapidez e precisão. Indicado para controles estatísticos de processos, por ser fácil de manuseá-lo em relação ao micrômetro analógico. Este micrômetro evita um dos problemas mais críticos em relação à leitura de medidas, o erro de paralaxe, além da facilidade de leitura.



Figura 135 - Micrômetro digital

Thinkstock (20--?)

**e) Micrômetro com Contato em Forma de "V":** É um micrômetro desenvolvido especialmente para fazer medidas em ferramentas de corte, tipo alargador, fresas etc. Para cada tipo de ferramenta foi desenvolvido um modelo de contato em "V". Para ferramentas de três cortes, o ângulo em "V" do micrômetro é de 60 graus; para ferramentas de 5 cinco cortes, o ângulo é de 108 graus; e para ferramentas com sete cortes, o ângulo será de 128 graus 34'17".



SENAI/SC (2015)

Figura 136 - Micrômetro com contato em forma de V  
Fonte: Adaptado de (MITUTOYO, 2014.)

**f) Micrômetro com Discos nas Hastes:** Instrumento utilizado para realizar a medição de papel, lençóis de borracha, chapas finas etc. Devido à sua forma de construção, possui, nas extremidades de medição (no contato fixo e no móvel), discos que aumentam a área de contato entre o instrumento e a peça a ser medida. Este tipo de micrômetro também é utilizado para realizar a medição de dentes de engrenagens.



SENAI/SC (2015)

Figura 137 - Micrômetro com discos nas hastes

**g) Micrômetro para medir paredes de Tubos:** Como o próprio nome já diz, é um micrômetro usado para medir a espessura das paredes de tubos, por serem construídos com um arco especial, com uma área de contato de 90° em relação à haste móvel, fazendo com que esta haste possa se movimentar, permitindo que o contato fixo possa ser introduzido no furo da tubulação.



Thinkstock (20--?)

Figura 138 - Micrômetro para medir paredes de tubos

**SAIBA  
MAIS**

Para conhecer os vários tipos de micrômetros disponíveis no mercado, acesse o site de um dos maiores fabricantes de micrômetro do mundo, a Mitutoyo. Site: [www.mitutoyo.com.br/site/produtos/pdf/catalogo.pdf](http://www.mitutoyo.com.br/site/produtos/pdf/catalogo.pdf)

Conheça, a seguir, as principais recomendações e cuidados que se deve ter ao trabalhar com micrômetros.

- a) selecione o micrômetro adequado para o tipo de trabalho, verificando o tipo de micrômetro, sua resolução, capacidade nominal;
- b) limpe o micrômetro antes de iniciar o trabalho, retirando o pó e o óleo que foi usado para lubrificá-lo;
- c) evite fazer medições com a peça aquecida pelo processo de fabricação ou por transferência do próprio operador. Medições de precisão devem ser realizadas com instrumentos calibrados em laboratórios de metrologia, onde a temperatura de referência para medições industriais de comprimento é de 20° C;
- d) evite que o micrômetro sofra choques, arranhões e contato com sujeira;
- e) evite girar o micrômetro com movimentos bruscos, utilize a catraca, pois a sobrecarga provoca a deflexão do arco e erros de medição;
- f) não realize medições com a peça girando;
- g) após o trabalho ser executado, faça a limpeza do micrômetro com pano macio e seco;
- h) lubrifique-o com uma fina camada de óleo antes de guardá-lo;
- i) guarde o micrômetro em estojo apropriado, destravado e com as faces de contato afastadas.

#### 4.7.5 TRANSFERIDOR DE GRAUS E GONIÔMETRO

O transferidor de graus é um instrumento utilizado para verificar ou medir ângulos, para transferir ângulos em operações que não necessitem muita precisão. É um instrumento muito usado nas oficinas de manutenção e em oficinas para medir ângulos de brocas e ferramentas de usinagem. Com ele, é possível obter as medidas de ângulos agudos, bem como dos ângulos obtusos<sup>8</sup> de uma peça. A menor divisão deste instrumento é um grau.



Figura 139 - Transferidor de graus

O Goniômetro é um instrumento mais preciso que o transferidor de graus. Muito utilizado em empresas de caldeiraria, onde é muito empregado em traçagem de peças. Ele também é utilizado para medir ângulos de peças de máquinas que não possuem desenho, quando estas necessitam ser fabricadas e em atividades de projetos onde não há a necessidade de cálculos ou é difícil encontrar um ponto de referência para coletar os dados de realização dos cálculos.



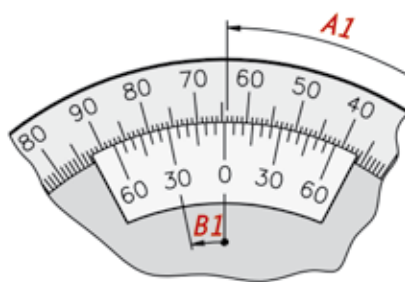
Figura 140 - Goniômetro de precisão  
Fonte: do Autor

<sup>8</sup> Na matemática, é a denominação dada a um ângulo maior que  $90^\circ$ , mas que não ultrapasse os  $180^\circ$ . No sentido pejorativo, pode ser utilizado para indicar uma pessoa insensível, grosseira.

Cada traço do nônio do goniômetro equivale a 5' (cinco minutos), isso quer dizer que, se o primeiro traço do nônio coincidir com o primeiro traço da escala fixa, ter-se-á a medida de 5', e se, por exemplo, o quarto traço do nônio estiver coincidindo com o quarto traço da escala fixa, ter-se-á 20'. Para saber a resolução do goniômetro, utiliza-se a mesma fórmula dos instrumentos de medição:

$$\text{Resolução} = \frac{\text{Menor Divisão do Disco Graduado}}{\text{Número de divisão do Nônio}}$$

Os graus inteiros podem ser lidos no disco graduado, onde o traço zero do nônio coincidir. A leitura pode ser feita no sentido horário e também no sentido anti-horário da escala fixa. Já os minutos podem ser lidos a partir do zero do nônio, sempre seguindo o mesmo sentido da leitura dos graus.



$A = 64 \text{ Graus}$      $B = 30'$   
 Leitura completa = 64 graus 30'

Figura 141 - Exemplo de Medida do Goniômetro  
 Fonte: do Autor

Veja, a seguir, algumas regras para a conservação do goniômetro:

- a) guardar em local sem umidade;
- b) evitar choques com outras ferramentas ou instrumentos;
- c) não medir peças acima da temperatura ambiente.

#### 4.7.6 RELÓGIO COMPARADOR

É um instrumento de muita precisão, podendo ser analógico ou digital. Ele é muito usado em ferramentarias ou áreas de usinagem, para verificar paralelismo<sup>9</sup>, excentricidade e concentricidade<sup>10</sup> de peças.

<sup>9</sup> É a condição de dois objetos, planos ou retas, que estão direcionados no mesmo sentido e corresponde ao desvio aceitável de equidistância entre os dois elementos.

<sup>10</sup> É a denominação dada a duas ou mais figuras geométricas planas e regulares, que ocupam o mesmo centro, isto é, são coincidentes.



Figura 142 - Relógio comparador

Por ser um instrumento de comparação, ou seja, de medição indireta. As diferenças são detectadas através da ponta de contato que amplificará mecanicamente e movimentará o ponteiro diante da escala. Antes de efetuar o deslocamento da ponta de contato do relógio comparador através da peça, o ponteiro deverá sofrer uma pré-carga. Se o ponteiro se deslocar no sentido horário, a dimensão da peça será maior do que a estabelecida; caso se desloque no sentido anti-horário, a medida da peça será menor que a recomendada.

O relógio comparador apresenta três tipos de mecanismo de amplificação, o de engrenagem, por alavanca e também amplificação mista.

Conheça, a seguir, as regras para o uso e a conservação do relógio comparador:

- a) verificar sempre se o relógio comparador está em boas condições de uso, fazendo sua aferição através de blocos padrões;
- b) não manusear o relógio comparador com movimentos bruscos;
- c) nunca retirar a peça com a ponta de contato do relógio, pressionado na mesma;
- d) evitar sujeira, arranhões e choques;
- e) após o uso, guardá-lo em estojo apropriado.

#### 4.7.7 RELÓGIO APALPADOR

O relógio apalpador é um dos instrumentos mais dinâmicos usado na mecânica, por seu corpo ser monobloco e possuir três guias, pode ser fixado em qualquer posição. Existem dois tipos de apalpadores: um com reversão automática da parte de medição, já o outro possui uma alavanca inversora que indica o sentido do movimento da medida, que poderá ser ascendente ou descendente.

A resolução do relógio apalpador pode ser: 0,01 mm; 0,002 mm; 0,001" ou 0,0001". O mostrador do apalpador é giratório. Por ser muito versátil, o relógio apalpador pode ser usado nas operações de usinagem para centralização e alinhamento de peças, como em áreas de produção, ou até mesmo no processo de inspeção final de peças e produtos acabados.



Thinkstock (20-?)

Figura 143 - Utilização do relógio apalpador

O relógio apalpador pode ser aplicado em:

- a) medição de peças de difícil acesso;
- b) medidas de paralelismo;
- c) excentricidade<sup>11</sup>;
- d) no alinhamento de peças e conjuntos;
- e) em medições internas.

Assim como os outros instrumentos, esse também requer alguns cuidados como:

- a) evitar o manuseio brusco;
- b) após o uso, guardá-lo em estojo adequado;
- c) fazer a montagem do relógio em suporte rígido.

#### 4.8 INSTRUMENTOS DE CONTROLE – TIPOS E APLICAÇÃO

São instrumentos usados nos processos de fabricação de peças e controles dimensionais, garantindo a exatidão em suas medidas. A seguir, será estudado um pouco sobre cada um desses instrumentos.

---

<sup>11</sup> É o desvio ou afastamento entre dois diâmetros ou circunferências que possuem o mesmo centro, que é denominado foco.

#### 4.8.1 VERIFICADOR DE RAIOS

São instrumentos de controle fabricados com a finalidade de medir e traçar raios internos e externos. Muito utilizado em ferramentarias, usinagens, caldeiraria, oficinas mecânicas etc. Geralmente são estampadas as medidas de raios em lâminas com medidas variáveis que podem ir de 1 a 15 mm ou 1/32" a 1/2".



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 144 - Verificador de raio  
Fonte: do Autor

#### 4.8.2 VERIFICADOR DE ROSCA

São instrumentos fabricados para verificar o tipo da rosca de parafusos, eixos etc. No sistema inglês, as lâminas recebem a marcação do número de fios de rosca por polegada.

No sistema métrico, estará marcado o passo da rosca em milímetro. Instrumento muito simples de manusear, semelhante a um calibrador, porque, para verificar o tipo da rosca, basta apenas encaixar as lâminas sobre a rosca. Aquela que encaixar perfeitamente mostrará qual o passo da rosca, se for rosca métrica, ou o número de fios da rosca, caso seja em polegada.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 145 - Verificador de rosca  
Fonte: do Autor

### 4.8.3 ESQUADRO

Os esquadros de precisão geralmente são construídos de aço ou, em alguns casos, de granito. É um instrumento fabricado na forma de um ângulo reto, usado para verificar superfícies perpendiculares, que formam um ângulo de 90 graus.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 146 - Esquadro de precisão  
Fonte: do Autor

Os Esquadros de Precisão podem ser classificados pela sua forma ou pelo seu tamanho.

- a) Forma: Esquadro simples, esquadro de base com lâmina lisa ou esquadro de lâmina biselada.
- b) Tamanho: Os tamanhos dos esquadros são denominados através do comprimento da lâmina e da base L1 e L2.Ex.: 100 x 70 mm.

Na tabela, a seguir, você conhecerá as dimensões em milímetro dos esquadros, segundo a ABNT.

DIMENSÕES EM MILÍMETRO											
L1 +- 1	50	75	100	150	200	250	300	500	750	1000	1500
L2 +- 1	40	50	70	100	130	165	200	330	500	660	1000

Tabela 1 - Dimensões em milímetros  
Fonte: Adaptado de (SECCO et al., 2009b, p. 105)

Para conservar os esquadros, é preciso:

- a) evitar choques ou quedas;
- b) após usar o esquadro, limpá-lo com pano seco e macio e cobri-lo com uma camada fina de óleo;
- c) evitar atrito com outras ferramentas ou objetos que possam riscá-lo;
- d) guardar o esquadro em estojo apropriado.

#### 4.8.4 RÉGUA DE CONTROLE

A régua de controle é um instrumento utilizado para verificar a planitude de peças, geralmente construída em ferro fundido, aço ou granito. É um instrumento com várias formas e tamanhos e estão classificadas em dois grupos:

- a) réguas de fio retificado;
- b) réguas de face lapidadas retificadas ou rasqueteadas.

##### Régua de Fio Retificado

Fabricada em aço carbono, semelhante ao formato de uma faca. É temperada, retificada e seu fio é levemente arredondado. É usada para verificar superfícies planas, porém, deve-se tomar muito cuidado ao colocar a régua com o fio em contato com a peça, pois deve ser um contato bem suave para verificar se há passagem de luz. Deve-se realizar a verificação em vários pontos da peça.

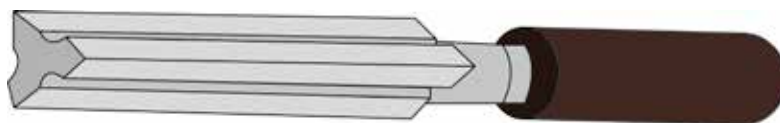


SENAI/SC (2015)

Figura 147 - Régua de fio retificado  
Fonte: Banco de dados SENAI/SC

##### Régua Triangular

Como o nome sugere, ela é fabricada no formato triangular, em aço carbono. Possui canais côncavos no centro e todas suas faces são temperadas, retificadas e seus fios arredondados. Usada para verificar a planitude de peças, onde não é possível verificar com a régua biselada.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 148 - Régua triangular  
Fonte: do Autor

##### Régua de Faces Retificadas ou Rasqueteadas

Essas réguas são compostas de três tipos:

**a) Régua de Superfície Plana:** Construída em ferro fundido, utilizada para verificar as partes altas da superfície da peça que deverão ser rasqueteadas. Usada para trabalhos em barramentos de tornos, fresas e máquinas operatrizes.



SENAI/SC (2015)

Figura 149 - Régua de segurança plana  
Fonte: Banco de dados SENAI/SC

**b) Régua Paralela Plana:** Construída em granito negro ou ferro fundido, com duas faces lapidadas. É usada para verificar o alinhamento de dispositivos ou máquinas operatrizes.



Figura 150 - Régua Paralela Plana Granito  
Fonte: do Autor

**c) Régua Triangular:** Construída de ferro fundido e é usada para verificar a planitude de peças com duas superfícies de ângulo agudo e também para verificar irregularidades em blocos de motor.

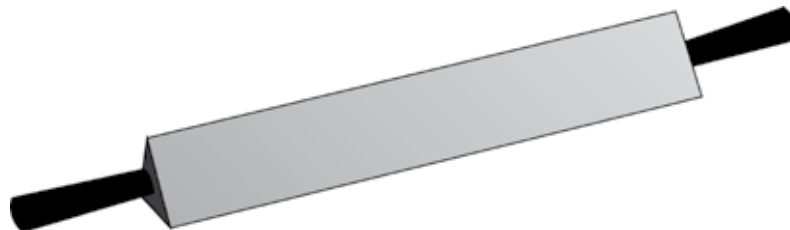


Figura 151 - Régua Triangular plana  
Fonte: do Autor

Para fazer uso dessas réguas e verificar as superfícies de peças, deve-se passar uma camada de zarcão ou “tinta Azul Prússia” na parte da régua que entrará em contato com a superfície da peça. Deve-se passar a régua sobre a superfície da peça em vários sentidos, sem pressioná-la. Os pontos altos da peça ficarão marcados com a tinta e terão que ser rasqueteados.

Normalmente, é indicado que a régua tenha sempre o comprimento maior do que a superfície que estará sendo verificado.

Para usar essas réguas, é preciso seguir algumas regras, que são:

a) verificar se a régua está em bom estado de conservação antes de usá-la;

- b) nunca forçar a régua sobre a superfície a ser verificada;
- c) evitar choques e quedas;
- d) não deixar a régua em contato com ferramentas e objetos que possam danificá-la;
- e) sempre que terminar a execução de um trabalho com a régua, limpá-la e lubrificá-la com uma camada fina de óleo;
- f) guardar a régua em estojo adequado.

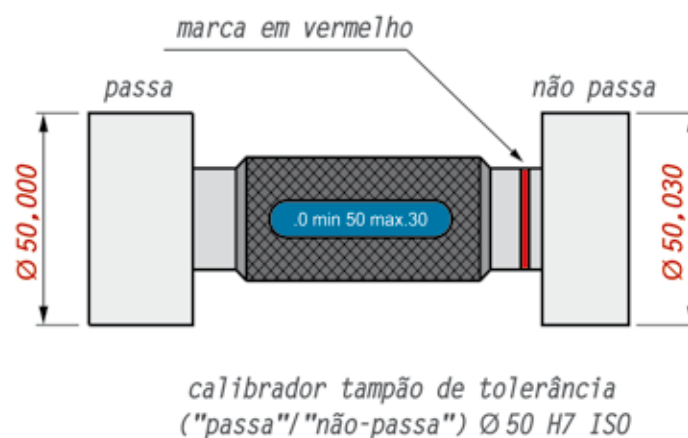
#### 4.8.5 CALIBRADOR PASSA NÃO PASSA

Os calibradores são instrumentos que determinam as medidas máximas e mínimas que se deseja comparar em eixos, furos, roscas etc. Imagine uma produção em série onde todas as peças teriam que ser medidas uma a uma, com o paquímetro ou micrômetro. Isso levaria muito tempo, por isso há os calibradores, para que este trabalho possa ser agilizado. A seguir, você estudará alguns tipos de calibradores e suas aplicações:

##### Calibrador Tampão (para furos)

Este tipo de calibrador tem duas extremidades que são usadas para medir o furo de uma peça. Para usar esse tipo de calibrador, deve-se inserir uma de suas extremidades, que é um pouco mais alongada, no furo (passa). Já a extremidade mais curta não deve entrar no furo (não passa).

Ex.: No calibrador tampão de diâmetro 50h7, o lado do calibrador mais longo deverá entrar no furo, pois sua medida será de 50,000 mm +0, ou seja, 50 mm que entrará no furo (passa), já no outro lado, o mais curto, a medida será 50 + 0,030, ou seja, será 50,030 mm que não entrará (não passa). Geralmente o lado que não passa é identificado com uma fita vermelha.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 152 - Calibrador Tampão (para furos)  
Fonte: do Autor

### Calibrador de Boca

Este calibrador possui duas bocas, onde uma delas passa e a outra não passa, sendo muito usado para verificar medidas de eixos. O calibrador deve passar pelo eixo apenas com o seu próprio peso, sem nenhuma força interferindo.

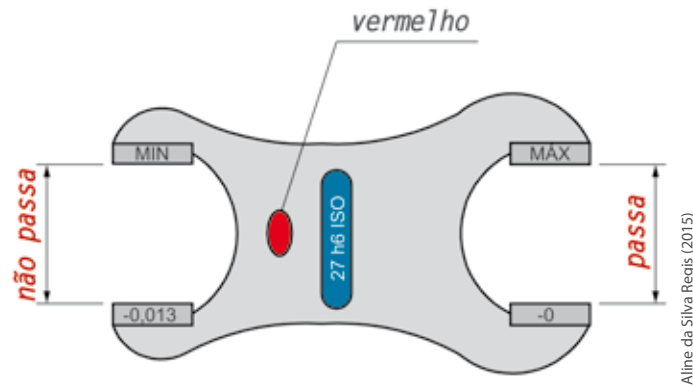


Figura 153 - Calibrador de Boca  
Fonte: do Autor

### Calibrador de Boca Separada

São calibradores usados quando as medidas são muito grandes que podem variar de 100 mm a 500 mm.

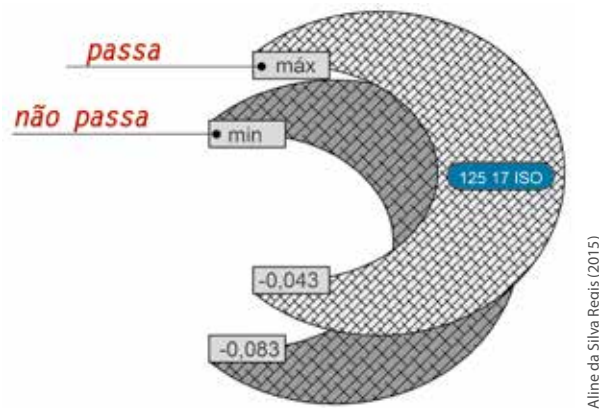


Figura 154 - Calibrador de boca separada  
Fonte: do Autor

### Calibrador de Boca Escalonada

Este calibrador é utilizado quando se deseja maior agilidade na produção, pois na mesma extremidade do calibrador o eixo passa no diâmetro maior e não passa no diâmetro menor, como podemos verificar na figura, a seguir.

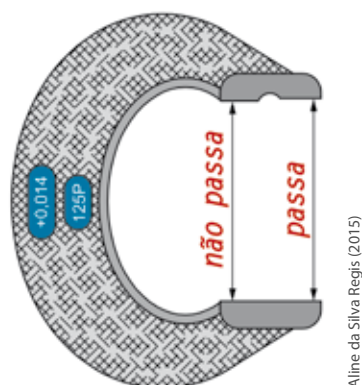


Figura 155 - Calibrador de boca escalonada  
Fonte: do Autor

### Calibrador de Boca Ajustável

Muito usado nas indústrias, pois tem a vantagem de ser ajustado nas mais variáveis medidas. Este ajuste é feito em quatro pinos deste calibrador, que são temperados e retificados. O ajuste é feito para que em dois pinos anteriores, possa ser ajustada a maior dimensão e nos dois pinos posteriores, a menor dimensão.

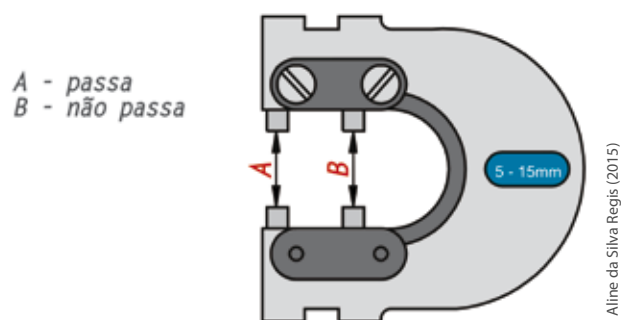


Figura 156 - Calibrador de boca ajustável  
Fonte: do Autor

### Calibrador de Rosca

É muito fácil de verificar a rosca em peças com este calibrador, pois em uma extremidade tem uma rosca mais longa que deve entrar suavemente na peça (passa), até o final e na outra extremidade uma rosca mais curta onde não entra. (Não passa).

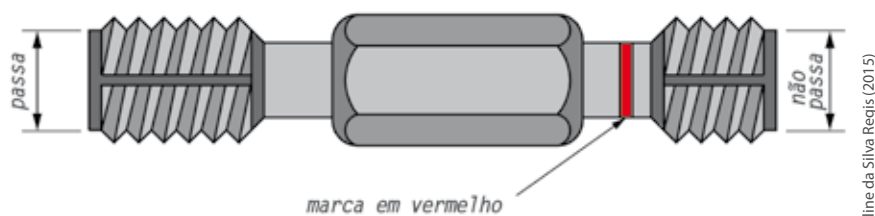


Figura 157 - Calibrador de rosca  
Fonte: do Autor

### Calibrador Tipo Vareta

São calibradores utilizados para verificar as medidas internas acima de 260 mm e possuem hastes de metal com as pontas arredondadas.

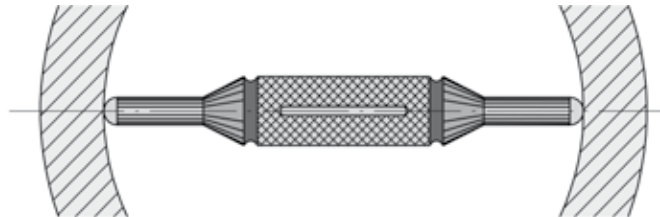


Figura 158 - Calibrador tipo vareta  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

### Calibrador Chato

É usado para confrontar medidas internas que vão de 80 mm a 260 mm, tendo em vista a diminuição do seu peso, utiliza-se o calibrador chato.

Em casos onde as medidas ficam entre 100 mm a 260 mm, os calibradores utilizados são os escalonados.

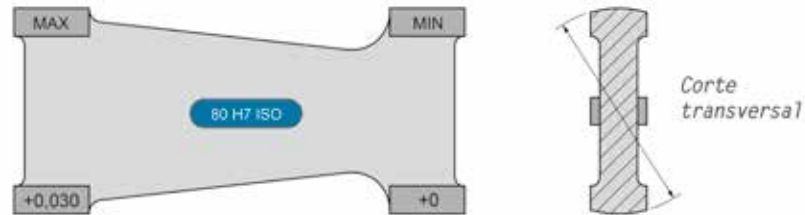


Figura 159 - Calibrador chato  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

Em casos onde as medidas ficam entre 100 mm a 260 mm os calibradores utilizados são os escalonados.

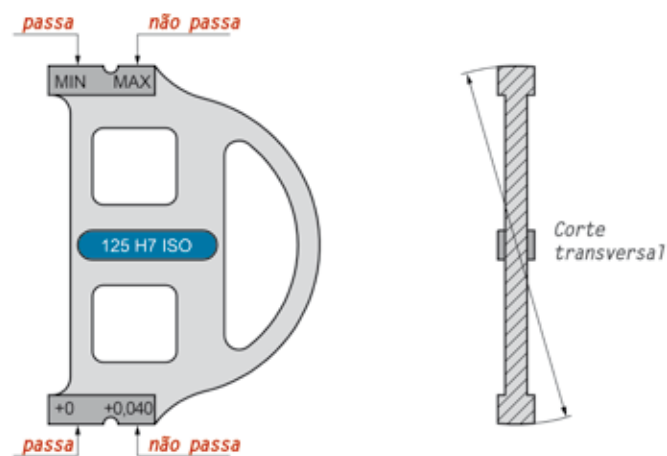
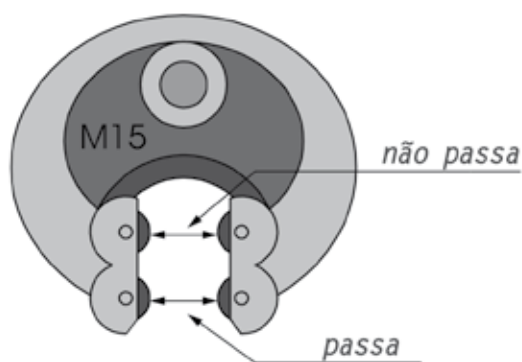


Figura 160 - Calibrador escalonado  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

### Calibrador de Rosca Ajustável

É um calibrador de fácil aplicação, porque possui roletes que podem ser ajustados na medida especificada para as peças que serão produzidas. Possui várias vantagens. Não há necessidade de virar o calibrador no momento da operação. Ele pode ser ajustado com precisão. O mesmo calibrador pode ser usado para várias peças, com medidas diferentes, evitando a compra de vários instrumentos, pois ele pode ser ajustado conforme a medida da peça a ser calibrada ou inspecionada.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 161 - Calibrador de rosca ajustável  
Fonte: do Autor

Para conservar os calibradores, deve-se:

- sempre limpar e lubrificar o calibrador após o uso;
- guardar em estojo adequado;
- não misturar com outras ferramentas;
- evitar quedas e choques.

### 4.8.6 BLOCOS PADRÃO

Para aferir algum instrumento, é necessária uma referência, que são os blocos padrões em forma retangular, com dimensões de 30 ou 35 mm x 9 mm, variando sua espessura a partir de 0.5 mm e que podem ser fabricados em milímetros ou em polegada.

Os blocos padrões se apresentam em jogos com quantidade de peças diferentes. Portanto, ao adquirir um conjunto, é necessário observar a variação de peças que existe no jogo.

Quando os jogos de padrões são novos, suas medidas são exatas. No entanto, com o uso constante, podem começar a apresentar variações. Por isso, deve-se usar os blocos protetores. O objetivo do bloco protetor é realmente proteger o bloco padrão no momento do seu uso.



Figura 162 - Bloco padrão  
Fonte: Banco de dados SENAI/SC

De acordo com o trabalho, os blocos padrões são classificados em quatro classes:

- a) Classes de exatidão 00, 0, 1 e 2:
- b) Classe de exatidão 00 - tem aplicação científica ou para calibração de blocos padrão.
- c) Classe e exatidão 0 - é aplicado na calibração de blocos padrão destinados à operação de inspeção e calibração de instrumentos.
- d) Classe e exatidão 1 - aplicado na inspeção e ajuste de instrumentos de medição nas áreas de Inspeção.
- e) Classe e exatidão 2 – é aplicado em oficinas e ferramentarias.

Os materiais mais usados para a construção dos blocos padrões são:

- a) aço: É o mais utilizado na indústria atualmente;
- b) metal duro: É mais utilizado na fabricação de bloco protetor;
- c) cerâmica: É novo no mercado, mas muito vantajoso, pela sua resistência à corrosão e estabilidade dimensional.

Os blocos padrões devem ser conservados da seguinte maneira:

- a) evitar umidade;
- b) evitar quedas;
- c) limpá-los após o uso e lubrificá-lo com uma camada fina de óleo;
- d) evitar contato com outras ferramentas;
- e) não utilizar o bloco padrão, sem o uso do bloco protetor.

### 4.8.7 GABARITOS

Os gabaritos são instrumentos confeccionados para serem usados em trabalhos em série. São fabricados em aço carbono. Seus tipos, formas e tamanhos variam conforme a peça a ser executada. Comercialmente, os gabaritos já são padronizados.

Ex.: Verificadores de raios, verificadores de ângulos fixos para ferramentas de corte.

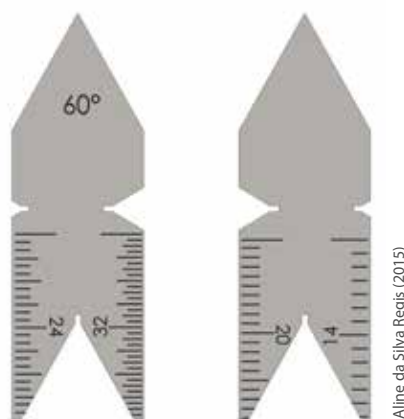


Figura 163 - Escantilhão  
Fonte: do Autor



#### **FIQUE ALERTA**

Sempre que for executar a leitura com um instrumento de precisão, deve-se verificar as condições de uso do instrumento, principalmente se está limpo e aferido, para evitar erros de medição.

### 4.9 TOLERÂNCIA DIMENSIONAL

Mesmo com todos os equipamentos sofisticados, mão de obra cada vez mais especializada, investimentos constantes nas indústrias, ainda é impossível produzir uma peça igual a outra. Existem diversas variáveis que impedem que isto aconteça. Para se chegar próximo dessa perfeição, trabalha-se com a tolerância dimensional.

### 4.10 CONCEITO, APLICAÇÃO E NORMAS

Na rotina do nosso dia a dia, verificamos que as medidas das peças podem sofrer alterações dentro de limites aceitáveis, seja para mais ou para menos, sem prejudicar a integridade da peça ou do conjunto a que ela fará parte. Esta situação é chamada de tolerância dimensional, que é a variação permitida dentro da medida nominal de uma peça, de acordo com a qualidade do trabalho a que se prestará.

Ex.: Medida nominal da peça 10 mm

Afastamento superior = 0,05mm

Afastamento inferior = - 0,01 mm.

Desta forma, a peça poderá:

Ter como dimensão máxima = 10,05mm.

Ter como dimensão mínima = 9,99 mm.

A tolerância é aplicada nas indústrias através dos processos, que requerem cada vez mais precisão nas peças fabricadas. A tolerância não é aplicada a gosto do fabricante, ela segue um sistema de normas. Em 1926, várias entidades internacionais organizaram um sistema normalizado, que foi adotado pelo Brasil através da ABNT. Sistema de tolerâncias e ajustes ABNT/ISO (NBR6158).

O sistema ISO possui princípios, regras e tabelas que auxiliam na escolha das tolerâncias e ajustes para tornar mais econômica a produção de peças intercambiáveis.

No começo, o sistema ISO era aplicado apenas na produção de peças até 500 mm. Com o tempo, foi aplicado em peças até 3150 mm. O sistema ISO determina várias tolerâncias fundamentais que estabelecem a precisão da peça, ou seja, a qualidade de trabalho, na condição que se alterna de aplicação da peça ou produto.

Na norma brasileira existem dezoito qualidades de trabalho, que são identificadas pelas letras IT acrescidas de números, cada uma delas corresponde a um valor de tolerância. Na tabela, a seguir, observe as qualidades de trabalho para eixos e furos.

		QUALIDADE DE TRABALHO																	
		IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16
EIXOS	FUROS	MECÂNICA EXTRAPRECISA						MECÂNICA CORRENTE						MECÂNICA GROSSEIRA					
Nota: a letra I vem de ISO e a letra T de tolerância. Os numerais 01 a 16 referem-se às qualidades.																			

Patrícia Marcellio (2015)

Figura 164 - Qualidade de trabalho  
 Fonte: Adaptado de (TELECURSO, 2009, p. 134)

As letras I e T da tabela significam ISO e Tolerância, respectivamente. Já os numerais que vêm após as letras, representam o grau de precisão da tolerância. Quanto menor for o número, maior será o grau de precisão. A norma estabelece uma série de tolerâncias fundamentais que determinam a precisão da peça, ou seja, a qualidade de trabalho, que pode ser observado na tabela anterior.

Os instrumentos de medição, calibradores etc., são construídos e aferidos levando em consideração a precisão e a qualidade do trabalho a que serão destinados. Geralmente essas tolerâncias se encontram entre IT01 a IT5.

Para que seja possível atender as diversas necessidades de ajustes especificados nos projetos, que sejam adequados aos requisitos de montagem e funcionamento, o sistema ISO estabelece 28 campos de tolerâncias, que são identificados por letras do alfabeto latino. Cada letra está associada a um determinado campo de tolerância. Os campos de tolerância para eixo são representados por letras minúsculas e os campos de tolerância para furos, com letras maiúsculas, conforme pode ser visto no quadro a seguir.

CAMPOS DE TOLERÂNCIA																											
Furos (letras maiúsculas)																											
A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	J	JS	K	M	N	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	
Eixos (letras minúsculas)																											
a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	j	js	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	
Ajuste com folga											Ajuste intermediário						Ajuste com interferência										

Quadro 8 - Campo de Tolerâncias  
Fonte: Adaptado de (TELECURSO, 2009)

Para facilitar o entendimento, a seguir, veremos dois exemplos de aplicação dos campos de tolerância para eixos e furos base, com diâmetros acima de 0 e até 6,0 mm.

Dimensão nominal mm		Furo af. inf. af. sup.	EIXOS								
acima de	até	H7	f7	g6	h6	j6	k6	m6	n6	p6	r6
0	1	0	-6	-2	0	+4	+6	-	+10	+12	+16
1	3	+10	-16	-8	-6	-2	0	-	+4	+6	+10
3	6	0	-10	-4	0	+6	+9	+12	+16	+20	+23
		+12	-22	-12	-8	-2	+1	+4	+8	+12	+15

Quadro 9 - Tolerância ISO para ajuste de eixos com furo base – H7 (µm)  
Fonte: do Autor

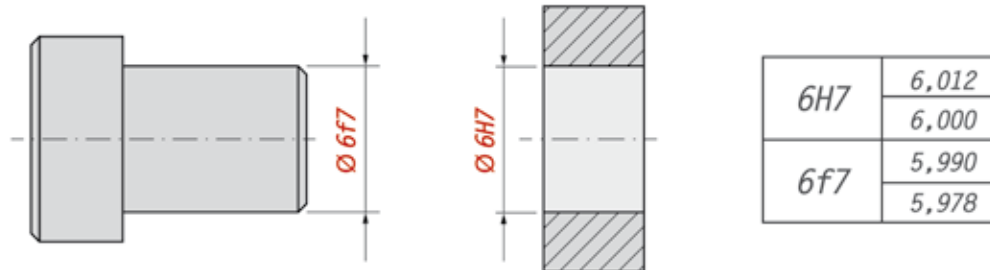


Figura 165 - Exemplo da aplicação do sistema furo base – H7  
Fonte: do Autor

Dimensão nominal mm		Eixo af. sup.. af. inf.	EIXOS								
af. sup.	af. inf.		afatamento inferior			afastamento superior					
acima de	até	H 6	F 6	G 7	H 7	J 7	K 7	M 7	N 7	P 7	R 7
0	1	0	+6	+2	0	-6	-10	-	-	-16	-20
1	3	-6	-12	+12	+10	+4	0	-	-	-6	-10
3	6	0	+10	+4	0	-6	-9	-12	-16	-20	-23
		-8	+18	+16	+12	+6	+3	0	-4	-8	-11

Quadro 10 - Tolerância ISO para ajuste de furos com eixo – base h6 (µm)  
Fonte: do Autor

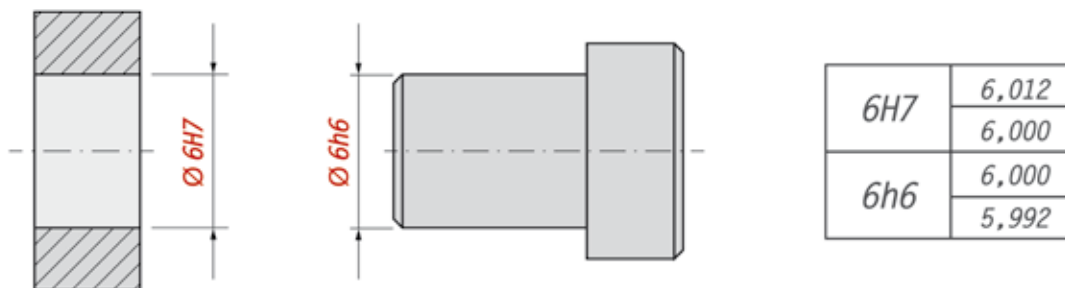


Figura 166 - Tolerância ISO para ajuste de furos com eixo – base h6 (µm)  
Fonte: do Autor

Nas indicações de tolerância (f7, h6 e H7), os numerais 6 e 7 indicam a qualidade de trabalho e, que nestes casos, correspondem à mecânica corrente. As letras f, h e H, identificam o campo de tolerância para eixo e furo, ou seja, o conjunto de valores aceitáveis após a execução da peça, que vai da dimensão mínima até a dimensão máxima.



## CASOS E RELATOS

---

### Falta de qualidade, prejuízo certo!

A empresa Delta fabricava buchas de bronze com rosca para conexões de alta pressão. No processo de produção, o bronze era derretido num forno de resistência a uma temperatura mais ou menos de setecentos graus. Em seguida, este bronze derretido era colocado na injetora, onde eram injetadas cinco peças por vez. Após o resfriamento das peças, estas eram levadas a uma prensa para serem separadas e rebarbadas. Após, eram submetidas a calibradores de furo tipo passa não passa para poder verificar se estavam dentro do padrão.

As peças boas eram levadas para furadeira, onde seriam cortadas as roscas, sendo posteriormente passado o calibrador de rosca. Em certa ocasião, as roscas começaram a ficar imperfeitas, por causa de um problema no eixo da furadeira. Em função da falta de um funcionário, a operação de verificar a rosca foi ignorada e as peças enviadas dessa forma ao cliente. Foram quase cinco mil peças rejeitadas, ou seja, um turno inteiro de produção. A consequência deste problema foi gravíssima, pois o cliente, além de devolver as peças com defeito, cancelou um pedido com mais de trinta mil peças.

Por causa dessa falha no processo, a empresa teve um prejuízo enorme. Esta situação fez com que a empresa tomasse mais cuidado, passasse a seguir os processos de produção e inspeção corretamente e hoje todas as peças passam por um rigoroso controle de qualidade antes de serem embaladas e enviadas ao cliente.

---



## RECAPITULANDO

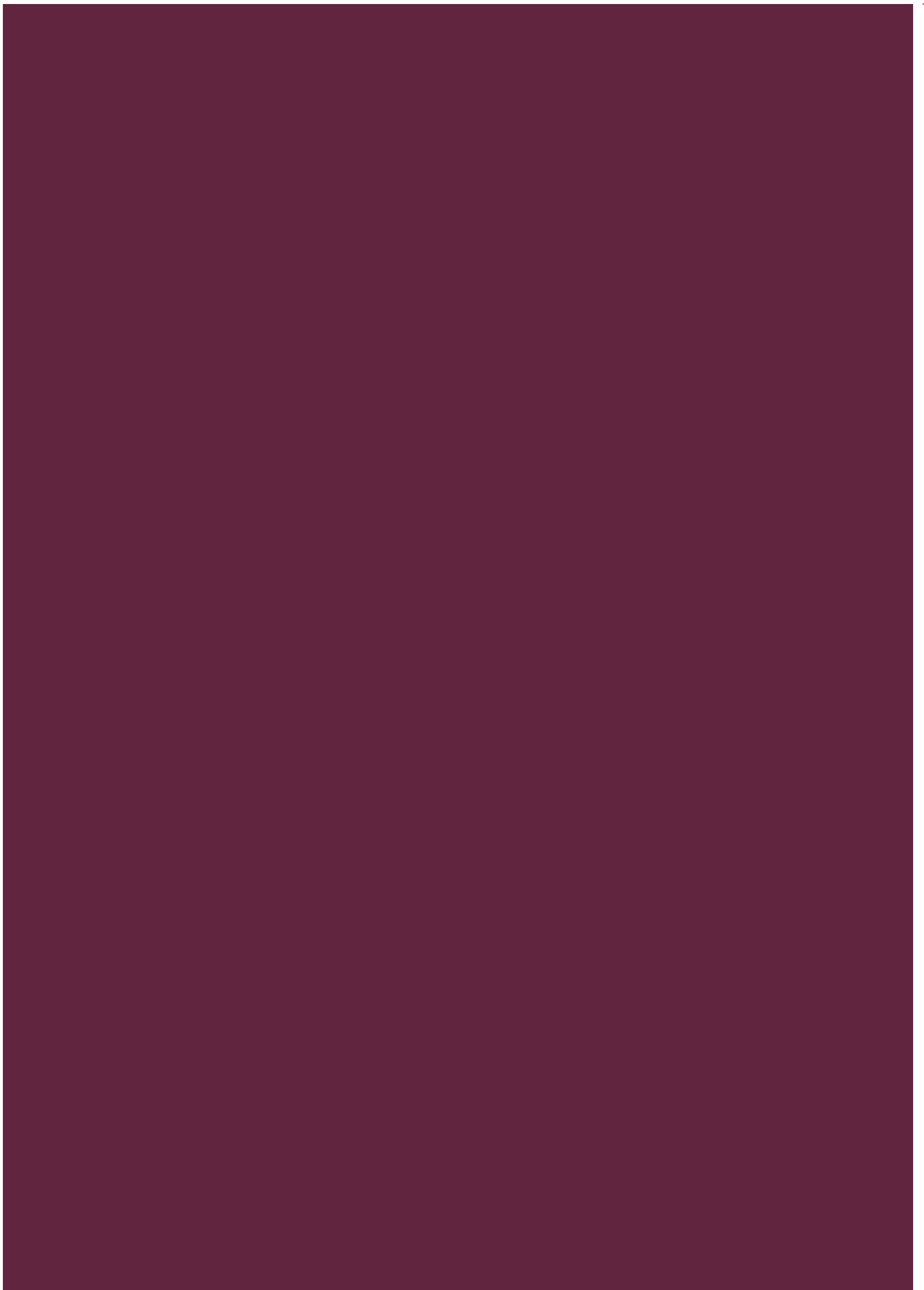
---

Neste capítulo, você estudou sobre a metrologia, sua história, como surgiu, suas aplicações, normas aplicadas, instrumentação, as conversões de medidas, como são executadas as medições em peças de precisão e suas tolerâncias. Aprendeu também como realizar uma simples medição com o metro, até as mais precisas, com é o caso do micrômetro.

Também compreendeu onde e porque determinados equipamentos, como o micrômetro, paquímetro, relógio comparador, calibradores, etc., são empregados. Além desses equipamentos, conheceu uma série de outros instrumentos necessários para o desenvolvimento de atividades como futuro técnico em eletromecânica.

---







Você já viu ou ouviu falar que os parafusos de roda de um veículo quebraram durante uma frenagem, ou que os rolamentos da transmissão travaram com poucas horas de uso?

É muito provável que não, pois eles foram projetados para resistir a severidade do trabalho a que são submetidos. Se aconteceu, é porque alguém negligenciou o processo, escolhendo o componente errado, o lubrificante inadequado, errando o cálculo, usando o torque incorreto etc.

Por esses e muitos outros motivos é que se faz necessário os conhecimentos sobre os cálculos técnicos aplicados à mecânica. Durante o projeto e a construção de todos os componentes de uma máquina, é necessário constantemente realizar cálculos: de projeto, de parâmetros de regulação da máquina, definição de vida útil de uma ferramenta, carga que poderá ser aplicada em um componente ou operação, velocidade de corte etc.

Nesta unidade de conhecimento, você estudará assuntos que garantem o perfeito funcionamento de máquinas e equipamentos que compõem uma planta industrial, e também, terá condições de utilizar os fundamentos de matemática aplicada à área de mecânica, no desempenho das atividades inerentes a um técnico em eletromecânica.

A palavra perfeito se refere, neste caso, ao atingimento da vida útil estimada para o componente, índices satisfatórios de produtividade e a execução de serviços dentro dos padrões aceitáveis de qualidade. Outra razão importante para estudar esta unidade, é a necessidade de se efetuar cálculos que ajudarão no diagnóstico de falhas, tensão aplicada em uma seção, torque, rotação, relação de transmissões, entre outras.

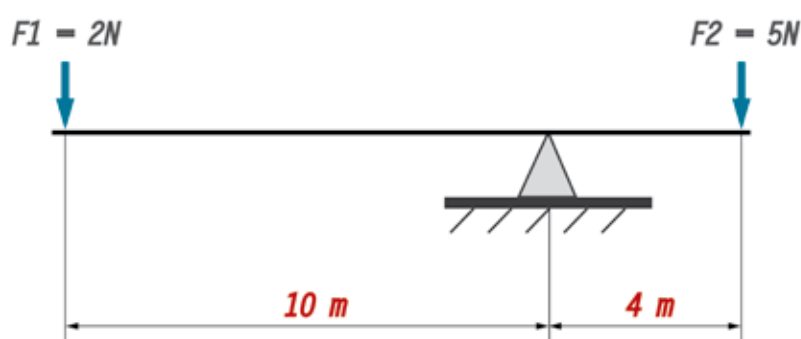
Como as unidades de conhecimento estão inter-relacionadas, visando ao atingimento de todas as unidades de competência, quanto maior for a sua dedicação na conclusão dessa unidade, maior será sua compreensão e aproveitamento das demais.

## 5.1 MOMENTO E EQUILÍBRIO

É muito comum canteiros de obra espalhados pelas cidades brasileiras, profissionais da construção civil fazendo uso de várias ferramentas e equipamentos, como carrinhos de mão, alavancas, torqueses, chaves de grifo etc.

A eficácia da utilização destas ferramentas e equipamentos depende da equação entre o momento de força e ponto de equilíbrio em relação aos apoios.

É possível afirmar que um corpo estará em equilíbrio se a resultante de todas as forças que agem no sistema seja nula e que o somatório dos momentos de todas as forças, em relação a um ponto qualquer da estrutura, também seja nulo, conforme é possível observar na figura, a seguir.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 167 - Condição de equilíbrio  
Fonte: do Autor

$\Sigma M = 0$  (Somatório dos momentos é igual a zero)

$$\overset{\curvearrowright}{\Sigma M_1} = \overset{\curvearrowleft}{\Sigma M_2}$$

$$2N \times 10m = 5N \times 4m$$

$$20Nm = 20Nm$$

$$20Nm - 20Nm = 0$$

Observado o desenho e o cálculo anterior, é visível que há equilíbrio entre as forças, pois os momentos de força se anulam.

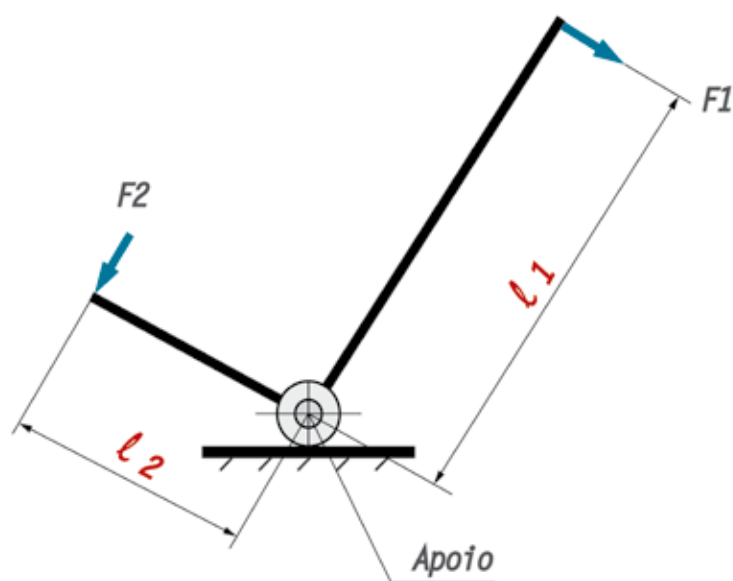
### 5.1.1 ALAVANCAS

A alavanca é uma das ferramentas mais primitivas e pode ser definida como sendo uma barra reta ou curva, que pode girar em torno de um eixo comumente conhecido como ponto de apoio.

Existem vários tipos de alavancas que, em função da sua aplicação, têm seu ponto de apoio em locais diferentes.

Ao utilizar uma alavanca, consegue-se minimizar os esforços necessários para realizar uma operação de corte, aperto, deslocamento, dobra etc.

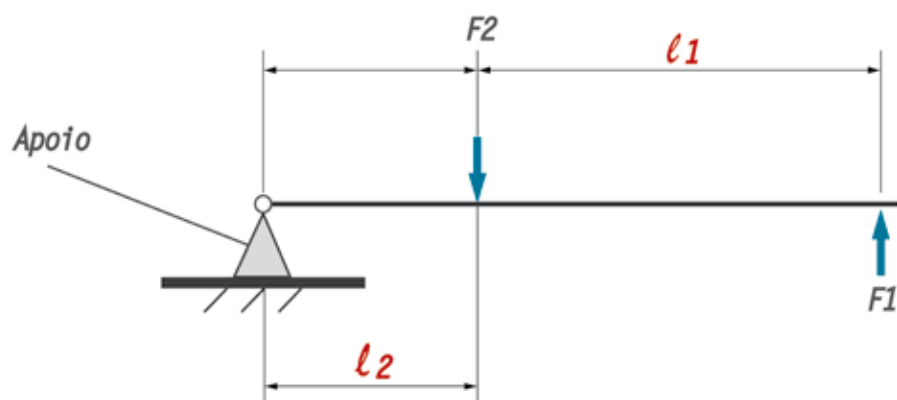
Na figura, a seguir, está ilustrada a alavanca tipo braço duplo em ângulo, princípio utilizado em carros para movimentação de carga, como caixas e tambores de óleo.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 168 - Alavanca com braço duplo em ângulo  
Fonte: do Autor

A figura a seguir, ilustra a alavanca de único braço, que é o princípio dos carrinhos de mão.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 169 - Alavanca de único braço  
Fonte: do Autor

Veja, na figura a seguir, a alavanca com braço duplo, princípio utilizado na torquês para corte de arame.

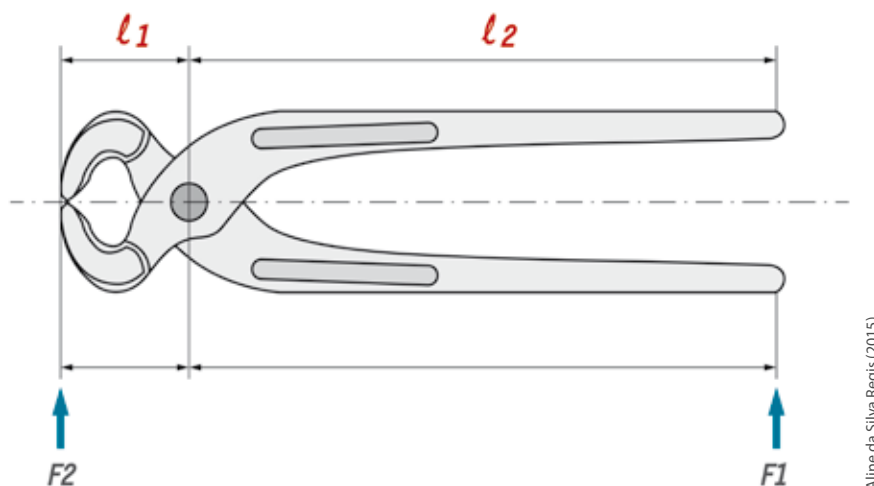


Figura 170 - Alavanca com braço duplo  
Fonte: do Autor

Nas figuras anteriores, observou-se a representação das forças aplicadas em função dos diferentes pontos de apoio.

### 5.1.2 MOMENTO DE FORÇA

Todos os dias, ao girar a maçaneta da porta para abri-la, produz-se um momento de força. Isso também acontece ao frouxar ou apertar um parafuso, ou até mesmo ao girar uma lâmpada para trocá-la. Estes são exemplos em que são produzidos movimentos ou equilíbrio.

Pode-se definir momento de força como sendo a medida da condição de uma força produzir a rotação de um corpo, como, por exemplo, um parafuso, ao redor de um ponto qualquer de apoio/rotação.

Para calcular o momento de força, deve-se multiplicar a intensidade da força pela distância entre a força e o eixo de rotação.

De acordo com o Sistema Internacional – SI, a unidade de medida do momento de força é o newton vezes metro (N x m). Não foi criado um nome especial para denominá-la.

Simbolicamente, o momento de força é representado por  $M = f \times l$ .

**M** = momento;

**F** = força;

**l** = distância.

Exemplo:

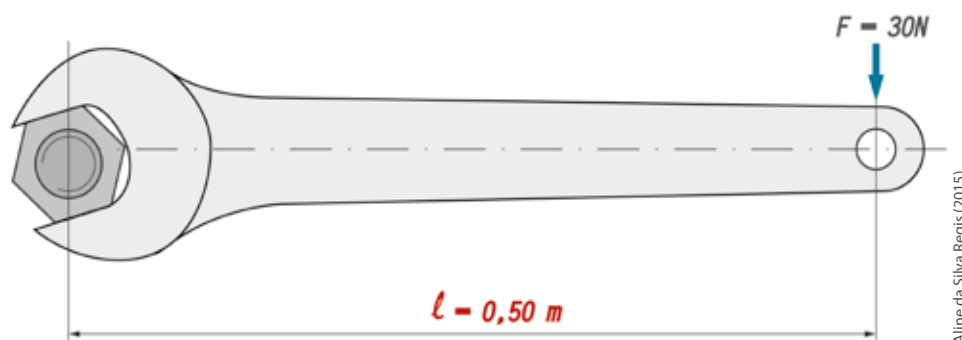


Figura 171 - Momento de força  
Fonte: do Autor

$$M = F \times l = 30\text{ N} \times 0,50\text{ m} = 15\text{ N} \times \text{m}.$$

O torque necessário para realizar o aperto do parafuso é o resultado da operação demonstrada anteriormente: 15 N x m.

### 5.1.3 CONDIÇÕES DE EQUILÍBRIO

Diz-se que um corpo está em equilíbrio quando ele permanece estático, sem efetuar movimento de rotação em seu eixo ou ponto de apoio. Para que isso ocorra, duas condições devem ser respeitadas:

- a) a resultante das forças que estão agindo no sistema seja nula;
- b) o momento de força resultante que está agindo no sistema também seja nulo.

#### Condições de equilíbrio

$\Sigma F = 0$  (Somatória das forças é igual a zero).

$\Sigma M = 0$  (Somatória dos momentos é igual a zero).

$$1) \quad \Sigma F \uparrow = \Sigma F \downarrow \quad \longrightarrow \quad \Sigma F = 0$$

$$2) \quad \Sigma M \curvearrowright = \Sigma M \curvearrowleft \quad \longrightarrow \quad \Sigma M = 0$$

Partindo dessa condição, podemos afirmar que uma estrutura estará em equilíbrio estático se as seguintes leis da estática forem obedecidas:

$$\Sigma F_H = 0 \quad \Sigma F_V = 0$$

$$\Sigma M_T = 0 \quad \Sigma M_F = 0$$

onde:

$F_H = 0$  – a somatória das Forças horizontais for igual a zero;

$F_V = 0$  – a somatória das Forças verticais for igual a zero;

$M_T = 0$  – a somatória dos Momentos de torção for igual a zero;

$M_F = 0$  – a somatória dos Momentos de flexão for igual a zero.

A partir da análise da figura a seguir, é possível calcular se a barra encontra-se em equilíbrio. É importante ressaltar que o braço do momento deve estar sempre perpendicular ao sentido da força.

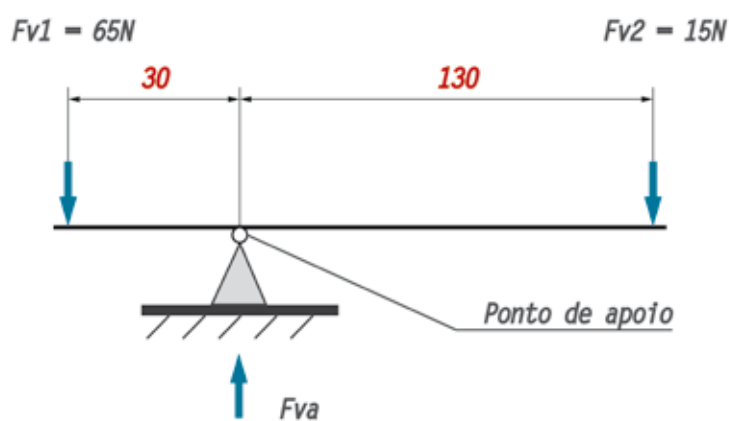


Figura 172 - Condição de equilíbrio  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

$$F_1 \downarrow + F_2 \downarrow = F_a \uparrow \rightarrow 65\text{N} + 15\text{N} = F_a \uparrow \rightarrow F_a \uparrow = 80\text{N}.$$

$$\Sigma M = 0$$

$$\Sigma M_1 = \Sigma M_2$$

$$65\text{ N} \times 30\text{ mm} = 15\text{ N} \times 130\text{ mm}$$

$$1950\text{ Nmm} = 1950\text{ Nmm}$$

$$1950\text{ Nmm} - 1950\text{ Nmm} = 0$$

Analisado o resultado do cálculo anterior, pode-se dizer que a barra do sistema está em equilíbrio.

## 5.2 PRESSÃO E TENSÃO

Todos os dias são colocados em prática os conceitos da física. Quem nunca calibrou um pneu em casa, no posto de combustível, ou mesmo na borracharia. Quem nunca apertou ou soltou um parafuso, trocou uma lâmpada etc.

Fazendo isso, coloca-se ar pressurizado dentro do pneu, que em contato com a área interna do mesmo, criará uma força que expandirá o pneu, permitindo que se possa rodar com o veículo. O mesmo acontece com o parafuso, pois, quando aplicamos o momento de força para parafusá-lo ou soltá-lo, isto gera um esforço, chamado tensão na seção transversal. Se o momento for maior do que o estipulado para a bitola do parafuso, este deformará ou até mesmo se romperá. As definições de pressão e tensão se confundem, por isso o termo pressão é mais utilizado quando se fala de sistemas pressurizados, seja com ar, gás ou líquido, envolvendo mais a superfície de contato. Já a tensão, é quando se refere à resistência interna dos materiais a um determinado esforço. A seguir, será estudada a definição e como calcular pressão e tensão em um corpo.

### 5.2.1 PRESSÃO

Ao apoiar um componente qualquer sobre um plano horizontal, sua massa produzirá um peso que será distribuído de maneira uniforme sobre esta superfície. Este peso irá produzir uma força em cada unidade de área onde o componente está apoiado. Sendo assim, esta força recebe o nome de pressão, e pode ser calculada pela seguinte fórmula:

$$P = \frac{F}{S} \quad \text{onde: } \begin{array}{l} P = \text{pressão (Pa);} \\ F = \text{força (N);} \\ S = \text{área (m}^2\text{).} \end{array}$$

O Sistema Internacional de Medidas – SI adotou como unidade de medida de pressão o pascal (Pa), que equivale a força de 1 Newton (N) aplicada a uma superfície de 1 metro quadrado (m<sup>2</sup>).

$$1\text{Pa} = 1\text{N/m}^2$$

Ao se falar sobre a pressão de líquidos e gases, é muito comum utilizar outras unidades, sendo que as mais utilizadas são o bar e o psi.

$$1 \text{ bar} = 0,1 \text{ MPa} = 100 \text{ kPa} = 10 \text{ N/cm}^2 = 1,02 \text{ kgf/cm}^2 = 14,5 \text{ psi.}$$

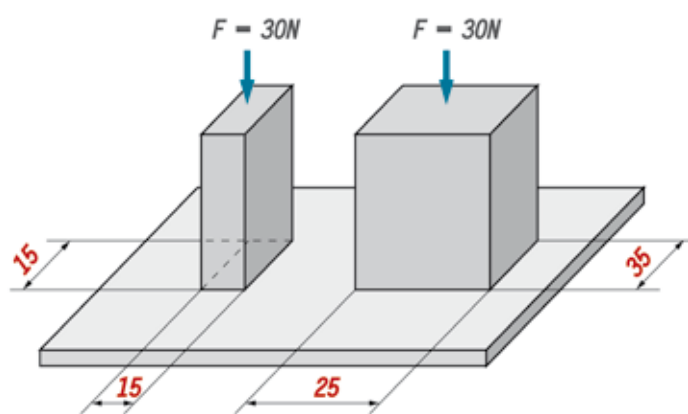
Como existem várias unidades de pressão, neste caso, é importante observar na tabela qual é a equivalência entre elas.

CONVERTER DE (SISTEMA INGLÊS)	SÍMBOLO	PARA:	SÍMBOLO	FATOR DE MULTIPLICAÇÃO
libras por polegada <sup>2</sup>	psi	Quilogramas-força por centímetro <sup>2</sup>	Kgf/cm <sup>2</sup>	0.07031
libras por polegada <sup>2</sup>	psi	quilopascals	kPa	6.89476
libras por polegada <sup>2</sup>	psi	bares	bar	0.06895
libras por polegada <sup>2</sup>	psi	polegadas de mercúrio	inHg	2.036254
libras por polegada <sup>2</sup>	psi	atmosferas (standard)	atm	0.06804
libras por polegada <sup>2</sup>	psi	milímetros de mercúrio	mmHg	51.715
libras por pé <sup>2</sup>	psf	libras por polegada <sup>2</sup>	psi	0.006944
libras por pé <sup>2</sup>	psf	Quilogramas-força por centímetro <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	0.0004882
libras por pé <sup>2</sup>	psf	quilopascals	kPa	0.4788
toneladas US por pé <sup>2</sup>	sh tn/ ft <sup>2</sup>	libras por polegada <sup>2</sup>	psi	13.89
toneladas US por pé <sup>2</sup>	sh tn/ ft <sup>2</sup>	Quilogramas-força por centímetro <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	0.9765
polegadas de mercúrio	inHg	libras por polegada <sup>2</sup>	psi	0.491098
polegadas de mercúrio	inHg	Quilogramas-força por centímetro <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	0.03453
polegadas de mercúrio	inHg	pascal	Pa	3386.389
polegadas de mercúrio	inHg	milímetros de mercúrio	mmHg	25.4
CONVERTER DE (SISTEMA MÉTRICO)	SÍMBOLO	PARA:	SÍMBOLO	FATOR DE MULTIPLICAÇÃO
Quilogramas-força por centímetro <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	quilogramas-força por milímetro <sup>2</sup>	kgf/mm <sup>2</sup>	0.01
Quilogramas-força por centímetro <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	libras por polegada <sup>2</sup>	psi	14.22334
Quilogramas-força por centímetro <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	libras por pé <sup>2</sup>	psf	2047.68
Quilogramas-força por centímetro <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	bares	bar	0.9804
Quilogramas-força por centímetro <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	quilopascals	kPa	98,0665
Quilogramas-força por centímetro <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	atmosferas (standard)	atm	0.9678
Quilogramas-força por centímetro <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	atmosferas (técnica)	kgf/cm <sup>2</sup>	1
Quilogramas-força por centímetro <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	milímetros de mercúrio	mm Hg	735.6
Quilogramas-força por centímetro <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	polegadas de mercúrio	inHg	28.96
Quilogramas-força por centímetro <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	libras por pé quadrado	psf	0.2048
Pascal	Pa	milímetros de mercúrio	mm Hg	0.0075
Pascal	Pa	milibares	mbar	0.01
Pascal	Pa	atmosferas (standard)	atm	0.000098692
quilopascals	kPa	libras por polegada <sup>2</sup>	psi	0.14504
quilopascals	kPa	Quilogramas-força por centímetro <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	0.0102
quilopascals	kPa	bares	bar	0.01
Bares	bar	libras por polegada <sup>2</sup>	psi	14.5038
Bares	bar	Quilogramas-força por centímetro <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	1,02
Bares	bar	quilopascals	kPa	100

bares	bar	polegadas de mercúrio (inHg)	inHg	29.53
bares	bar	atmosferas (standard)	atm	0.987
milibares	mbar	pascal	Pa	100
atmosferas (standard)	atm	libras por polegada <sup>2</sup>	psi	14,7
atmosferas (standard)	atm	Quilogramas-força por centímetro <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	1033
atmosferas (standard)	atm	pascal	Pa	101325
atmosferas (standard)	atm	milibares	mbar	1013,25
atmosferas (standard)	atm	milímetros de mercúrio	mmHg	760
atmósferas (técnica)	kgf/cm <sup>2</sup>	Quilogramas-força por centímetro <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	1
milímetros de mercúrio	mmHg	libras por polegada <sup>2</sup>	psi	0.01934
milímetros de mercúrio	mmHg	Quilogramas-força por centímetro <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	0.00136
milímetros de mercúrio	mmHg	polegadas de mercúrio	inHg	0.03937
milímetros de mercúrio	mmHg	pascal (Pa)	Pa	133.32
milímetros de mercúrio	mmHg	atmosferas (standard)	atm	0.001316

Tabela 2 - Equivalência entre as unidades de pressão  
 Fonte: Adaptado de (BRASIL, 2002, p. 99)

Com o objetivo de facilitar a compreensão, calcule as pressões P1 e P2 dos corpos representados na figura, a seguir.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 173 - Equivalência entre as unidades de pressão  
 Fonte: do Autor

$$P = \frac{F}{S}$$

onde: P = pressão (Pa);  
 F = força (N);  
 S = área (cm<sup>2</sup>).

$$S_1 = 15 \times 15 = 225 \text{ mm}^2 = 2,25 \text{ cm}^2$$

$$S_2 = 25 \times 35 = 875 \text{ mm}^2 = 8,75 \text{ cm}^2$$

$$p_1 = \frac{F_1}{S_1} = \frac{30 \text{ N}}{2,25 \text{ cm}^2} = 13,33 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 1,333 \text{ bar.}$$

$$p_2 = \frac{F_2}{S_2} = \frac{30 \text{ N}}{8,75 \text{ cm}^2} = 3,43 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 0,343 \text{ bar.}$$

Como pôde ser observado, as forças são iguais, e o corpo 2 possui maior área, isso distribui melhor a carga na superfície de contato e acaba gerando uma pressão menor por unidade de área.

## 5.2.2 TENSÃO

Quando aplicada uma força na seção de um determinado componente, dependendo da intensidade, este corpo pode deformar-se elasticamente e, se o esforço for aumentado, esta deformação poderá ser plástica e permanente. Sendo assim, se pode definir tensão ( $\sigma$ ) como sendo a relação entre uma força ( $F$ ) que é aplicada sobre uma área ( $S$ ), onde:

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad \text{onde: } \begin{array}{l} \sigma = \text{tensão (MPa);} \\ P = \text{carga ou força (N);} \\ S = \text{área (m}^2\text{).} \end{array}$$

No dia a dia, é comum encontrarmos a transformação prática, onde:

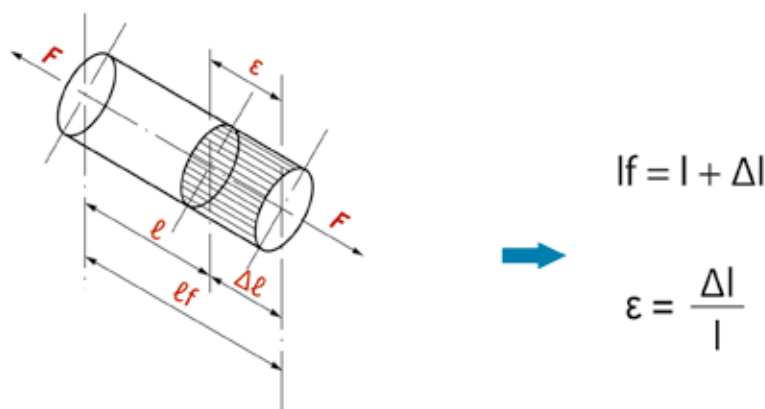
$$10 \text{ N} \approx 1 \text{ kgf} \text{ e } 100 \text{ N/cm}^2 \approx 10 \text{ kgf/cm}^2 \approx 1 \text{ MPa}$$

### Tensão de tração

Quando aplicada uma carga ou força de tração em um corpo com comprimento inicial ( $l$ ), este tende a deformar-se conforme ocorre o aumento da intensidade da carga, provocando o alongamento unitário ( $\epsilon$ ), até que a força cesse e o alongamento total ( $\Delta l$ ) seja atingido. Pode-se dizer que a relação entre o alongamento total ( $\Delta l$ ) e o comprimento inicial ( $l$ ), é o alongamento unitário ( $\epsilon$ ), onde:

$$\begin{array}{l} \epsilon = \text{deformação (\%);} \\ \Delta l = \text{alongamento total (m; cm; mm);} \\ l = \text{comprimento inicial (m; cm; mm).} \end{array}$$

Na sequência, poderemos observar de forma esquemática como ocorre o alongamento no corpo de prova submetido ao esforço de tração, e também, as fórmulas para o cálculo do comprimento final e deformação do corpo de prova.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 174 - Fórmula para o cálculo e representação do alongamento unitário (deformação)  
Fonte: do Autor

Onde:

$l_f$  = comprimento final do corpo de prova ou peça (m; cm; mm);

$l$  = comprimento inicial do corpo de prova ou peça (m; cm; mm);

$\Delta l$  = alongamento (m; cm; mm)

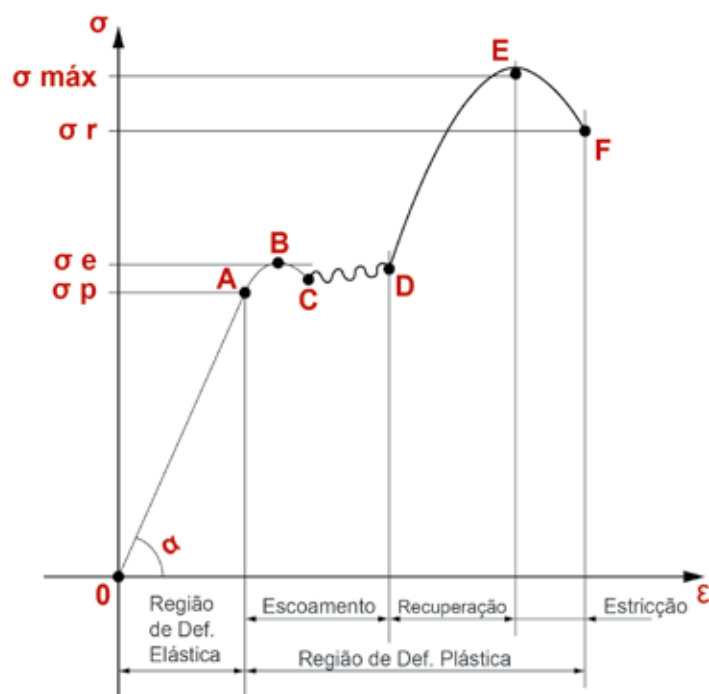
Ao se aplicar uma força de tração, esta provoca um esforço no sentido longitudinal do corpo de prova, ou seja, no sentido de seu comprimento, sempre tendendo a estirá-lo. Esse fenômeno é conhecido como Lei de Hooke. O cientista inglês Robert Hooke o denominou como alongamento. Conforme as experiências de Hooke, quanto maior a carga normal aplicada ao comprimento inicial do corpo de prova, maior o alongamento; ou seja, a deformação é proporcional a carga aplicada. Da mesma forma, quanto maior for a área da seção transversal e a rigidez do material do corpo de prova, que pode ser medido através do seu módulo de elasticidade, menor será o seu alongamento.

Cada tipo de material apresenta características estruturais e propriedades mecânicas diferentes. Ao efetuar o projeto ou a manutenção de um componente este é um ponto muito importante a ser analisado.

No capítulo sobre resistência dos materiais serão encontrados vários tipos de tensão, pois nos conjuntos mecânicos que configuram os diversos tipos de máquinas e equipamentos, os esforços são aplicados de várias formas e sentidos. Como exemplo podem ser citadas: a tensão de tração, tensão de compressão, tensão de flexão e tensão de cisalhamento. As unidades mais utilizadas para mensurar a tensão são: MPa, N/cm<sup>2</sup>, N/mm<sup>2</sup>, kgf/cm<sup>2</sup> e Kgf/mm<sup>2</sup>.

Quando submetemos um material ao ensaio de tração e ele apresenta deformação elástica, na sequência deformação plástica, para então atingir o rompimento, dizemos que este é um material dúctil. Como exemplo podemos citar o aço; alumínio, latão, cobre etc.

Para ilustrar, veremos na figura a seguir, o diagrama tensão x deformação do aço ABNT 1020, onde é identificado as mudanças que ocorrem na estrutura do corpo de prova que é submetido ao esforço de tração na máquina de ensaios.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 175 - Diagrama Tensão x Deformação  
Fonte: do Autor

No diagrama acima, podemos observar que:

- a) o ponto (0) indica o início do ensaio e a carga é nula;
- b) o ponto (A), temos o limite e a tensão de proporcionalidade ( $\sigma_p$ );
- c) o trecho, de (0-B), a deformação é elástica e se a carga for interrompida, o corpo de prova voltará ao seu comprimento inicial;
- d) no ponto (B) vemos o limite superior de escoamento e a tensão de escoamento ( $\sigma_e$ );
- e) No ponto (C) temos o limite inferior de escoamento;
- f) No ponto (D) ocorre o final do escoamento e início da recuperação do material;
- g) No ponto (E) vemos o limite máximo de resistência, que é seguido pelo ponto (F) onde temos o limite de ruptura do material;
- h) No trecho (A-F), a deformação é plástica e permanente.

Para melhor entendimento, usaremos o seguinte exemplo:

De acordo com a norma DIN 933, um parafuso 5.8 MA 6 x 25 mm, possui uma área útil de 17,89 mm<sup>2</sup>, é fabricado com aço ao carbono 1015, não necessita de tratamento térmico, possui uma tensão de escoamento ( $\sigma_e$ ) de 400 N/mm<sup>2</sup> e uma tensão de ruptura ( $\sigma_r$ ) de 500 N/mm<sup>2</sup> à ruptura.

Com os dados acima e utilizando a fórmula abaixo, poderemos calcular qual é a carga de escoamento que o parafuso suportará, ou seja, ponto em que ele começará a deformar-se, e qual será a carga que dará início ao ponto de ruptura.

A fórmula para determinar o valor de ( $d_i$ ) é igual a  $d - 1,2268 \times P$ .

Onde:

$d_i$  – diâmetro menor do parafuso, localizado no fundo do filete de rosca;

$P$  – passo da rosca;

1,2268 – constante;

$\sigma_e$  – tensão de escoamento;

$\sigma_r$  – tensão de ruptura.

Sendo assim, temos que:

$$d_i = d - 1,2268 \times P \Rightarrow d_i = 6 - 1,2268 \times 1 \Rightarrow d_i = 4,7732 \times 1 \Rightarrow d_i = 4,7732 \text{ mm.}$$

$$S = \frac{\pi \times d_i^2}{4} \Rightarrow S = \frac{\pi \times 4,7732^2}{4} \Rightarrow S = \frac{\pi \times 22,7834}{4} \Rightarrow S = \frac{71,5762}{4} \Rightarrow S = 17,89 \text{ mm}^2.$$

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad \longrightarrow \quad \begin{array}{l} \sigma = \text{Tensão (MPa, N/mm}^2\text{; kgf/mm}^2\text{);} \\ F = \text{Carga ou força (N; kN; kgf);} \\ S = \text{Área (m}^2\text{; cm}^2\text{; mm}^2\text{).} \end{array}$$

$$\begin{aligned} F &= \sigma \times S \Rightarrow F = 400 \text{ N/mm}^2 \times 17,89 \text{ mm} \\ F &= 400 \times 17,89 = 7156 \text{ N (Carga de escoamento).} \\ F &= \sigma \times S \Rightarrow F = 500 \text{ N/mm}^2 \times 17,89 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$F = 500 \times 17,89 = 8945 \text{ N (Carga de ruptura).}$$

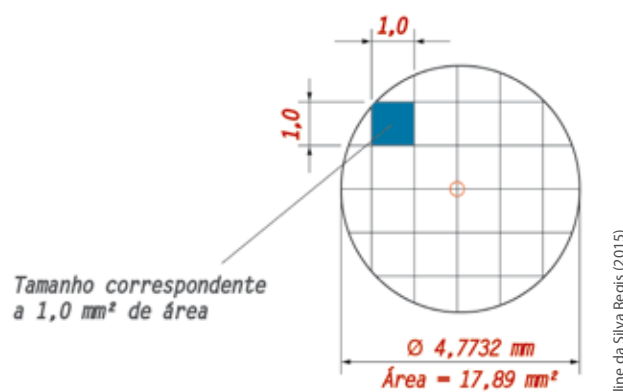


Figura 176 - Seção transversal do parafuso  
Fonte: do Autor

Ao analisar o resultado do cálculo e o desenho esquemático anterior, se pode dizer que quando o parafuso estiver submetido a 7156 N, cada milímetro quadrado de sua área estará submetido a uma carga/tensão de 400 N/mm<sup>2</sup> de esforço. Quando a carga aumentar para 8945 N, cada milímetro quadrado da seção transversal do parafuso estará submetido a uma carga/tensão de 500 N/mm<sup>2</sup>, vindo possivelmente a romper.

### Tensão de compressão

A tensão de compressão ( $\sigma_c$ ) é uma tensão oposta à da tração, pois a força aplicada tende a comprimir o corpo de prova. Também acontece no sentido longitudinal do corpo de prova, mas tendendo a encurtá-lo. Como exemplo se pode citar uma mesa. Com um peso sobre ela, os seus pés recebem um esforço de compressão, que é distribuído em cada milímetro quadrado de sua área. Em uma prensa, quando a peça é atingida pelo martelo, está recebendo uma força de compressão para que tome a forma da matriz instalada na máquina. Na figura a seguir segue a representação de um ensaio de compressão.

$$\sigma_c = \frac{F}{S}$$

Onde:  $\sigma_c$  = tensão de compressão (Pa; Mpa; N/mm<sup>2</sup>; kgf/mm<sup>2</sup>);  
F = força ou carga (N; kN; kgf);  
S = área transversal da peça (m<sup>2</sup>; cm<sup>2</sup>; mm<sup>2</sup>).

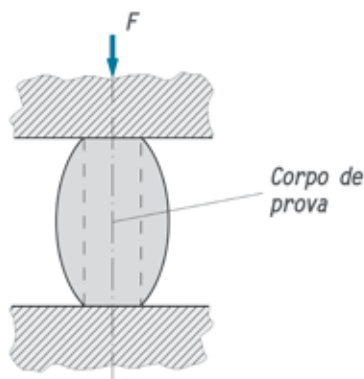


Figura 177 - Seção transversal do parafuso  
Fonte: do Autor

No desenho anterior se pode visualizar a deformação do corpo de prova submetido a uma força de compressão.

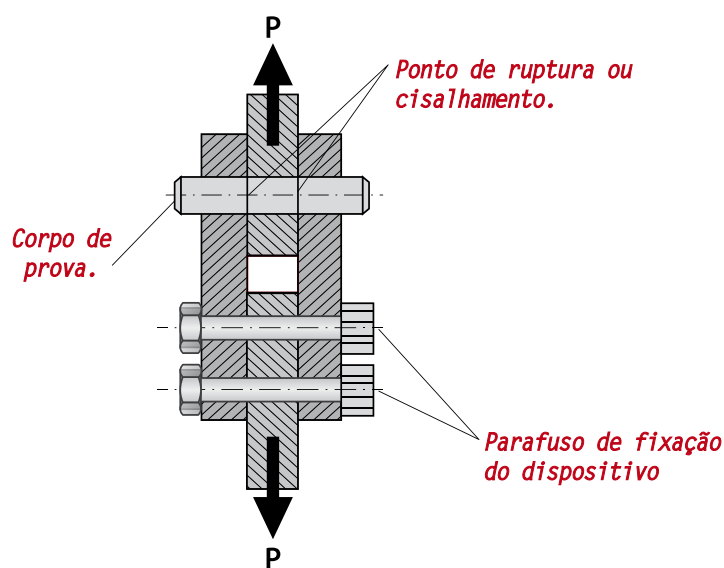
### Tensão de cisalhamento

É uma força que é aplicada na seção transversal de um corpo de prova, cuja tendência é a de cortá-lo. A tensão de cisalhamento ( $\tau_c$ ) é a relação entre a força cortante ( $F_q$ ) e a área transversal ( $S$ ) do corpo de prova.

Dentro do ambiente fabril, é comum pinos, rebites, eixos e até parafusos serem cortados por esforço de cisalhamento. Isso ocorre por sobrecarga ou quando o componente é mal especificado ou por falha de projeto.

$$\tau_c = \frac{F_q}{S}$$

onde:  $\tau_c$  = tensão de cisalhamento (Pa; MPa; N/mm<sup>2</sup>; kgf/mm<sup>2</sup>);  
 $F_q$  = força ou carga cortante (N, kN; kgf);  
 $S$  = área da seção transversal da peça (m<sup>2</sup>; cm<sup>2</sup>; mm<sup>2</sup>).



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 178 - Corpo de prova submetido ao esforço de cisalhamento

Fonte: do Autor



### FIQUE ALERTA

Existe uma relação entre a tensão de ruptura ao cisalhamento ( $\tau_{rc}$ ) e a tensão de ruptura a tração ( $\sigma_{rt}$ ) para a maioria dos materiais metálicos, por este motivo, caso você não possua o valor da tensão de cisalhamento, recomenda-se que no dimensionamento de peças a tensão de cisalhamento seja:  $\tau_{rc} = (2/3 \div 3/4)$  da tensão de tração do material.

### Tensão de flexão

Ao se aplicar um carregamento (esforço) em uma viga ou eixo, constata-se que aparecem, no seu interior (acima e abaixo da linha neutra<sup>1</sup>), vários pontos que estarão recebendo a ação de forças chamadas de tensão. Conforme pode ser visto na figura, a seguir, quando uma viga ou eixo está submetido a um esforço ou carregamento à flexão, na parte superior da linha neutra, as fibras do material estarão recebendo tensões normais de compressão e na parte inferior as fibras estarão recebendo tensões normais de tração, enquanto que a seção transversal da viga está recebendo tensão de cisalhamento.

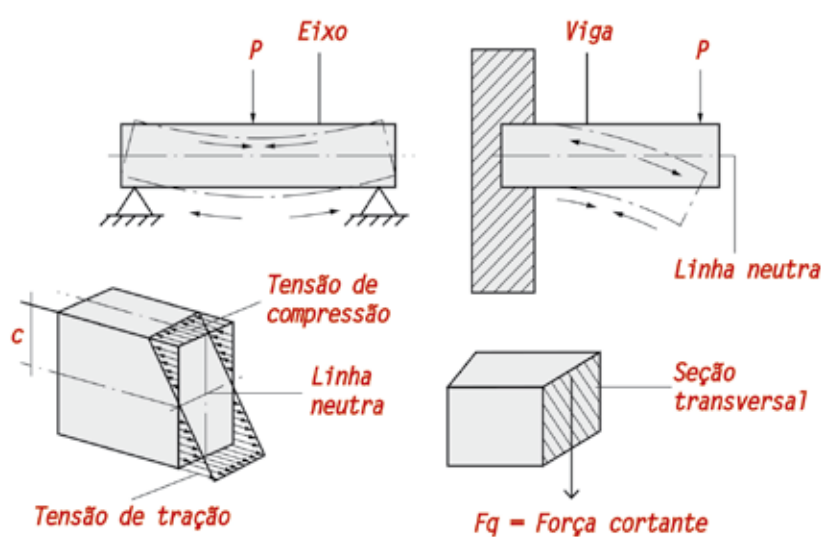


Figura 179 - Representação das tensões internas gerada pelo esforço de flexão e ação da força cortante de cisalhamento  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

Para efetuar o cálculo da tensão de flexão ( $\sigma_f$ ), é necessário conhecer o valor da carga (P), o ponto em que a carga será aplicada, para calcular o momento fletor (Mf) e o módulo de resistência a flexão (Wf), que dependerá do tipo de seção. Sendo assim:

$$\sigma_f = \frac{M_f}{W_f} \quad \text{onde: } \begin{array}{l} \sigma_f = \text{tensão de flexão (Pa; Mpa; N/mm}^2\text{; kgf/mm}^2\text{);} \\ M_f = \text{momento fletor (Nxm; Nxmm);} \\ W_f = \text{módulo de resistência a flexão (m}^3\text{; cm}^3\text{; mm}^3\text{).} \end{array}$$

Dependendo do perfil do componente utilizado no projeto, seja um perfil especial ou uma barra comercial, sempre é preciso determinar o valor do módulo de resistência à flexão, pois cada um dos tipos oferece maior ou menor resistência à carga aplicada. Veja a seguir, dois exemplos de módulos de resistência a flexão:

<sup>1</sup> É a linha que separa a seção de uma barra no sentido longitudinal. Desse modo, ao aplicar uma carga de flexão na barra, as fibras do material serão submetidas ao esforço de tração em um dos lados e ao esforço de compressão, no outro.

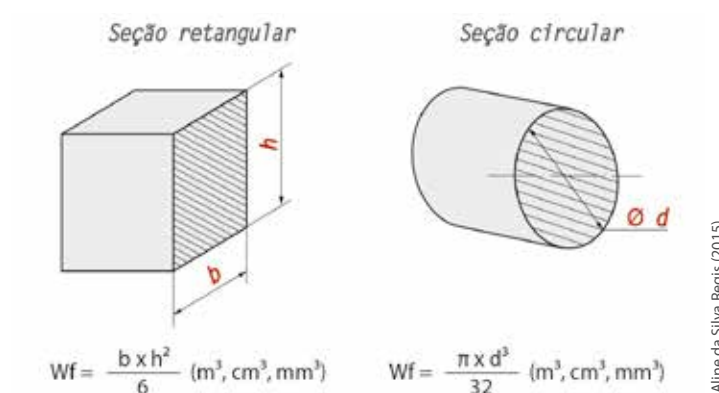


Figura 180 - Representação da seção transversal da barra e módulo de resistência à flexão  
Fonte: do Autor

Lembre-se que o módulo de resistência a flexão ( $W_f$ ) varia de acordo com o tipo de seção do material ou componente.

Para exemplificar, será calculada a tensão de flexão ( $\sigma_f$ ) em uma barra de aço com bitola de 30 x 60 mm, conforme representado na figura, a seguir.

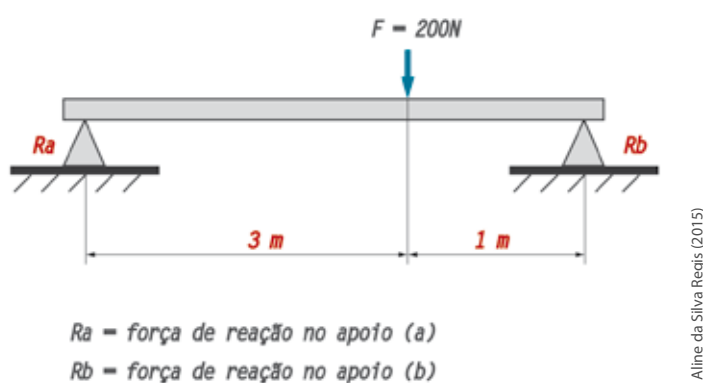


Figura 181 - Representação de uma estrutura com apoio simples  
Fonte: do Autor

Ao aplicar as condições de equilíbrio na barra, inicia-se pelo cálculo das forças de reação nos apoios "a" e "b", conforme representação na figura anterior.

Sendo assim, as forças que agem em sentido horário ao ponto de apoio recebem sinal positivo (+), e as anti-horário, recebem o sinal negativo (-).

$$\begin{aligned} \Sigma M_a &= 0 \\ -R_b \times 4 + F \times 3 &= 0 \\ -R_b \times 4 + 200 \times 3 &= 0 \\ -R_b \times 4 + 600 &= 0 \\ -R_b &= \frac{-600}{4} = 150 \text{ N. (x -1)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma M_b &= 0 \\ R_a \times 4 - F \times 1 &= 0 \\ R_a \times 4 - 200 \times 1 &= 0 \\ R_a \times 4 - 200 &= 0 \\ R_a &= \frac{200}{4} = 50 \text{ N.} \end{aligned}$$

O apoio "a" recebe apenas 25% da carga, porque a força não está sendo aplicada no centro da barra. A carga está deslocada para próximo do apoio "b" e por este motivo suporta 75% do total da carga.

Agora é preciso calcular o momento fletor.

$$M_f = P \times l$$

Onde:

"M<sub>f</sub>" é o momento fletor

"l" é a distância do ponto de aplicação da carga até os apoios.

$$M_{f1} = F \times l \quad M_{f1} = 200 \text{ N} \times 3 \text{ m} \quad M_{f1} = 600 \text{ N} \times \text{m ou } 60000 \text{ N} \times \text{cm.}$$

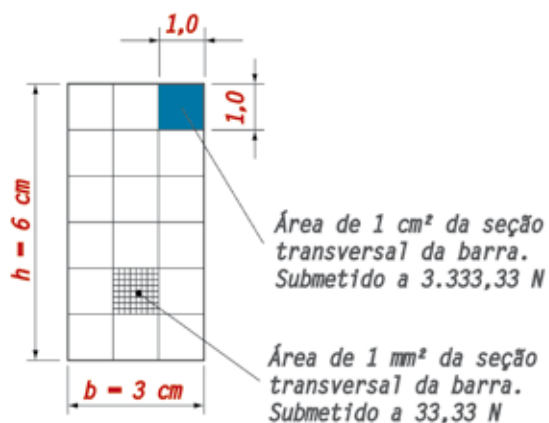
$$M_{f2} = F \times l \quad M_{f2} = 200 \text{ N} \times 1 \text{ m} \quad M_{f2} = 100 \text{ N} \times \text{m ou } 10000 \text{ N} \times \text{cm.}$$

Para encontrar o maior valor da tensão de flexão ( $\sigma_f$ ), utiliza-se o maior momento fletor (M<sub>f</sub>), que é o M<sub>f1</sub> = 600 N x m ou 60000 N x cm.

Para calcular a tensão de flexão é necessário ainda saber o valor do módulo de resistência a flexão. Como a seção é retangular, adotaremos a seguinte fórmula:

$$W_f = \frac{b \times h^2}{6} \Rightarrow W_f = \frac{0,030 \times 0,060^2}{6} \Rightarrow W_f = \frac{0,000108}{6} \Rightarrow W_f = 0,018 \text{ m}^3 \Rightarrow 18 \text{ cm}^3 \Rightarrow 18000 \text{ mm}^3$$

Como as dimensões da barra estão em milímetros (30 x 60 mm), iremos transformar as dimensões para centímetros com o objetivo de facilitar o entendimento do cálculo do módulo de resistência a flexão (W<sub>f</sub>). Agora com todos os dados em mãos, já se pode calcular a tensão de flexão.



$$\sigma_f = \frac{M_f}{W_f} \therefore \sigma_f = \frac{60000}{18}$$

$$\sigma_f = 3.333,33 \text{ N/cm}^2 \text{ ou } 33,33 \text{ N/mm}^2$$

Figura 182 - Representação da seção transversal da barra  
Fonte: do Autor

Pelos cálculos realizados, e também pela análise do desenho fica fácil entender porque  $1 \text{ cm}^2$  de área da seção transversal da barra está submetido a  $3.333,33 \text{ N}$  e  $1 \text{ mm}^2$  a apenas uma tensão de  $33,33 \text{ N}$ . Isso ocorre porque há uma diferença no tamanho das áreas, que é de 100 vezes.

### Tensão de torção

Quando se prende uma barra pelas suas duas extremidades e se aplica nela um binário de força em sentidos opostos, esta sofrerá uma torção no seu próprio eixo e sua seção transversal será submetida a forças transversais de cisalhamento provocada pelo momento torsor ou torque, que provocarão uma tensão de torção ou cisalhamento. Estas poderão causar a deformação da barra ou eixo, podendo chegar até ao rompimento.

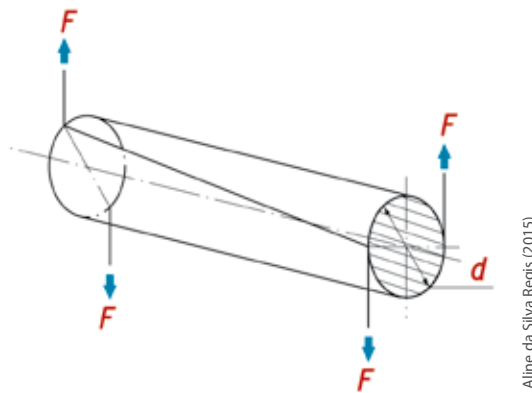


Figura 183 - Barra submetida à força de torção através da aplicação de dois binários de força nas extremidades  
Fonte: do Autor

Para calcular a tensão de torção, utiliza-se a equação a seguir:

$$\tau = \frac{Mt}{Wt}$$

onde:  $\tau$  = Tensão de torção (Pa; MPa; N/mm<sup>2</sup>; kgf/mm<sup>2</sup>);  
 $Mt$  = Momento torsor (N x m; N x mm);  
 $Wt$  = Módulo de resistência a torção (m<sup>3</sup>; cm<sup>3</sup>; mm<sup>3</sup>).

Com base na equação que será utilizada para o cálculo da tensão de torção, verifica-se que a tensão de torção aplicada na barra será diretamente proporcional ao momento torsor e inversamente proporcional ao módulo de resistência à torção. A tensão de torção também varia de forma linear em relação à distância "d", do ponto de aplicação da força em relação ao centro da barra. Conforme o ponto de aplicação se afasta do centro da barra, a tensão irá aumentando até o ponto máximo, que acontece na periferia da barra.

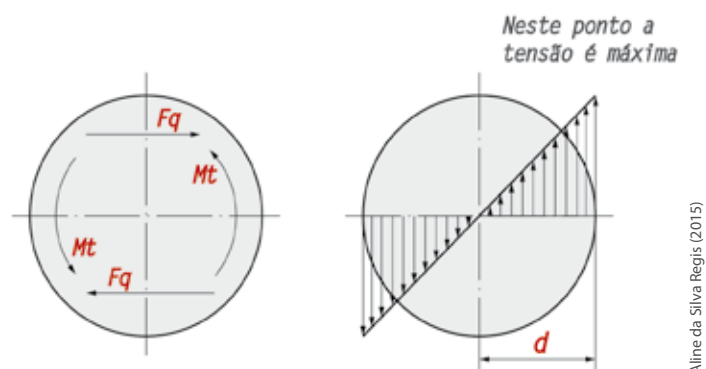


Figura 184 - Ação das forças cortantes de cisalhamento e dos momentos torsores  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

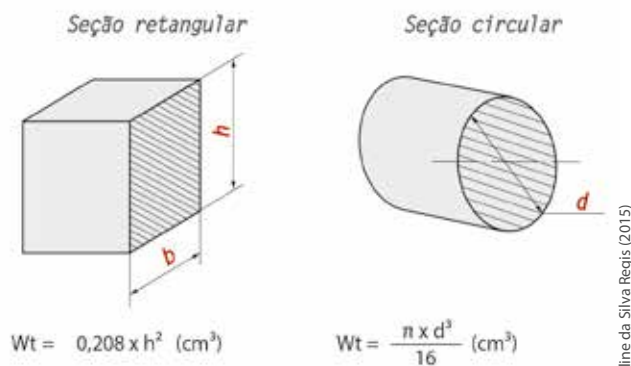


Figura 185 - Representação da seção transversal da barra e módulo de resistência a torção  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

O módulo de resistência a torção ( $W_t$ ), também varia de acordo com o tipo de seção do material ou componente.

Pode-se denominar o momento torsor de um sistema de manivela por exemplo, ao produto da força ou carga ( $F$ ) pelo raio ( $r$ ) ou distância ( $l$ ) do ponto de aplicação ao centro do eixo ou barra.

$$M_t = F \times l \text{ ou então } M_t = F \times r$$

Onde:

$F$  = Força (N; kgf);

$M_t$  = Momento torsor (N x m; N x mm);

$l$  = Distância do ponto de aplicação da força (m; cm; mm);

$r$  = Distância do centro do eixo ou barra até a extremidade da seção (m; cm; mm).

Se o sistema for mecanizado, onde se encontram eixos e árvores<sup>2</sup> acionadas, o momento torsor pode ser calculado pela seguinte equação:

$$Mt = 71620 \times N/n$$

Onde:

N = Potência do motor em ( cv );

n = Rotação do motor ( rpm );

71620 = constante.

Neste caso, a unidade de medida é dada em kgf x cm.

Para calcular a que tensão de torção está submetido um parafuso sextavado<sup>3</sup>, do sistema métrico, com classe de resistência 4.6 e bitola MA 10 x 50 mm, a condição de aperto está representada na figura, a seguir. O diâmetro útil do parafuso é de 8,16 mm.

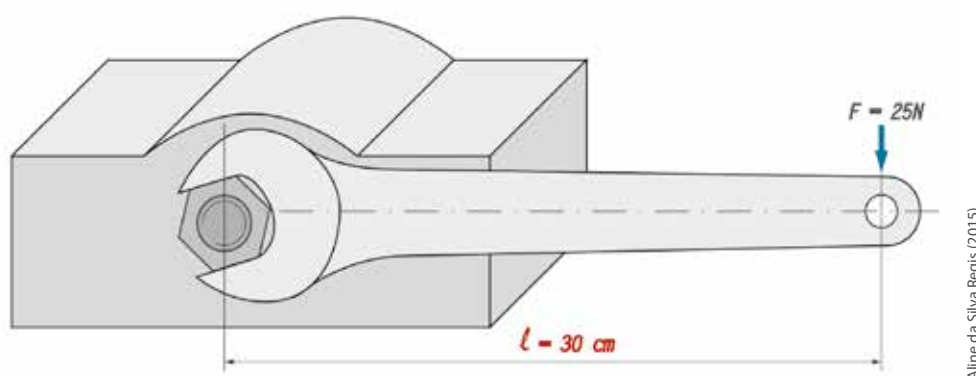


Figura 186 - Mancal de apoio  
Fonte: do Autor

Sabendo que  $T_t = \frac{Mt}{W_t}$ , é preciso calcular primeiramente o momento torsor e posteriormente o módulo de resistência à torção.

O momento torsor é encontrado através da fórmula  $Mt = F \times l \rightarrow Mt = 25 \text{ N} \times 30 \text{ cm} \rightarrow Mt = 750 \text{ N} \times \text{cm}$ .

Como o parafuso possui uma seção circular, com diâmetro útil igual a 8,16 mm, a fórmula do módulo de resistência a torção é:

$$W_t = \frac{\pi \times d^3}{16}$$

2 Um eixo é chamado de árvore quando possui a função de suportar elementos de máquinas, como rolamentos, polias, engrenagens etc., e também transmitir potência. Como exemplo, tem-se o eixo árvore de uma furadeira.

3 Figura geométrica plana provida de seis lados iguais, também denominada de hexágono.

Sendo assim:

$$W_t = \frac{\pi \times 0,816^3}{16} \rightarrow W_t = \frac{1,70695}{16} \rightarrow W_t = 0,10668 \text{ cm}^3$$

Agora, conhecendo o momento torsor e o módulo de resistência a torção, já se pode calcular a tensão de torção ( $\tau$ ) a que o parafuso está submetido.

$$\tau = \frac{M_t}{W_t} \rightarrow \tau = \frac{750}{0,10668} \rightarrow \tau = 7030,37 \frac{N}{\text{cm}^2} \text{ ou } 70,3 \frac{N}{\text{mm}^2}$$



**SAIBA  
MAIS**

Como um parafuso desta classe de resistência pode suportar uma tensão igual a  $240 \text{ N/mm}^2$  até o ponto de escoamento, é possível concluir, através dos cálculos, que o parafuso resistirá à tensão causada pelo momento torsor gerado pela ação da chave.

### 5.3 RELAÇÃO DE TRANSMISSÃO

Nas indústrias, os três elementos de máquinas mais comuns destinados a realizar a transmissão de movimento de rotação entre eixos são as correias, correntes e engrenagens.

No caso das correias e polias a transmissão ocorre por atrito gerado entre o contato da correia com a superfície da polia, no caso das correias planas, ou com a superfície do canal cônico da polia, no caso das correias trapezoidais de perfil em "V". Quanto as engrenagens ou rodas dentadas, a transmissão de movimento por rotação ocorre quando o dente da engrenagem motora encaixa no vão do dente da engrenagem movida, provocando a transmissão, que é denominada transmissão pela forma.

Assim como na transmissão por engrenagens, na transmissão de movimentos de rotação por corrente não ocorre deslizamento, pois os dentes da roda dentada se encaixam nos vãos da corrente. A mesma relação de transmissão pode ser aplicada nos três tipos de transmissão entre eixos.

Desse modo, podemos definir a relação de transmissão ( $i$ ), como sendo a relação entre o número de voltas das polias ou rodas dentadas ( $n$ ) numa unidade de tempo e os seus diâmetros; ou então como a razão entre o diâmetro da roda conduzida, pelo diâmetro da roda motora. Não havendo escorregamento, a velocidade periférica ( $V$ ) é a mesma para as duas rodas ou polias.

Sabendo que a velocidade periférica é calculada através da fórmula ( $V = \pi \times n \times D$ ) e que a velocidade periférica da roda 1 ( $V_1$ ) é igual a velocidade periférica da roda 2 ( $V_2$ ), ou seja:  $V_1 = V_2$ . Desse modo temos que:

$$V = \pi \times n_1 \times D_1 = \pi \times n_2 \times D_2$$

Onde:

$V$  = Velocidade periférica (m/min);

$n_1$  = rotação da roda motora (rpm);

$n_2$  = rotação da roda movida (rpm);

$D_1$  = Diâmetro da roda motora (m; mm);

$D_2$  = Diâmetro da roda movida (m; mm);

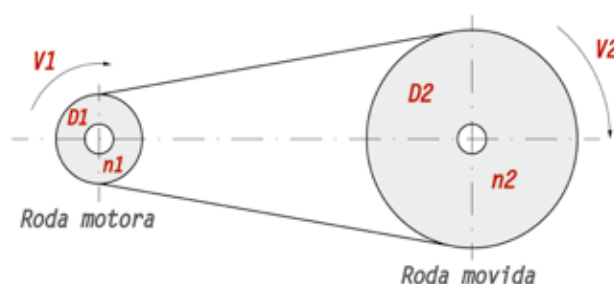


Figura 187 - Sistema de transmissão  
Fonte: do Autor

Sendo assim, é correto afirmar que a relação de transmissão ( $i$ ) pode ser calculada por:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

Em um sistema de transmissão sempre teremos o eixo motor e o eixo movido. Consequentemente as rodas, polias, engrenagens etc, também serão caracterizadas como sendo motora ou movida. Para se fazer esta diferenciação, os símbolos da fórmula são acompanhados dos números 1 e 2, onde 1 é para motora e 2 para movida.

A relação de transmissão ( $i$ ) é adimensional e indica a quantidade de rotações que o elemento motriz realizou para cada rotação completa do elemento movido.

Quando dizemos que a relação de transmissão é ( $i = 5 : 1$ ), isso indica que o elemento motor realizou 5 rotações e o elemento movido 1 rotação. Neste caso teremos uma redução.

Ao contrário, quando se diz que a relação de transmissão é ( $i = 1 : 5$ ), isso indica que o elemento motor realizou 1 rotação e o elemento movido realizou 5 rotações. Neste caso teremos uma ampliação.

Analise o exemplo a seguir: Se a polia motora gira a 1800 rpm e possui um diâmetro de 100 mm, qual será a velocidade da polia movida, se o seu diâmetro é 300 mm? Verifique também qual é a relação de transmissão do conjunto.

$$\text{como: } i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad \text{temos: } \frac{1800}{n_2} = \frac{300}{100} \quad \therefore n_2 = \frac{1800 \times 100}{300} \quad \therefore n_2 = \frac{180000}{300} = 600 \text{ rpm.}$$

$$\text{A relação de transmissão } i = \frac{n_1}{n_2} \quad \therefore \frac{1800}{600} = 3 \quad \text{Nesse caso teremos uma redução (3 : 1)}$$

Para cada 3 rotações completas da polia motora, ocorrerá 1 rotação da polia movida, ou seja, a polia motora é 3 vezes menor que a movida, conforme demonstra a figura a seguir:



Figura 188 - Sistema de transmissão por correia

Na sequência, estudaremos como realizar o cálculo da rotação dos conjuntos onde a transmissão de movimentos é realizada por polias e correias, ou por engrenagens.

## 5.4 CÁLCULO DA ROTAÇÃO DE POLIAS E ENGENAGENS

Atualmente, devido à grande concorrência, são visíveis os esforços empregados pelas empresas visando atingir maior produtividade, melhor qualidade de seus serviços e produtos e a redução dos custos de fabricação e desperdícios. No mesmo caminho, os produtores de máquinas e equipamentos também trabalham para oferecer o melhor projeto para seus clientes.

As máquinas e equipamentos atuais já vem dotados de moto redutores, inversores de frequência e servomotores, em substituição a sistemas de transmissão por polias e engrenagens convencionais, cuja função é controlar a velocidade e o torque. Isto tem um custo, mas é amortizado pelo seu melhor desempenho, segurança e maior precisão. Outro ponto para esta mudança é a necessidade da automação de máquinas e processos.

Contudo, ainda há um grande número de máquinas e equipamentos que são equipados e dependem de polias e engrenagens para efetuar a transmissão de movimentos, rotação e torque.

Você já leu a pouco a sigla “rpm”, mas sabe o que essa sigla significa? Esta sigla serve para abreviar o termo “rotação por minuto” que é atribuído a um elemento de máquina como eixos, polias, engrenagens, rolamentos etc., bem como a ferramentas de máquinas operatrizes, como brocas e fresas, ou até mesmo ao giro da peça que será usinada em uma destas máquinas, quando a ferramenta é fixa.

#### 5.4.1 CÁLCULO DA ROTAÇÃO PARA POLIAS

Para saber qual a velocidade fornecida para um conjunto de polias, é necessário conhecer a relação de transmissão ( $i$ ) existente entre as mesmas, ou seja, qual a relação entre o número de voltas das polias ( $n_1$  e  $n_2$ ) numa unidade de tempo e os seus diâmetros ( $D_1$  e  $D_2$ ). Quanto a velocidade periférica ( $V$ ), esta é a mesma para as duas polias. Se no eixo movido que está ligado a carga tivermos uma polia com o mesmo tamanho da polia que está fixa no motor, a velocidade ou rotação (rpm) será a mesma produzida pelo motor e desse modo estaremos transmitindo movimento de um eixo para outro sem alterar a rotação (rpm).



#### CURIOSIDADES

Frequência é uma grandeza física indicada para medir o número de oscilações de uma onda por unidade de tempo, cuja unidade de medida é o hertz, que é simbolizado por (Hz). O hertz equivale a uma oscilação da onda por segundo.

Para efetuar o cálculo da relação de transmissão entre polias, deve-se utilizar a seguinte equação:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

Onde:

$D_1$  = Diâmetro da polia motora (mm);

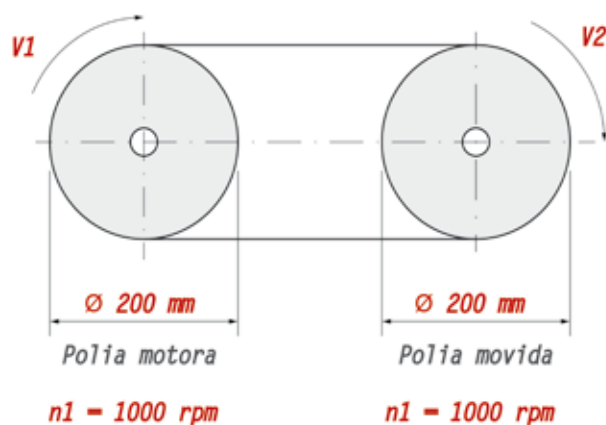
$D_2$  = Diâmetro da polia movida (mm);

$n_1$  = Rotação da polia motora (rpm);

$n_2$  = Rotação da polia movida (rpm).

Na condição representada na figura a seguir, haverá a transmissão de movimento entre eixos, sem alteração da velocidade (rpm), pois os diâmetros das polias são iguais. Neste caso a relação de transmissão será igual a 1 ou  $i = \frac{n1}{n2} = \frac{1000}{1000}$ . Isto significa que a cada volta da polia motora, acorrerá uma volta da polia movida. Veja a seguir o cálculo completo

$$i = \frac{n1}{n2} = \frac{D2}{D1} \quad \text{onde} \quad \frac{1000}{n2} = \frac{200}{200} \quad \therefore n2 = \frac{1000 \times 200}{200} \quad \therefore n2 = \frac{200000}{200} = 1000 \text{ rpm}$$



Alline da Silva Regis (2015)

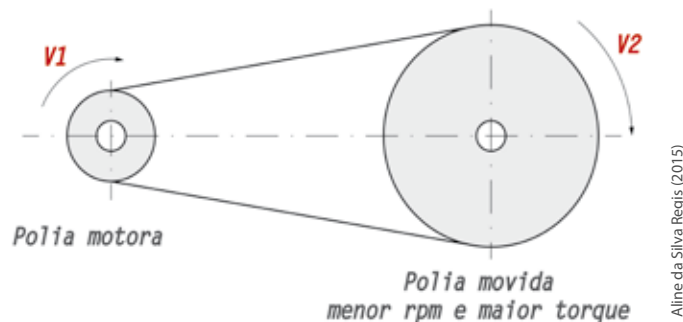
Figura 189 - Sistema de transmissão de movimento por polias  
Fonte: do Autor

Na grande maioria das vezes os sistemas de transmissão por polias não seguem este padrão, pois o objetivo da sua instalação não é apenas transmitir movimento de um eixo para o outro, mas também efetuar a redução ou a ampliação da velocidade (rpm), e obter alteração no torque.

### Redução de velocidade

Tendo a polia motora o diâmetro ( $D1 = 100 \text{ mm}$ ) e rotação ( $n1 = 500 \text{ rpm}$ ), qual será a rotação ( $n2$ ) da polia movida, cujo diâmetro ( $D2 = 200 \text{ mm}$ )?

$$i = \frac{n1}{n2} = \frac{D2}{D1} \quad \text{onde} \quad \frac{500}{n2} = \frac{200}{100} \quad \therefore n2 = \frac{500 \times 100}{200} \quad \therefore n2 = \frac{50000}{200} = 250 \text{ rpm.}$$



Aline da Silva Regis (2015)

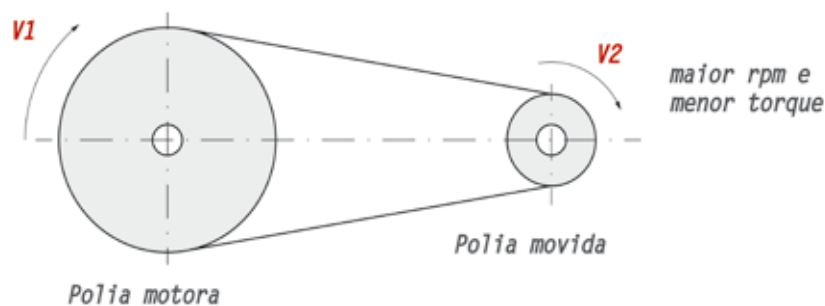
Figura 190 - Sistema de transmissão por polias  
Fonte: do Autor

Nesta configuração, conforme demonstrado na figura e cálculo acima, ganhamos em torque, mas perdemos em velocidade, pois como a polia movida é o dobro da polia motora, temos um aumento do momento torsor e redução na rotação (rpm), praticamente a metade, se desprezarmos as perdas.

### Ampliação da velocidade

No sistema de transmissão da figura a seguir, a polia motora apresenta rotação igual a ( $n_1 = 1000$  rpm) e diâmetro ( $D_1 = 150$  mm). Qual será a rotação ( $n_2$ ) da polia movida se seu diâmetro for de ( $D_2 = 75$  mm)?

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad \text{onde} \quad \frac{1000}{n_2} = \frac{75}{150} \quad \therefore n_2 = \frac{1000 \times 150}{75} \quad \therefore n_2 = \frac{150000}{75} = 2000 \text{ rpm}$$



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 191 - Sistema de transmissão por polias  
Fonte: do Autor

O sistema de transmissão representado na figura anterior é escolhido quando é necessário aumentar a velocidade do equipamento, mas é importante analisar a natureza do trabalho a ser realizado, pois haverá perda de torque devido ao menor momento torsor. Outro ponto a ser observado é se o dimensionamento dos rolamentos, buchas e sistema de lubrificação não serão afetados, pois estes quando são projetados, levam em consideração a carga e a velocidade em que os componentes irão operar. Se a velocidade tiver um aumento substancial os componentes poderão desgastar-se prematuramente.

Outro ponto a ser observado é a necessidade de um novo balanceamento do conjunto.

Existem um grande número de máquinas que possuem sistemas de redução de velocidade, onde o acionamento simples é feito apenas por um par de polias, como já observamos nas figuras anteriores. Máquinas mais complexas exigem transmissões dotadas de dois ou mais estágios, que são constituídos por um grupo de polias cujo tamanho varia em função das velocidades que serão necessárias. A figura a seguir ilustra este tipo de transmissão:

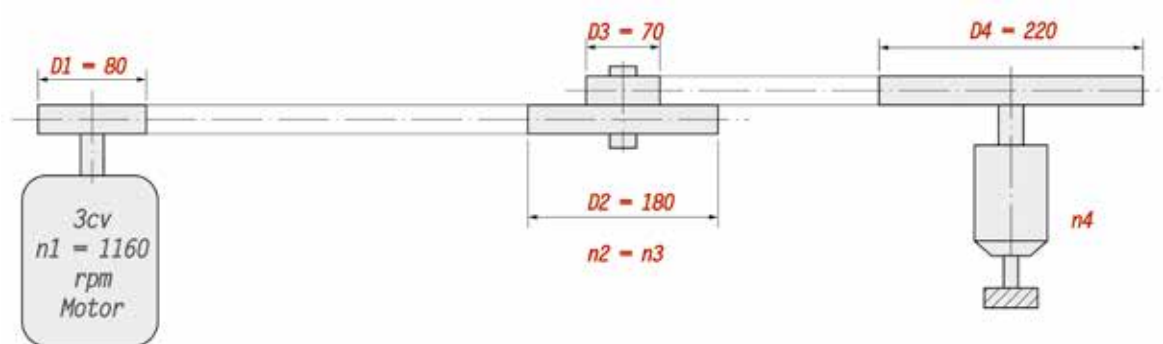


Figura 192 - Sistema de transmissão por polias (2 estágios)  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

O sistema representado na figura anterior é composto por dois estágios, mas poderia ser por um número ainda maior. Como o sistema possui várias polias desde o acionamento até o ponto de trabalho, parece ser difícil de descobrirmos a rotação em cada eixo ou polia. Na verdade a fórmula é sempre a mesma, o segredo está em descobrir qual é a polia motora e movida de cada estágio.

Ficou curioso? Observe a resolução para a condição exposta na anterior:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad \text{onde} \quad \frac{1160}{n_2} = \frac{180}{80} \quad \therefore n_2 = \frac{1160 \times 80}{180} \quad \therefore n_2 = \frac{92800}{180} = 515,81 \text{ rpm.}$$

Como a fórmula é sempre a mesma e sabendo que  $n_2$  é igual a  $n_3$ , então há para as duas polias ( $D_2$  e  $D_3$ ) a rotação de 515,55 rpm, pois estão fixas no mesmo eixo:

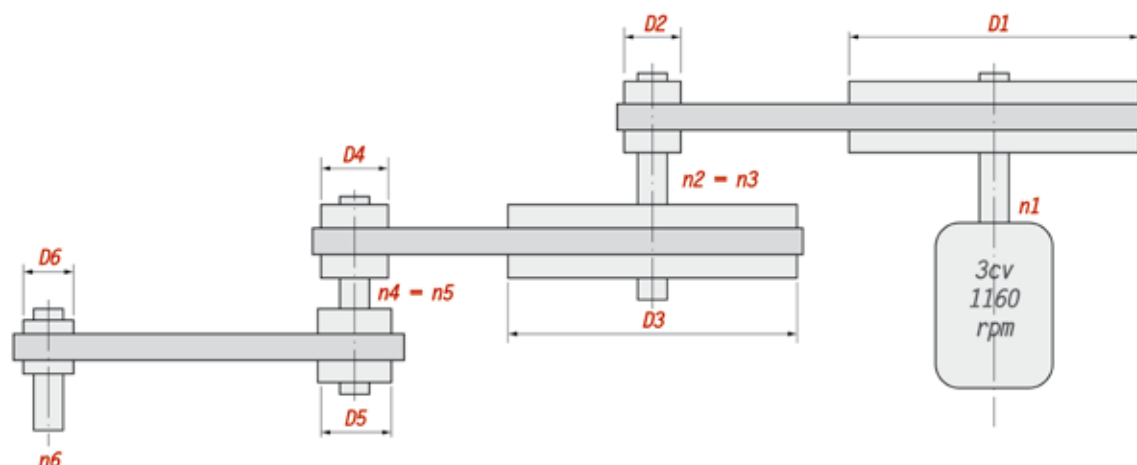
$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad \text{onde} \quad \frac{515,55}{n_2} = \frac{220}{70} \quad \therefore n_2 = \frac{515,55 \times 70}{220} \quad \therefore n_2 = \frac{36088,5}{220} = 164,04 \text{ rpm.}$$



#### FIQUE ALERTA

Conforme pode ser observado no cálculo anterior, houve uma redução na velocidade final da fresadora, de 1160 rpm, que é a rotação do motor, para 164,04 rpm no eixo árvore para fixação da fresa.

Agora, veja a resolução da condição exposta na figura a seguir, cujo sistema é composto por três estágios e seis polias, onde  $n_1 = 1160$  rpm,  $D_1 = 190$  mm,  $D_2 = 85$  mm,  $D_3 = 155$  mm,  $D_4$  e  $D_5 = 100$  mm e  $D_6 = 75$  mm.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 193 - Sistema de transmissão por polias (3 estágios)  
Fonte: do Autor

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} \text{ onde } \frac{1160}{n_2} = \frac{85}{190} \therefore n_2 = \frac{1160 \times 190}{85} \therefore n_2 = \frac{220400}{85} = 2592,94 \text{ rpm.}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} \text{ onde } \frac{2592,94}{n_2} = \frac{100}{155} \therefore n_2 = \frac{2592,94 \times 155}{100} \therefore n_2 = \frac{401905,88}{100} = 4019,06 \text{ rpm.}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} \text{ onde } \frac{4019,06}{n_2} = \frac{75}{100} \therefore n_2 = \frac{4019,06 \times 100}{75} \therefore n_2 = \frac{401905,88}{75} = 5358,75 \text{ rpm.}$$



### FIQUE ALERTA

Aqui se observou que os cálculos mostram que houve uma ampliação na velocidade final do sistema, de 1160 rpm, que é a rotação do motor, para 5358,75 rpm no eixo de saída.

## 5.4.2 CÁLCULO DA ROTAÇÃO PARA ENGRENAGENS

Para efetuar o cálculo da rotação (rpm) de uma transmissão por engrenagens, utilizamos a equação da relação de transmissão a seguir:

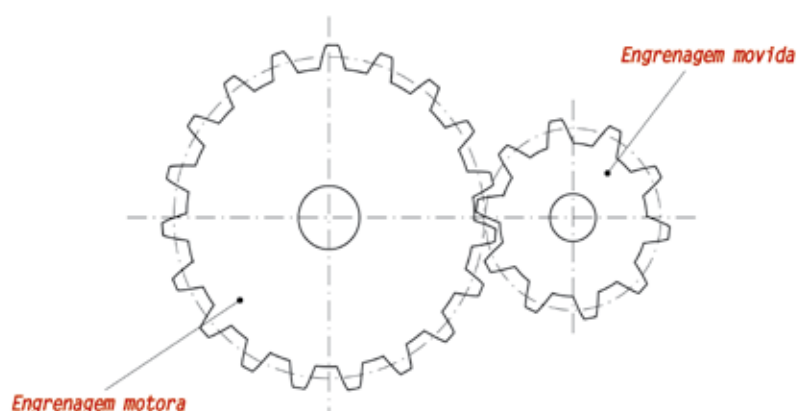


Figura 194 - Sistema de transmissão por engrenagens  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

$$i = \frac{n1}{n2} = \frac{Z2}{Z1} = \frac{Dp2}{Dp1}$$

Onde:

$n1$  = Rotação da engrenagem motora (rpm);

$n2$  = Rotação da engrenagem movida (rpm).

$Z1$  = número de dentes da engrenagem motora,

$Z2$  = número de dentes da engrenagem movida;

$Dp1$  = diâmetro primitivo da engrenagem motora (mm);

$Dp2$  = diâmetro primitivo da engrenagem movida (mm).

Agora, analise o exemplo apresentado na figura, a seguir:

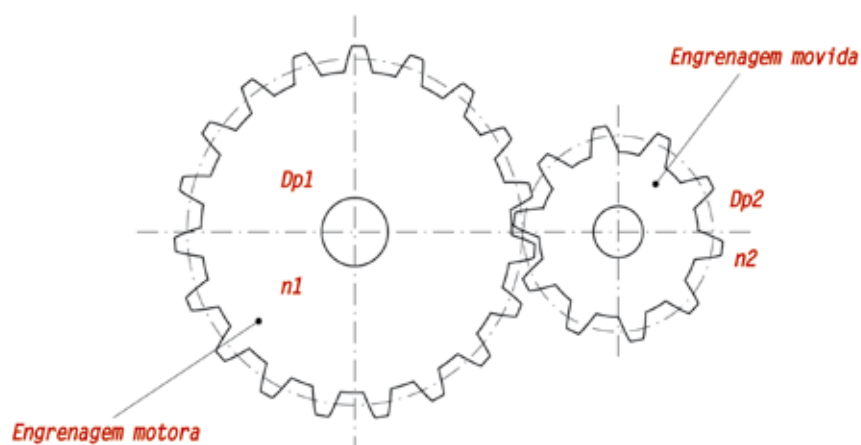


Figura 195 - Sistema de transmissão por engrenagens  
Fonte: do Autor

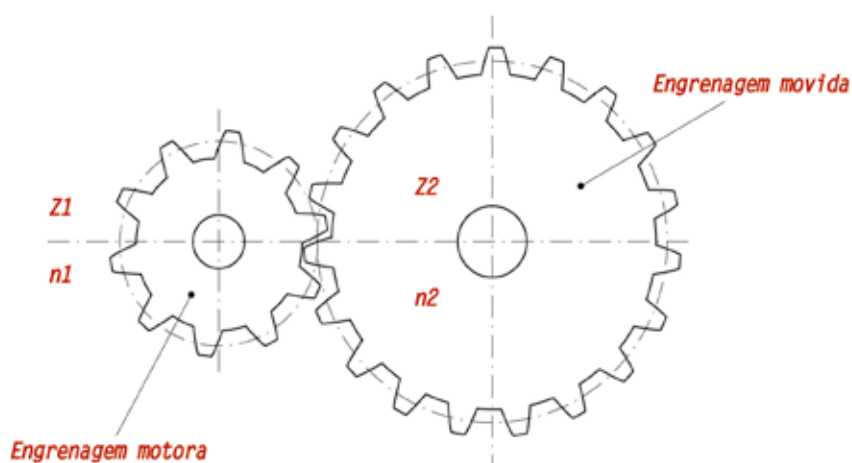
Aline da Silva Regis (2015)

Analise o problema a seguir. Em uma transmissão por engrenagens a rotação da roda dentada motora ( $n_1$ ) é de 800 rpm e seu diâmetro primitivo ( $D_{p1}$ ) é 160 mm. Qual deve ser o diâmetro primitivo ( $D_{p2}$ ) da engrenagem movida se a rotação final ( $n_2$ ) deverá ser de 1000 rpm?

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_{p2}}{d_{p1}} = \frac{800}{1000} = \frac{d_{p2}}{160} = \frac{800 \times 160}{1000} = \frac{128000}{1000} = 128 \text{ mm}$$

Para conseguir uma rotação final de 1000 rpm, é necessário construir uma engrenagem com diâmetro primitivo ( $D_{p2}$ ) igual a 128 mm.

No próximo exemplo, demonstrado na figura a seguir, determina-se a rotação final ( $n_2$ ) conhecendo a rotação inicial ( $n_1 = 1200$  rpm) e o número de dentes das engrenagens motora e movida ( $Z_1 = 24$  dentes e  $Z_2 = 56$  dentes).



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 196 - Sistema de transmissão por engrenagens  
Fonte: do Autor

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{1200}{n_2} = \frac{56}{24} = \frac{1200 \times 24}{56} = \frac{28800}{56} = 514,28 \text{ rpm}$$

No exemplo da figura anterior, foi apresentado um sistema de redução de velocidade, onde a rotação inicial é 1200 rpm e a rotação final é de 514,28 rpm.

## 5.5 VELOCIDADE DE CORTE

A velocidade de corte ( $V_c$ ) pode ser definida como sendo o tempo em que a ferramenta ou peça leva para girar em torno de seu perímetro, espaço correspondente a uma rotação completa.

Quando o processo de usinagem é de torneamento, o giro normalmente é realizado pela peça. Nas operações de furação e fresamento, normalmente o giro é executado pela ferramenta. Por estes motivos, o valor do diâmetro que é inserido na fórmula da velocidade de corte ( $V_c$ ) pode ser o diâmetro da ferramenta ou da peça que será usinada.

$$V_c = \frac{\pi \times D \times N}{1000}$$

Onde:

$V_c$  = velocidade de corte (m/min);

$\pi$  = constante (3,1416);

$D$  = diâmetro da peça ou da ferramenta (mm);

$n$  = rotação do eixo-árvore da máquina (rpm).

A velocidade de corte é importantíssima para que se tenha boa usinabilidade<sup>4</sup>. Por isso, é necessário ter ferramentas de qualidade compatíveis com o tipo de material a ser usinado, bem como qual será o processo de usinagem e qual o tipo de fluido refrigerante e o método de aplicação. Um equipamento robusto e bem cuidado também contribuirá para a qualidade do processo e produto a ser usinado.

VELOCIDADE DE CORTE ( $V_c$ ) PARA TORNO EM (m/min).					
MATERIAIS	FERRAMENTAS DE AÇO RÁPIDO			FERRAMENTAS DE CARBONETO - METÁLICO	
	DESBASTE	ACABAMENTO	ROSCAR RECARILHAR	DESBASTE	ACABAMENTO
AÇO 0,35% C	25	30	10	200	300
AÇO 0,45% C	15	20	8	120	160
AÇO EXTRADURO	12	16	6	40	60
FERRO FUNDIDO MALEÁVEL	20	25	8	70	85
FERRO FUNDIDO GRIS	15	20	8	65	95
FERRO FUNDIDO DURO	10	15	6	30	50
BRONZE	30	40	10 - 25	300	380
LATÃO E COBRE	40	50	10 - 25	350	400
ALUMÍNIO	60	90	15 - 35	500	700
FIBRA E EBONITE	25	40	10 - 20	120	150

Tabela 3 - Velocidade de corte ( $V_c$ ) para o processo de torneamento  
Fonte: Adaptado de (CUNHA, 2006, p. 126)

4 Pode-se dizer que é a facilidade de usinar o material, pelos processos de corte, torneamento, fresamento ou furação, sem afetar suas propriedades mecânicas.



**SAIBA  
MAIS**

Os fabricantes e fornecedores de insertos e ferramentas fornecem ou disponibilizam em seus sites as tabelas de velocidade de corte (Vc) compatíveis à operação e ao material a ser usinado.

A tabela, a seguir, é orientativa para seleção da velocidade de corte (Vc) na operação de fresamento.

VELOCIDADE DE CORTE PARA FRESAMENTO COM FERRAMENTA DE HSS	
MATERIAL DA PEÇA USINADA	VELOCIDADE DE CORTE (VC) EM m/min.
AÇOS DE BAIXA RESISTÊNCIA	50 – 100
AÇOS DE ALTA RESISTÊNCIA	30 – 60
AÇOS INOXIDÁVEIS	15 – 30
FERRO FUNDIDO	25 – 40
LIGAS DE ALUMÍNIO	50 – 150
LIGAS DE COBRE	50 – 100
TERMOPLÁSTICOS	100 – 400
PLÁSTICOS TERMORRÍGIDOS	100 - 400

Tabela 4 - Velocidade de corte (Vc) na operação de fresamento  
Fonte: Adaptado de (FISCHER et al.2008, p. 305)

VELOCIDADE DE CORTE PARA FRESAMENTO COM FERRAMENTA DE METAL DURO REVESTIDO	
MATERIAL DA PEÇA USINADA	VELOCIDADE DE CORTE (VC) EM m/min.
AÇOS DE BAIXA RESISTÊNCIA	200 – 400
AÇOS DE ALTA RESISTÊNCIA	150 – 300
AÇOS INOXIDÁVEIS	150 – 300
FERRO FUNDIDO	150 – 300
LIGAS DE ALUMÍNIO	400 – 800
LIGAS DE COBRE	200 – 400
TERMOPLÁSTICOS	500 – 1500
PLÁSTICOS TERMORRÍGIDOS	400 - 1000

Tabela 5 - Velocidade de corte (Vc) na operação de fresamento  
Fonte: Adaptado de (FISCHER et al.2008, p. 305)

A tabela anterior fornece os valores de usinagem de materiais de forma simples e rápida, mas existem outros tipos de tabelas mais completas, muitas fornecidas pelos próprios fabricantes de ferramentas, que levam em consideração vários fatores e, com isso, é possível se ter parâmetros de usinagem mais próximos do ideal.

5 Componente metálico ou não, introduzido em peças, suportes e componentes em geral, através de processos de encaixe, prensa-gem, aparafusamento etc.

### 5.5.1 CÁLCULO DA ROTAÇÃO PARA OPERAÇÕES DE USINAGEM A PARTIR DA VELOCIDADE DE CORTE

É possível utilizar a fórmula da velocidade de corte para que se efetue o cálculo do número de rotações por minuto (rpm), para o processo de usinagem de materiais em tornos, fresadoras e furadeiras, ou seja, nas operações de furar, tornear e fresar.

Para calcular as rotações (n) por minuto em operações de torneamento em função da velocidade de corte, deve-se utilizar a seguinte equação:

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D}$$

Onde:

n = número de rotações por minuto (rpm);

V<sub>c</sub> = velocidade de corte (m/min);

d = diâmetro do material (mm);

π = constante (3,1416).

Obs.: Como a unidade de medida da velocidade de corte (V<sub>c</sub>) é dada em m/min, devemos multiplicá-la por 1000, pois as dimensões da peça são fornecidas em milímetros.

Apesar da existência da fórmula, também é possível selecionarmos a rotação para operações de usinagem em tabelas orientativas, sem a necessidade dos cálculos.

A seguir, veremos como utilizar uma destas tabelas, que no caso é aplicada para selecionar a rotação nas operações de torneamento.

Observando a tabela veremos a triangulação de três pontos que nos fornecem os valores do diâmetro da peça a ser torneada (120 mm), o valor da velocidade de corte para a operação de desbaste no bronze utilizando ferramenta de carboneto metálico que é de (243 m/min) e por fim, o valor da rotação indicada (646 rpm).

Na sequência, veremos de onde foram extraídos estes valores e após efetuaremos a comparação com o valor obtido no cálculo. Análise o exemplo acima, e utilizando as tabelas a seguir, defina a rotação para o desbaste da peça.

#### Utilizando as tabelas

Primeiramente selecione na tabela da velocidade de (V<sub>c</sub>), a seguir, o tipo de material a ser usinado, que no exemplo é o bronze.

O segundo passo é identificar o tipo de ferramenta, que no caso é a de carboneto metálico.

O terceiro passo é escolher o tipo de operação que será realizada no processo de torneamento, que no exemplo é citado a operação de desbaste.

No quarto passo devemos unir as informações para encontrar o valor da velocidade de corte. Na intercessão da linha do tipo de material, com o tipo de operação de torneamento utilizando ferramenta de carboneto metálico, encontraremos o valor da velocidade de corte ( $V_c$ ), que é de 300 m/min, conforme podemos observar na tabela a seguir.

VELOCIDADE DE CORTE ( $V_c$ ) PARA TORNO EM (METROS POR MINUTO).					
MATERIAIS	FERRAMENTAS DE AÇO RÁPIDO			FERRAMENTAS DE CARBONETO - METÁLICO	
	DESBASTE	ACABAMENTO	ROSCAR RECARILHAR	DESBASTE	ACABAMENTO
AÇO 0,35%C	25	30	10	200	300
AÇO 0,45%C	1	20	8	120	160
AÇO EXTRADURO	12	16	6	40	60
FERRO FUNDIDO MALEÁVEL	20	25	8	70	85
FERRO FUNDIDO GRIS	15	20	8	65	95
FERRO FUNDIDO DURO	10	15	6	30	50
BRONZE	30	40	10 - 25	300	380
LATÃO E COBRE	40	50	10 - 25	350	400
ALUMÍNIO	60	90	15 - 35	500	700
FIBRA E EBONITE	25	40	10 - 20	120	150

Tabela 6 - Velocidade de corte ( $V_c$ ) para o processo de torneamento  
Fonte: Adaptado de (CUNHA, 2006, p. 126)

Com todos os dados em mãos, vamos agora inseri-los na tabela a seguir, para determinar o valor da rotação ( $n$ ).

Primeiramente vamos localizar na tabela a seguir o valor da velocidade de corte na primeira coluna. Como a tabela não possui um valor igual a 300 m/min, vamos selecionar o mais próximo que é de 243 m/min, que é encontrado na última linha da primeira coluna.

Como segundo passo, temos que encontrar na tabela o valor do diâmetro da peça a ser usinada, que é de 120 mm, e encontra-se na primeira linha da última coluna.

O passo final será unir as informações. Na intercessão da última linha da tabela, onde selecionamos a velocidade de corte, com a última coluna, onde selecionamos o diâmetro da peça, encontraremos o valor da rotação, que é de 646 rpm, conforme pode ser observado na tabela a seguir.

ROTAÇÃO POR MINUTO (RPM)												
VC M/MIN	DIÂMETRO DO MATERIAL EM MILÍMETROS											
	6	10	20	30	40	50	60	70	80	90	10	120
6	318	191	96	64	48	38	32	27	24	21	19	16
9	477	287	144	96	72	57	48	41	36	32	29	24
12	636	382	191	127	96	76	64	54	48	42	38	32
15	794	477	238	159	119	96	80	68	60	53	48	40
19	1108	605	303	202	152	121	101	86	76	67	60	50
21	1114	669	335	223	168	134	112	95	84	74	67	56
24	1272	764	382	255	191	152	128	109	96	85	76	64
28	1843	892	446	297	223	178	149	127	112	99	89	75
30	1588	954	477	318	238	190	159	136	119	106	95	80
36	1908	1146	573	382	286	230	191	164	143	127	115	96
40	2120	1272	636	424	318	254	212	182	159	141	127	106
45	2382	1431	716	477	358	286	239	205	179	159	143	120
50	2650	1590	795	530	398	318	265	227	199	177	159	133
54	2860	1720	860	573	430	344	287	245	215	191	172	144
60	3176	1908	954	636	477	382	318	272	239	212	191	159
65	3440	1070	1035	690	518	414	345	296	259	230	207	173
72	4600	2292	1146	764	573	458	382	332	287	255	229	191
85	4475	2710	1355	903	679	542	454	386	339	301	271	226
120	6352	3816	1908	1272	945	764	636	544	477	424	382	320
<b>243</b>	900	7750	3875	2583	1938	1550	1292	1105	969	861	755	<b>646</b>

Tabela 7 - Tabela orientativa para seleção do rpm  
 Fonte: Adaptado de (CUNHA, 2006, p. 132)

Utilizando a fórmula para o cálculo da rotação (n) a seguir, vamos efetuar o cálculo da rotação e após comparar o resultado do cálculo, com o valor da rotação extraído da tabela.

$$n = \frac{Vc \times 1000}{\pi \times D} \quad n = \frac{300 \times 1000}{\pi \times 120} \quad n = \frac{300000}{376,99} \quad n = 795,77 \text{ rpm.}$$

Comparando os resultados, observamos que eles ficaram próximos. A tabela nos forneceu o valor de 646 rpm e através do cálculo encontramos 795,77 rpm.

## 5.6 PERÍMETRO DE PEÇAS DOBRADAS E CURVADAS

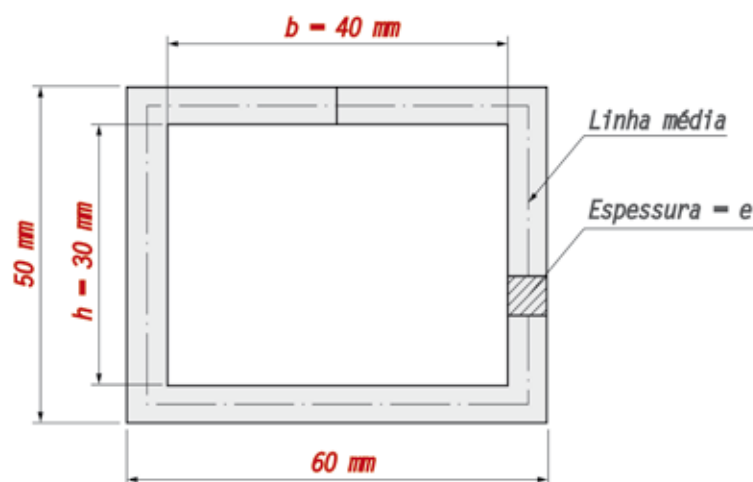
Por que é importante realizar o cálculo de perímetro? Se o proprietário de uma área de terra quiser cercá-la, necessitará conhecer o perímetro da propriedade para saber o comprimento do fio de arame que será necessário para dar uma volta completa na propriedade e, conseqüentemente, a quantidade de rolos para efetuar as diversas fiadas que formará a cerca.

Sendo este um mecânico, um caldeireiro, comprador ou administrador de um pequeno negócio, e necessitar fabricar uma peça, ou um lote de peças, seja curvada ou dobrada, será necessário requisitar o material do almoxarifado ou comprá-lo no mercado. Por isso, é necessário saber calcular o comprimento da chapa ou barra que será utilizado. Se comprar menos, não conseguirá terminar o trabalho e poderá ter problema de qualidade no produto e, também, aumentará o tempo de fabricação da peça. Caso compre a mais, estará tendo um custo adicional, que sairá de seu lucro.

O termo perímetro é considerado como a medida do contorno de uma figura geométrica plana, ou é a soma de todos os seus lados.

O perímetro pode ser encontrado através de análise e dedução, somando os lados da figura, ou através de equações já definidas para a figura em análise.

A partir da análise do desenho a seguir é possível calcular o perímetro da figura A abraçadeira do desenho deve ser fabricada com uma barra de aço trefilado, com perfil quadrado ( $e = 10,0$  mm). Qual deve ser o seu comprimento se precisarmos fabricar 28 unidades?



Almeida da Silva Regis (2015)

Figura 197 - Abraçadeira retangular fabricada por dobra  
Fonte: do Autor

Se o cálculo do comprimento do material for baseado na linha externa da peça, o comprimento do material ficará maior e a peça deverá ser ajustada.

Caso o cálculo do comprimento tenha tomado como base a linha interna da peça, o comprimento do material ficará menor e ocorrerá um problema sério de qualidade. Para que o comprimento do material da peça seja o ideal, deve-se efetuar o cálculo do comprimento tomando como base a linha média do contorno da peça, conforme apresentado na equação, a seguir.

$$P = 2 \times (b + h) + (2 \times e)$$

Assim:

$P$  = perímetro da peça (mm);

$b$  = largura interna da peça (mm);

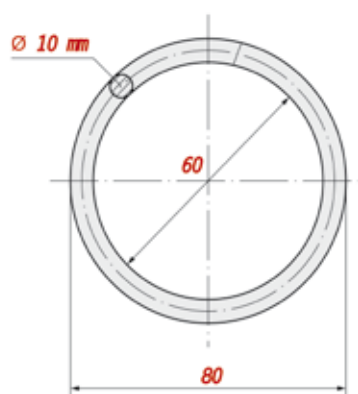
$h$  = altura interna da peça (mm);

$e$  = espessura do material (mm).

$$P = 2 \times (40 + 30) + (2 \times 10) \therefore P = 2 \times (70 + 20) \therefore P = 140 + 20 \therefore P = 160 \text{ mm}$$

Como o intento é fabricar 28 abraçadeiras, o comprimento do material será de  $28 \times 160 = 4480$  mm.

Tendo que calcular o comprimento do material para fabricar um anel conforme desenho da figura a seguir, como proceder?



$$P = \pi \times D$$

onde:  $P$  = perímetro da circunferência (mm);  
 $\pi$  = Constante (3,1416);  
 $D$  = diâmetro da circunferência (mm).

Aline da Silva Regis (2015)

Figura 198 - Peça com curvatura circular em forma de anel  
 Fonte: do Autor

Na figura anterior, a fórmula para o cálculo do perímetro da circunferência é igual a  $\pi \times D$ . Sendo assim, para saber o comprimento do material, é necessário antes achar o diâmetro médio do anel ( $D_m$ ), que é a linha média, também chamada de linha neutra. Para isso, basta somar os diâmetros externo e interno, e após dividir por dois.

$$D_m = (D_e + D_i) \div 2 \quad D_m = (80 + 60) \div 2 \therefore D_m = 140 \div 2 \therefore D_m = 70 \text{ mm}$$

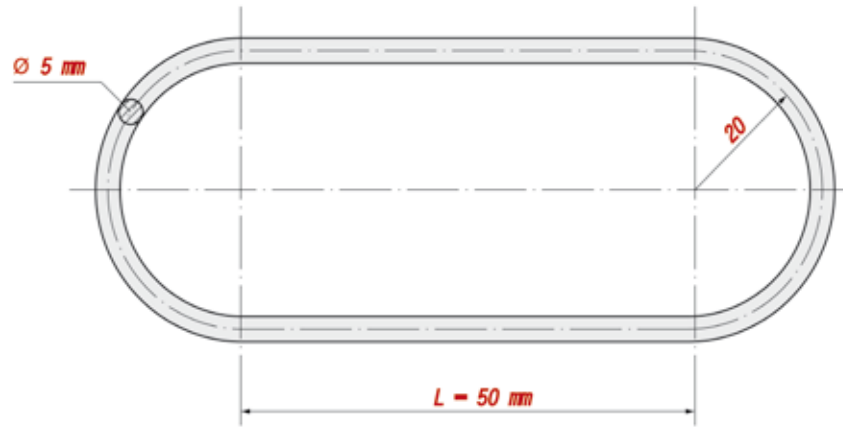
Então

$$P = \pi \times D \therefore P = \pi \times 70 \therefore P = 219,91 \text{ mm}$$

Portanto, para fabricar um anel metálico conforme o desenho anterior, será necessário cortar uma barra de 10 mm de diâmetro, com 219,91 mm de comprimento.

Há casos em que as peças não são circulares, mas semicirculares. Como proceder nesse caso para descobrir o comprimento?

Analise o desenho da figura a seguir, e faça os cálculos.



Aline da Silva Regis (2015)

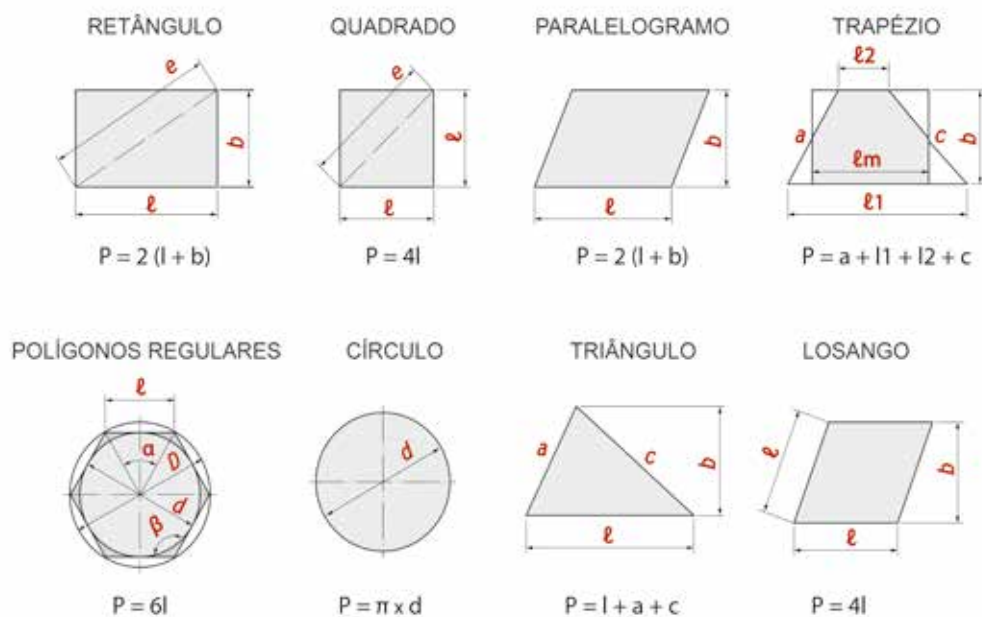
Figura 199 - Peça com curvatura semicircular  
Fonte: do Autor

Neste desenho, aparecem duas semicircunferências na linha média, somando-as tem-se uma circunferência com diâmetro de 40 mm. Então, é preciso adicionar os dois comprimentos de 50 mm e calcular:

$$P = (\pi \times D) + (2 \times L) \therefore P = \pi \times 40 + 2 \times 50 \therefore P = 125,66 + 100 \therefore P = 225,66\text{mm.}$$

Portanto, neste caso será necessário requisitar ou comprar uma barra de aço com  $\varnothing 5 \times 225,66$  mm de comprimento.

Conheça, a seguir, as principais figuras geométricas planas e as fórmulas para o cálculo do perímetro.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 200 - Figuras geométricas planas – Cálculo de área  
Fonte: Adaptado de (FISCHER et al.2008, p.26)



### FIQUE ALERTA

Para calcular o comprimento de peças dobradas ou curvadas, primeiramente é necessário calcular a dimensão da linha média ou neutra, e então utilizar as fórmulas citadas anteriormente.



### CURIOSIDADES

Encontra-se o valor de "Pi" dividindo o perímetro de uma circunferência pelo seu diâmetro. Como ele é um número irracional e não periódico, serão encontradas infinitas casas decimais. Em 1997, Kamada e Takahashi, da Universidade de Tóquio, chegaram a 51.539.600.000 casas decimais.

## 5.7 RELAÇÕES TRIGONOMÉTRICAS APLICADAS À MECÂNICA

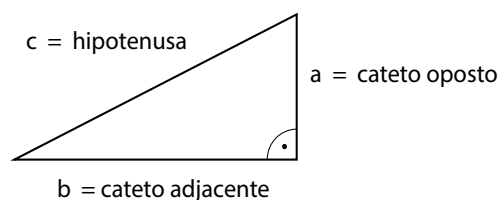
Buscando compreender o universo, babilônios, egípcios, gregos, hindus e árabes, fizeram uso de uma importante ferramenta, a trigonometria.

Utilizando a trigonometria, foram realizadas descobertas fascinantes que contribuíram para o desenvolvimento da arquitetura, da navegação, da astronomia e da geografia, mas o que realmente impulsionou o seu desenvolvimento foi a astronomia e o interesse pelo movimento dos astros. Dados históricos indicam que tudo começou por volta de 2000 a.C com os sumérios e, após absorvida pelos babilônios, que teve seu auge no reinado de Nabucodonosor, em 575 a.C. Eles realizaram estudos de fenômenos astronômicos e geográficos, como, por exemplo, a determinação de eclipses, fases da lua, criação de calendários, cálculo de distâncias inacessíveis, rotas de navegação etc.

Posteriormente, estes conhecimentos se tornaram importantíssimos para os gregos estudarem e organizarem as informações empíricas que os babilônicos não conseguiram comprovar. Entre vários objetivos, através dos cálculos trigonométricos, consegue-se descobrir as medidas dos lados e os ângulos de um triângulo. Ao se deparar com situações-problemas relacionados a um triângulo retângulo, é necessário aplicar a teoria de Pitágoras, cujas fórmulas são comumente usadas nos cálculos relacionados a situações práticas do cotidiano.

### Trigonometria do triângulo retângulo - Teorema de Pitágoras

O teorema de Pitágoras diz que o quadrado da hipotenusa corresponde à soma do quadrado dos catetos, ou seja:



#### TEOREMA DE PITÁGORAS

$$c^2 = a^2 + b^2 \quad \text{ou} \quad c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

quadrado da hipotenusa

comprimento da hipotenusa

Para facilitar o entendimento e agilizar a execução dos cálculos, seguem outras relações trigonométricas do triângulo retângulo.

$$a^2 = c^2 - b^2 \quad \text{e} \quad b^2 = c^2 - a^2 \quad \therefore \quad a = \sqrt{c^2 - b^2} \quad \text{e} \quad b = \sqrt{c^2 - a^2}$$

Esta relação servirá para todos os triângulos retângulos. A hipotenusa é o lado maior do triângulo e sempre será oposta ao ângulo reto. Este triângulo é chamado de triângulo retângulo, porque possui um ângulo reto, ou seja de  $(90^\circ)$ .



## CASOS E RELATOS

### Teorema de Pitágoras na prática

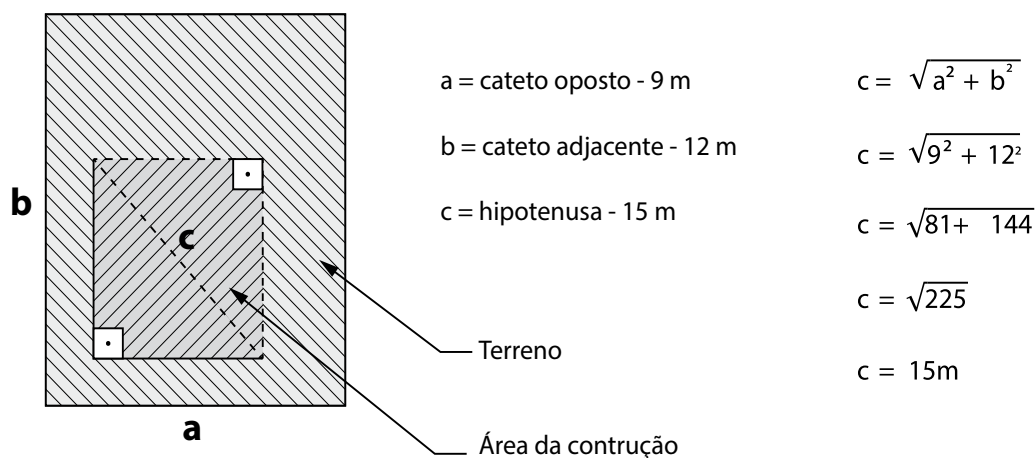
Você já observou um pedreiro esquadrejando<sup>6</sup> a fundação de uma construção no terreno? Pois é, parece difícil, mas não é. Muitas vezes, sem saber, eles utilizam o teorema de Pitágoras para executar esse trabalho, sem a necessidade de ferramentas especiais.

A operação inicia quando o pedreiro estica uma linha paralela ao comprimento do terreno, que na trigonometria é denominada de cateto adjacente (b). O comprimento dessa linha corresponderá ao comprimento da área que será construída. Após, ele esticará outra linha perpendicular a esta, formando um ângulo reto de  $(90^\circ)$ , que será o cateto oposto (a) e que corresponderá à medida da largura da construção.

Para saber se as duas linhas estão mesmo perpendiculares entre si, o pedreiro calcula o valor da hipotenusa (c) e estica uma linha com o comprimento calculado, da ponta livre do cateto adjacente até a ponta livre do cateto oposto. Se a linha encaixar entre as extremidades dos catetos, as linhas estarão em esquadro  $(90^\circ)$ . Caso haja sobra, o ângulo será menor que  $(90^\circ)$ , se a linha não encostar nas duas extremidades, o ângulo será maior que  $(90^\circ)$ . Se uma dessas situações acontecer, o pedreiro movimentará a ponta da linha menor, que representa o cateto oposto, para o lado direito ou esquerdo, até que as pontas da linha que forma a hipotenusa toque nas extremidades dos dois catetos, sem que haja sobras e aí forme um ângulo de  $(90^\circ)$ . Ao realizar esta operação, ele está aplicando a trigonometria, através do teorema de Pitágoras.

<sup>6</sup> Ato de esquadrear, colocar no esquadro, tornar uma superfície perpendicular a outra, ou seja, formar um ângulo de 90 graus.

Veja agora, de forma esquemática, no desenho a seguir, como o teorema de Pitágoras é aplicado na prática.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 201 - Aplicação do teorema de Pitágoras  
Fonte: do Autor

Para utilizar o teorema de Pitágoras, é preciso conhecer as dimensões de dois lados do triângulo. Quando se conhece apenas uma delas, é necessário ter a informação dos ângulos que compõem o triângulo. Para a solução de problemas como estes, é preciso empregar novas relações trigonométricas.

Para formar um ângulo é necessário rotacionar dois segmentos de reta, um sobre o outro em um mesmo plano, em torno de um mesmo ponto. Se a rotação ocorrer no sentido anti-horário, o ângulo resultante é considerado positivo. Se a rotação for em sentido horário, o ângulo é considerado negativo. Para melhor entendimento veja a ilustração abaixo com ângulos medidos em graus.

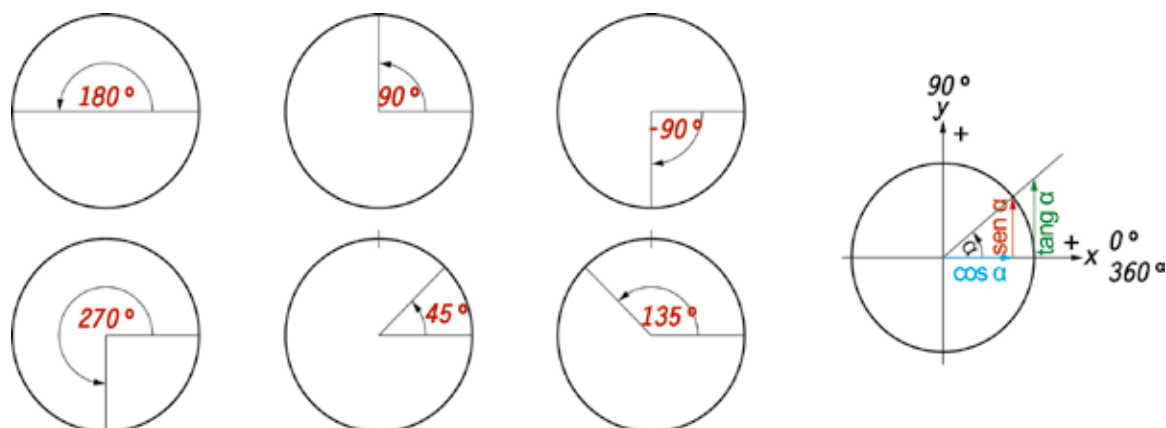


Figura 202 - Ângulos medidos em graus  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

Num triângulo retângulo com ângulos  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\theta$ , e sendo o ângulo  $\theta = 90^\circ$ , poderemos observar a relação entre seno e cosseno e efetuar o cálculo do Seno (sen), Cosseno (cos) e Tangente (tg) de um ângulo, utilizando as relações a seguir.

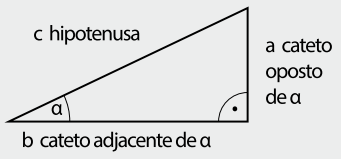
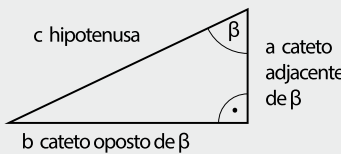
FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS DE TRIÂNGULOS RETÂNGULOS			
Designações em um triângulo retângulo	Definições dos coeficientes dos lados	Aplicações	
		para $\alpha$	para $\beta$
	$\text{Seno} = \frac{\text{Cateto oposto}}{\text{Hipotenusa}}$	$\text{sen } \alpha = \frac{a}{c}$	$\text{sen } \beta = \frac{b}{c}$
	$\text{Co - seno} = \frac{\text{Cateto adjacente}}{\text{Hipotenusa}}$	$\text{cos } \alpha = \frac{b}{c}$	$\text{cos } \beta = \frac{a}{c}$
	$\text{Tangente} = \frac{\text{Cateto oposto}}{\text{Cateto adjacente}}$	$\text{tan } \alpha = \frac{a}{b}$	$\text{tan } \beta = \frac{b}{a}$

Tabela 8 - Funções trigonométricas  
Fonte: Adaptado de (FISCHER et al.2008, p.13)



**SAIBA  
MAIS**

Para encontrar o valor do Seno, Cosseno, Tangente, Co-tangente etc., citados nas tabelas, basta você conhecer os lados do triângulo e utilizar as fórmulas da tabela anterior, ou então procurá-los nas tabelas de funções trigonométricas.

Analise a seguinte situação. A estrutura do guincho está suportada por um cabo de aço, que foi esticado do topo da viga até um ponto no chão, conforme indica a figura a seguir. Considerando Seno  $37^\circ = 0,6$ , Cosseno  $37^\circ = 0,8$  e Tangente  $37^\circ = 0,75$ , determine o comprimento do cabo.

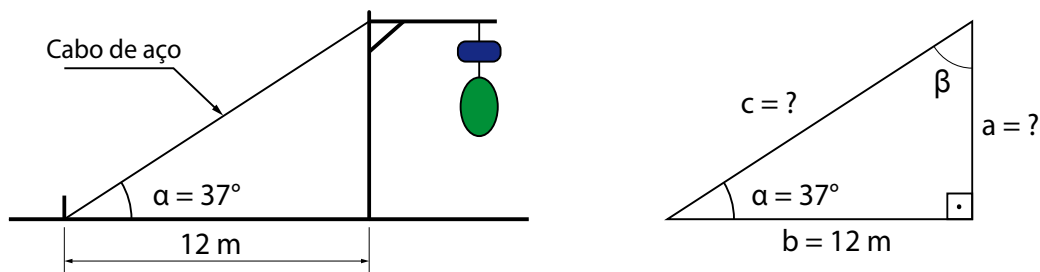


Figura 203 - Aplicação da Relação trigonométrica do triângulo retângulo  
Fonte: do Autor

Sabendo que o ângulo  $\alpha = 37^\circ$  e o cateto adjacente  $b = 12$  m, e utilizando a tabela anterior tem-se:

$$\cos \alpha = \frac{b}{c} \quad \therefore c = \frac{b}{\text{Co-seno } \alpha} \quad \therefore c = \frac{12 \text{ m}}{\text{Co-seno } 37^\circ} \quad \therefore c = \frac{12}{0,8} \quad \therefore c = 15 \text{ m.}$$

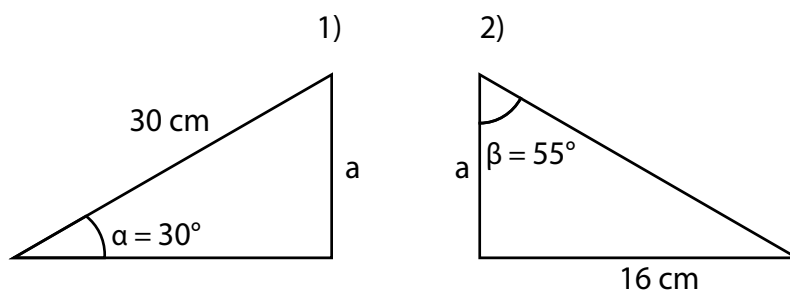
Conforme o cálculo, o comprimento do cabo de aço será de 15 m.



**SAIBA  
MAIS**

Quando o lado do triângulo é denominado de cateto oposto e adjacente, sempre haverá um ângulo de referência. Nos triângulos retângulos representados nas figuras anteriores, os catetos são opostos e adjacentes respectivamente ao ângulo "B".

Agora, descubra o valor de (a) dos triângulos retângulos, a seguir:



No triângulo 1 nós temos que:

$$\text{sen } \alpha = \frac{a}{c}$$

$$a = c \times \text{Seno de } \alpha$$

$$a = 30 \text{ cm} \times \text{Seno de } 30^\circ$$

$$a = 30 \times 0,5$$

$$a = 15 \text{ cm}$$

No triângulo 2 nós temos que:

$$\text{tan } \beta = \frac{b}{a}$$

$$a = b \div \text{tang. } \beta$$

$$a = 16 \text{ cm} \div \text{Co-tang. } 55^\circ$$

$$a = 16 \div 1,4281$$

$$a = 11,2 \text{ cm}$$

Julio Cesar Borchers (2015)

Figura 204 - Aplicação da Relação trigonométrica do triângulo retângulo  
Fonte: do Autor

Para o triângulo 1 a medida de 15 cm encontrada através do cálculo, corresponde ao lado (a) que representa o cateto oposto ao ângulo de  $30^\circ$  e no triângulo 2, a medida de 11,2 cm corresponde também ao lado (a), mas aqui representa o cateto adjacente ao ângulo de  $55^\circ$ .

Encontramos triângulos que possuem os três ângulos diferentes de  $90^\circ$ , eles são chamados de triângulos quaisquer. Para estes casos utilizamos as relações trigonométricas que podem observadas nos triângulos da figura a seguir.

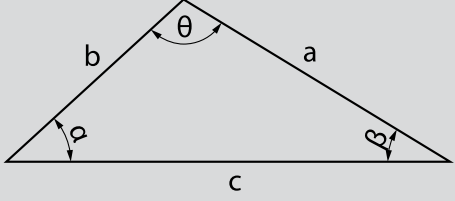
		LEI DOS SENOS	LEI DOS CO-SENOS
		$a : b : c = \text{sen } \alpha : \text{sen } \beta : \text{sen } \theta$ $\frac{a}{\text{sen } \alpha} = \frac{b}{\text{sen } \beta} = \frac{c}{\text{sen } \theta}$	$a^2 = b^2 + c^2 - 2 \cdot b \cdot c \cdot \cos \alpha$ $b^2 = a^2 + c^2 - 2 \cdot a \cdot c \cdot \cos \beta$ $c^2 = a^2 + b^2 - 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos \theta$
APLICAÇÃO NO CÁLCULO DE LADOS E ÂNGULOS			
Cálculo de lados		Cálculo de ângulos	
usando a Lei dos senos	usando a Lei dos co-senos	usando a Lei dos senos	usando a Lei dos co-senos
$a = \frac{b \cdot \text{sen } \alpha}{\text{sen } \beta} = \frac{c \cdot \text{sen } \alpha}{\text{sen } \theta}$ $b = \frac{a \cdot \text{sen } \beta}{\text{sen } \alpha} = \frac{c \cdot \text{sen } \beta}{\text{sen } \theta}$ $c = \frac{a \cdot \text{sen } \theta}{\text{sen } \alpha} = \frac{b \cdot \text{sen } \theta}{\text{sen } \beta}$	$a = \sqrt{b^2 + c^2 - 2 \cdot b \cdot c \cdot \cos \alpha}$ $b = \sqrt{a^2 + c^2 - 2 \cdot a \cdot c \cdot \cos \beta}$ $c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos \theta}$	$\text{sen } \alpha = \frac{a \cdot \text{sen } \beta}{b} = \frac{a \cdot \text{sen } \theta}{c}$ $\text{sen } \beta = \frac{b \cdot \text{sen } \alpha}{a} = \frac{b \cdot \text{sen } \theta}{c}$ $\text{sen } \theta = \frac{c \cdot \text{sen } \alpha}{a} = \frac{b \cdot \text{sen } \beta}{c}$	$\cos \alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2 \cdot b \cdot c}$ $\cos \beta = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2 \cdot a \cdot c}$ $\cos \theta = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2 \cdot a \cdot b}$

Tabela 9 - Funções trigonométricas – Lei dos senos e co-senos  
 Fonte: Adaptado de (FISCHER et al.2008, p.14)

Analisando o triângulo a seguir e utilizando as fórmulas da tabela anterior, é possível determinar o valor do lado "b".

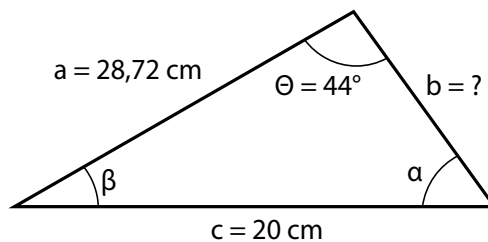


Figura 205 - Aplicação das Relações trigonométricas dos triângulos quaisquer  
 Fonte: do Autor

Para tanto, o primeiro passo é calcular o Seno  $\alpha$  para descobrir o valor do ângulo  $\alpha$ .

$$\text{Seno } \alpha = \frac{a \cdot \text{seno } \theta}{c} \quad \therefore \text{Seno } \alpha = \frac{28,72 \cdot \text{seno } 44^\circ}{20} \quad \therefore \text{Seno } \alpha = \frac{28,72 \cdot 0,69465}{20}$$

$$\text{Seno } \alpha = \frac{19,950348}{20} \quad \therefore \text{Seno } \alpha = 0,9975174$$

De acordo com a tabela dos Senos, o ângulo  $\alpha$  é igual a  $86^\circ$ .

Como a soma dos ângulos é igual a  $180^\circ$ , basta efetuar a soma dos ângulos  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\theta$ , em seguida, diminuir de  $180^\circ$ , para encontrar o valor do ângulo  $\beta$ .

$$\text{Sendo assim, } \beta = 180^\circ - (44^\circ + 86) \rightarrow \beta = 180^\circ - 130^\circ \rightarrow \beta = 50^\circ$$

Conhecendo o valor do ângulo “ $\beta$ ”, já é possível calcular o lado do triângulo “ $b$ ”.

Deste modo, temos:

$$\text{Seno } \beta = \frac{b \times \text{seno } \theta}{c} \quad \therefore b = \frac{c \times \text{seno } \beta}{\text{seno } \theta} \quad \therefore b = \frac{20 \text{ cm} \times \text{seno } 50^\circ}{\text{seno } 44^\circ}$$

$$b = \frac{20 \text{ cm} \times 0,76604}{0,69465} \quad \therefore b = \frac{15,3208}{0,69465} \quad \therefore b = 22,05 \text{ cm}$$

Por meio dos cálculos, verificamos que o resultado do lado  $b = 22,05 \text{ cm}$ .



#### CURIOSIDADES

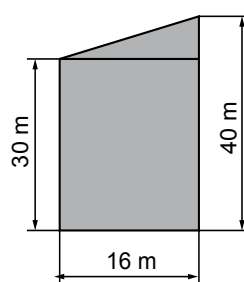
Foram encontrados registros na Grécia antiga, que datam entre 190 a. C. e 125 a. C., indicando que o matemático Hiparco foi quem construiu a primeira tabela trigonométrica. A criação de Hiparco foi muito importante para o desenvolvimento da astronomia, pois possibilitava o cálculo de distâncias inacessíveis ao homem. Esse trabalho valeu a Hiparco o título de Pai da Trigonometria.

## 5.8 CÁLCULO DE ÁREA APLICADO À MECÂNICA

É comum efetuar o cálculo de área de uma figura geométrica plana, seja em casa ou na indústria. Em casa, durante uma reforma ou construção, é necessário conhecer a dimensão em  $\text{m}^2$  de uma sala, de um quarto ou de uma parede, pois essa informação servirá de base para realizar os orçamentos e a compra dos materiais de construção, como azulejos, pisos, tinta, tijolos etc. Na indústria, ocorre o mesmo, pois, além dos trabalhos relacionados à construção civil, é preciso também que se realize cálculos de projetos e melhorias, onde é imprescindível conhecer a força que está sendo realizada por um cilindro hidráulico de uma prensa, a tensão aplicada a um parafuso, a pressão necessária para a elevação de uma carga etc., que dependem do valor da área para que sejam calculados e/ou conhecidos.

A área de uma figura geométrica pode ser definida como o espaço ocupado pela sua dimensão, e que é expressa em uma unidade de medida. No sistema métrico, é utilizado o metro quadrado ( $m^2$ ), mas dependendo do tamanho da área a ser medida, usam-se unidades em quilômetros quadrados ( $km^2$ ), centímetros quadrados ( $cm^2$ ) e até milímetros quadrados ( $mm^2$ ).

Calcule a área da figura, a seguir, que é composta por duas figuras geométricas planas: um retângulo medindo 16 x 30 m e um triângulo, cuja base mede 16 m e a altura de 10 m.



Área do retângulo

$$S_1 = b \times h$$

$$S_1 = 16 \times 30$$

$$S_1 = 480 \text{ m}^2.$$

Área do triângulo

$$S_2 = \frac{b \times h}{2}$$

$$S_2 = 16 \times 10$$

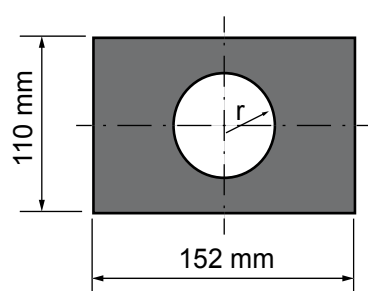
$$S_2 = 80 \text{ m}^2.$$

Figura 206 - Aplicação do cálculo de área  
Fonte: do Autor

Somando as áreas  $S_1$  e  $S_2$ , encontraremos a área total de ( $St = S_1 + S_2$  :.  **$St=480+80=560 \text{ m}^2$** ).

Temos agora como tarefa, calcular a área da figura a seguir. A mesma é formada por um retângulo e pela inscrição de um círculo, pois este representa um furo central na figura.

Na execução do cálculo da área, se faz necessário excluir a área do furo, representado pelo círculo. Analise a figura e mãos a obra.



Área do retângulo

$$S_1 = b \times h$$

$$S_1 = 152 \times 110$$

$$S_1 = 16720 \text{ mm}^2.$$

Área do círculo

$$S_2 = \pi \times r^2$$

$$S_2 = 3,1416 \times 15^2$$

$$S_2 = 706,86 \text{ mm}^2.$$

Figura 207 - Aplicação do cálculo de área  
Fonte: do Autor

Subtraindo  $S_2$  de  $S_1$ , temos a área total ( $St = S_1 - S_2$  :.  $St = 16720 - 706,86 = 16013,14 \text{ mm}^2$ ).

A seguir, você conhecerá outras fórmulas para o cálculo da área de figuras geométricas planas.

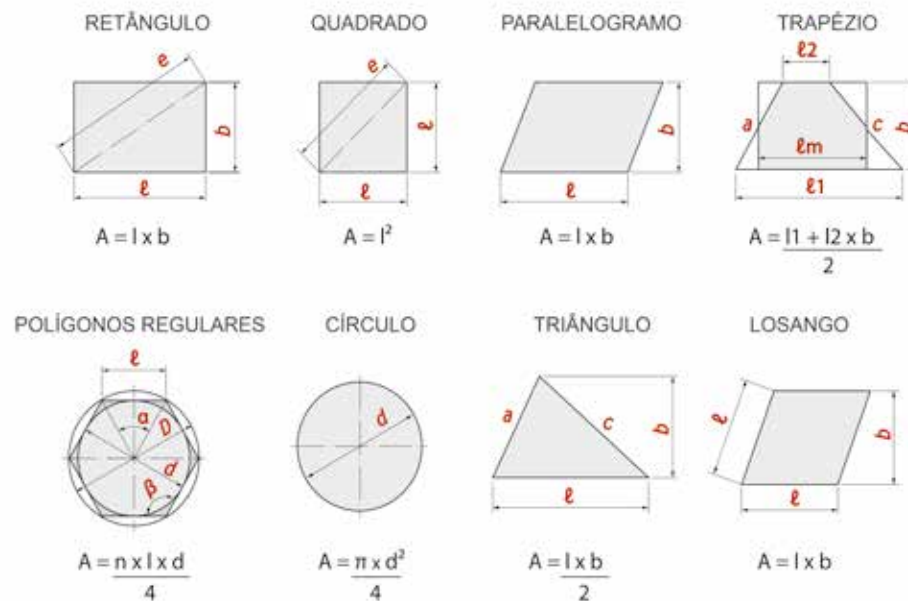
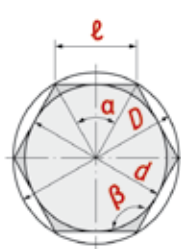


Figura 208 - Figuras geométricas planas – cálculo de área  
Fonte: Adaptado de (FISCHER et al.2008, p.26)

Analise outro exemplo. Sabendo que  $D = 12 \text{ mm}$ , como deverá proceder para calcular a área da figura a seguir?



$$l = D \cdot \sin\left(\frac{180^\circ}{n}\right) = 12 \text{ mm} \cdot \sin\left(\frac{180^\circ}{6}\right) = 12 \text{ mm} \cdot \sin(30^\circ) = 12 \text{ mm} \cdot 0,5 = 6 \text{ mm}$$

$$d = \sqrt{D^2 - l^2} = \sqrt{144 \text{ mm}^2 - 36 \text{ mm}^2} = \sqrt{108 \text{ mm}^2} = 10,392 \text{ mm}$$

$$A = \frac{n \cdot l \cdot d}{4} = \frac{6 \cdot 6 \text{ mm} \cdot 10,392 \text{ mm}}{4} = 93,532 \text{ mm}^2$$

Figura 209 - Aplicação do cálculo de área  
Fonte: Adaptado de (FISCHER et al.2008, p.27)

Obs. Na fórmula para o cálculo da área de polígonos regulares, a letra (n) que não aparece na fórmula, indica o número de vértices da figura. No caso de um hexágono, por exemplo, são seis vértices.

## 5.9 CÁLCULO DA DILATAÇÃO TÉRMICA

A dilatação térmica ocorre com todos os materiais, em maior ou menor intensidade, pois, quando os materiais são expostos ao aumento da temperatura, seus átomos começam a se agitar, e, por isso, ocupam mais espaço físico em sua estrutura. Em outras palavras, ao se aquecer um arame de metal, é possível notar que ele terá seu comprimento aumentado e, se este for resfriado, haverá sua contração. Esse fenômeno é denominado de dilatação e contração dos sólidos.

Quando é projetado um equipamento, deve-se analisar o ambiente e verificar se este irradiará temperatura aos componentes ao redor, a ponto de provocar a dilatação do corpo numa intensidade que venha a comprometer sua dimensão, ajustes e funcionamento. A temperatura em função da dilatação tem grande influência nos processos produtivos e também nos processos de montagem e manutenção.

Quando se deseja montar um eixo, rolamento, parte de uma ferramenta com interferência, é muito comum utilizar a dilatação térmica a favor. Ao se aquecer um rolamento, por exemplo, este dilata e pode ser montado facilmente no eixo. Após o resfriamento, este contrai e fixa-se com interferência no eixo, evitando que venha a soltar durante o processo. Na construção civil, por exemplo, rodovias e pontes são construídas com folgas para compensar a dilatação que ocorre por causa do aumento da temperatura ocasionada pela ação dos raios solares. Essas folgas são empregadas para evitar que o material apresente trincas ou rachaduras que comprometerão toda a sua estrutura. A seguir, observe, na tabela, o coeficiente de dilatação de alguns materiais.

MATERIAL	COEFICIENTE DE DILATAÇÃO (A)	MATERIAL	COEFICIENTE DE DILATAÇÃO (A)
Zinco (Zn)	$1,7 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}^{-1}$	Ouro	$1,4 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}^{-1}$
Chumbo (Pb)	$2,9 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}^{-1}$	Aço	$1,2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}^{-1}$
Alumínio (Al)	$2,4 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}^{-1}$	Platina (Pt)	$9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}^{-1}$
Estanho (Sn)	$2,6 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}^{-1}$	Vidro	$8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}^{-1}$
Latão (Cu – Zn)	$1,8 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}^{-1}$	Água (H <sub>2</sub> O)	$1,8 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}^{-1}$
Cobre (Cu)	$1,6 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}^{-1}$	Ferro	$1,7 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}^{-1}$

Tabela 10 - Coeficiente de dilatação dos materiais  
Fonte: Adaptado de (ROUILLER, 2004, p. 47)

### 5.9.1 CÁLCULO DA DILATAÇÃO LINEAR DOS SÓLIDOS

Para realizar o cálculo da dilatação linear, é necessário a utilização de algumas fórmulas básicas, que são:

$$\Delta L = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$L = l_0 + \Delta L$$

$$\Delta T = t_{\text{final}} - t_{\text{inicial}} \text{ ou então } \Delta T = \frac{\Delta L}{\alpha \cdot l_0}$$

$$t_{\text{final}} = \Delta T + t_{\text{inicial}}$$

Onde:

$\Delta L$  = Dilatação linear do material à temperatura final (m);

$\Delta T$  = Variação da temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ );

$l_0$  = Comprimento inicial do material à temperatura inicial (m);

$\alpha$  = Coeficiente de dilatação linear ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ );

$L$  = Comprimento final (m);

$t_{\text{inicial}}$  = Temperatura inicial ( $^{\circ}\text{C}$ );

$t_{\text{final}}$  = Temperatura final ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Analise a seguinte situação: Uma ponte de aço de 6 m de comprimento, que interliga duas colunas em uma estrutura ao ar livre, sofre uma variação térmica na estação do verão de  $+40^{\circ}\text{C}$  a  $-40^{\circ}\text{C}$  na estação de inverno. Qual a variação de medida que sofre esta ponte?

$$\alpha = 1,2 \times 10^{-5}/(^{\circ}\text{C}^{-1})$$

$$l = 6,0\text{m}$$

$$t_{\text{inicial}} = +40^{\circ}\text{C}$$

$$t_{\text{final}} = -40^{\circ}\text{C}$$

Cálculo da dilatação linear do material à temperatura final  $\Delta l$ .

$$\Delta L = l_0 \cdot (\alpha \cdot \Delta T)$$

$$\Delta L = l_0 \cdot (\alpha \cdot [t_{\text{final}} - t_{\text{inicial}}])$$

$$\Delta L = 6,0 \cdot 1,2 \times 10^{-5}/(^{\circ}\text{C}^{-1}) \cdot (40 - [-40]) \cdot ^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta L = 0,00576 \text{ m.}$$

Com uma variação de 0,00576 m, que corresponde a menor medida quando a viga contrai no inverno e a maior medida quando a ponte dilata no verão, haverá grande probabilidade de, com o tempo, os parafusos de fixação virem a se romper. Por este motivo, o mesmo deverá ser confeccionado com um material adequado ao torque de aperto e às variações de temperatura; caso contrário, os mesmos poderão romper e a ponte cair.

### 5.9.2 CÁLCULO DA DILATAÇÃO SUPERFICIAL DOS SÓLIDOS

É muito comum, nas indústrias ou em casa, as chapas de revestimentos de fornos e churrasqueiras empenarem pelo calor. Esse fenômeno recebe o nome de dilatação superficial dos sólidos. Quando há um resfriamento, acontece a contração e, dependendo de quanto as mesmas dilataram, e se não houve espaço para elas expandirem, é comum ficarem empenadas, pois não retornam às características geométricas iniciais.

Para calcular esse tipo de dilatação, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$\Delta S = S_0 \cdot \beta \cdot \Delta T \quad \Delta T = t_{\text{final}} - t_{\text{inicial}} \quad \beta = 2 \cdot \alpha$$

$\Delta S$  = Dilatação superficial à temperatura final ( $\text{m}^2$ );

$S_0$  = Área à temperatura inicial ( $\text{m}^2$ );

$\Delta T$  = Variação da temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ );

$l_0$  = Comprimento inicial do material à temperatura inicial (m);

$\beta$  = Coeficiente de dilatação superficial ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ );

$\alpha$  = Coeficiente de dilatação linear ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ );

$t_{\text{inicial}}$  = Temperatura inicial ( $^{\circ}\text{C}$ );

$t_{\text{final}}$  = Temperatura final ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Por outro lado se uma chapa de latão 3m x 3m for aquecida a  $150^{\circ}\text{C}$ , qual será sua área total, sabendo que a temperatura inicial é de  $5^{\circ}\text{C}$ .

$\beta$  do latão = 2 .  $\alpha$  do latão

$$\beta = 2 \cdot 1,8 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}^{-1} = 3,6 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$S_0 = 3\text{m} \times 3\text{m} = 9\text{m}^2$$

$$\Delta S = 9\text{m}^2 \cdot 3,6 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}^{-1} \cdot (150^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C})$$

$$\Delta S = 0,04698\text{m}^2$$

$$S = S_0 + \Delta S$$

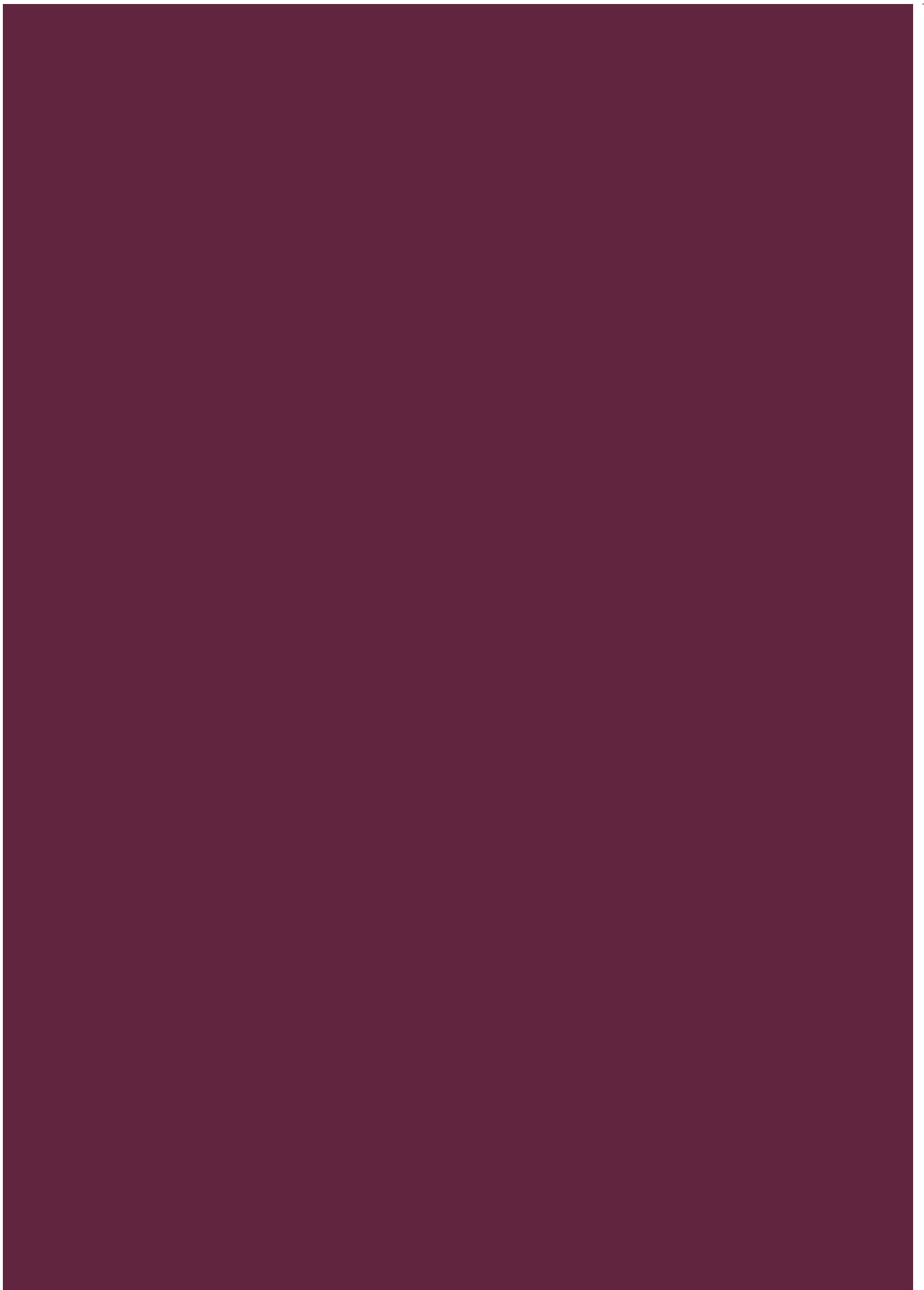
$$S = 9\text{m}^2 + 0,04698\text{m}^2 = 9,04698 \text{m}^2$$



## RECAPITULANDO

Neste capítulo, você pôde aprender a efetuar cálculos que o ajudarão no diagnóstico de falhas, a solucionar problemas técnicos práticos, saber qual a tensão que pode ser aplicada em uma seção, qual o torque que se pode aplicar em um elemento de máquina, como determinar a relação de transmissão e a rotação de conjuntos rotativos e sistemas de transmissão.

Estudou também como otimizar o processo de fabricação, escolhendo a velocidade exata que a máquina necessita em função da velocidade de corte. Além disso, aprendeu a utilizar as equações para descobrir medidas e ângulos desconhecidos, através da trigonometria, além da aplicação dos cálculos de área e perímetro de uma figura geométrica. Todos estes conhecimentos servirão de alicerce para a compreensão e maior aproveitamento das demais unidades de estudo.





Você já trocou uma peça ou um elemento de máquinas, e percebeu que eles se encaixam sem problemas na máquina ou equipamento? Já se perguntou como isso é possível?

Neste capítulo, você encontrará estas respostas e mais conhecimentos relevantes ao desenho técnico, como, por exemplo:

- a) conhecer a importância do desenho mecânico para as indústrias;
- b) conhecer os principais instrumentos utilizados, os tipos de linhas que representam diferentes detalhes dos desenhos e sobre a caligrafia técnica, os formatos e legendas utilizados;
- c) conhecer as principais normas aplicáveis ao desenho técnico;
- d) identificar os tipos e aplicação de perspectivas, projeção no primeiro e terceiro diedro, vistas essenciais, supressão de vistas, vista auxiliar;
- e) conhecer a cotação, escalas, representações especiais, cortes e seções;
- f) identificar as tolerâncias aplicadas, desenho de conjuntos e de componentes.

Sendo assim, ao final deste capítulo, você estará apto para interpretar esquemas e desenhos mecânicos que com certeza será muito útil para vencer os desafios da sua vida profissional, até porque estes conhecimentos são extremamente necessários para que você possa efetuar análises de peças e conjuntos, além de propor melhorias sobre determinados componentes a serem fabricados e solucionar problemas de montagem e manutenção.

## 6.1 INTRODUÇÃO AO DESENHO TÉCNICO

O desenho técnico é a base para a orientação da maioria dos processos de fabricação, porque é nele que os profissionais encontram as principais características do produto a ser fabricado. O desenho também é responsável pela troca de informação entre clientes e fornecedores.

### 6.1.1 IMPORTÂNCIAS

Ao analisarmos um objeto ou peça prontos, raramente nos preocupamos com os processos de fabricação envolvidos, porém pessoas mais curiosas se perguntam como isso foi fabricado. Existem vários processos de fabricação e a maioria deles necessitam de informações para serem realizados, mesmo processos automáticos ou automatizados precisam ser aferidos eventualmente, por isso, o desenho técnico deve apresentar todas as informações necessárias para que os produtos sejam fabricados segundo as especificações do projeto.

Além do desenho técnico, as informações podem ser passadas de forma oral, fotografia, instruções de trabalho ou modelo. Dentre os meios citados, o desenho técnico é o mais adequado e o que apresenta todas as informações necessárias, pois uma descrição verbal de um objeto simples, como dimensões, forma, material, tolerâncias e acabamentos é muito difícil de ser explicada e compreendida. Já a fotografia da peça ajuda muito na compreensão, mas não traz informações técnicas suficientes para ser produzida. Uma instrução de trabalho bem elaborada, com imagens e descrições seria possível, mas para peças complexas necessitaria de várias páginas e de muito tempo para compreender o trabalho, o que o torna inviável.

O modelo da peça parece ser a melhor opção, pois apresenta todos os detalhes da peça a ser produzida, porém peças de grandes dimensões e peso elevado dificultaria a busca pelas informações. Outro aspecto a ser considerado, é que muitas vezes a peça a ser fabricada ainda não existe, está apenas no projeto, e deste modo não há um modelo para ser utilizado como referência. Já o desenho técnico é capaz de transmitir todas as informações necessárias para a fabricação e aferição de peças, conjuntos e componentes, de um modo simples e prático, para isto, necessita-se de um estudo aprofundado de todas as regras e normas aplicáveis ao desenho técnico.



#### **CURIOSI DADES**

O homem já utiliza desenhos como meio de comunicação há muitos anos. Os desenhos mais antigos são datados entre 12000 a.C. e os egípcios usavam símbolos para se comunicarem.

Como já lido, o desenho técnico é utilizado nas indústrias por engenheiros, projetistas, desenhistas, mestres, programadores, operadores de máquinas, Inspetores de Qualidade, entre outros, além de funcionários envolvidos na fabricação, montagem, compra e distribuição de produtos. Dentre áreas tão distintas, o desenho deve ser interpretado como uma linguagem técnica universal, pela qual se expressam e registram ideias e dados para a construção de móveis, máquinas e estruturas.

Sendo uma linguagem gráfica universal, o desenho técnico possui normas específicas para o seu traçado e interpretação. Estas normas são elaboradas por entidades especializadas que padronizam e normalizam suas especificações. No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) padronizou as normas que fixam as condições gerais que devem ser observadas na execução dos desenhos técnicos e representações convencionais.

### 6.1.2 INSTRUMENTOS

A régua graduada possui uma escala, com o objetivo de traçar retas com medidas definidas, bem como fazer medições e definir raios para compasso. No Brasil, utiliza-se escala em milímetros

O transferidor de graus é utilizado para medir e marcar as medidas de ângulos. Ele é um arco, geralmente meio círculo ou círculo completo, com marcação de uma escala de um em um grau.

O jogo de esquadros é formado por dois esquadros: um chamado de esquadro de 45°, em formato triangular, possui um ângulo de 90° e dois ângulos de 45°. O outro é chamado de esquadro de 60°, em formato triangular possui um ângulo de 90°, um ângulo de 60° e outro de 30°. Utilizando um esquadro individualmente, é possível traçar uma linha com os ângulos citados em relação a uma referência dada, porém combinando os dois esquadros é possível traçar outros ângulos sempre de 15 em 15°, por exemplo: 15°, 30°, 45°, 60°, 75°, 90°, 105° e assim sucessivamente.

Outra aplicação importante dos esquadros é traçar linhas paralelas e perpendiculares a uma referência dada. Para traçar uma linha paralela a uma linha de referência, deve-se alinhar um dos esquadros com a linha de referência, posiciona-se o segundo esquadro como apoio. Eles devem ficar bem firmes, para então deslizar o primeiro esquadro para a posição desejada, suavemente para não mover o esquadro de apoio. Para traçar uma linha perpendicular a uma linha de referência, deve-se utilizar o esquadro de 45°. Para tanto, deve-se alinhar o lado maior do esquadro de 45°, hipotenusa, com a reta de referência, posicionar o esquadro de 60° como apoio e girar o esquadro de 45°.

O compasso é composto por uma ponta de metal, ponta seca, e uma ponta com grafite, para traçagem. Ele é utilizado para traçagem de círculos e arcos, e apoio para traçagem de linhas. O procedimento para traçagem, consiste em afastar as pontas com a distância do raio, fixar a ponta seca no centro do raio e rotacionar o compasso para traçar o arco.

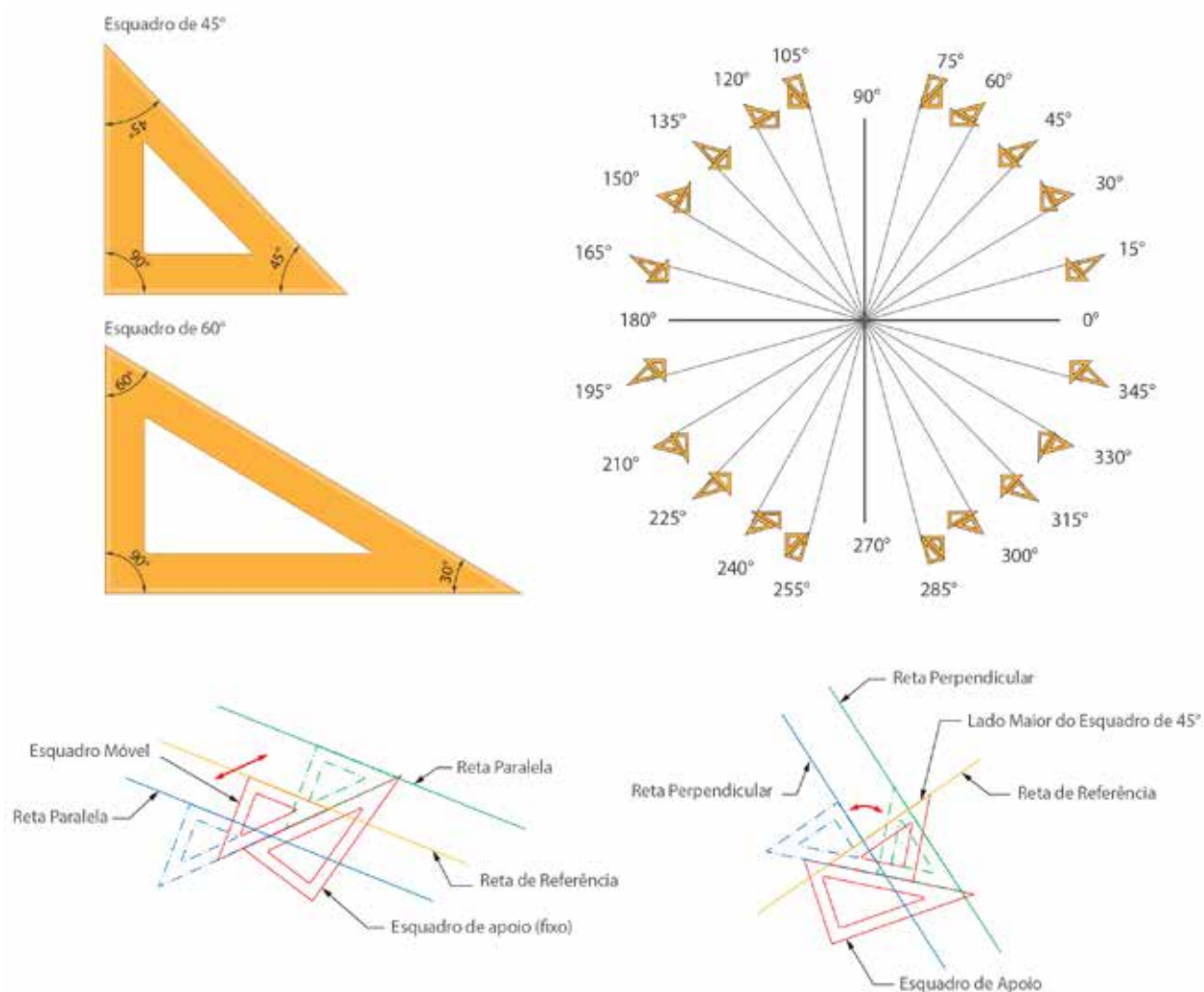


Figura 210 - (a) Jogo de esquadros; (b) combinação de esquadros; (c) traçar retas paralelas; (d) traçar retas perpendiculares  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)



### FIQUE ALERTA

Os instrumentos devem estar limpos e em condições de uso. Para isso, antes de iniciar um desenho, limpe os instrumentos. O mesmo deve ser feito ao final do trabalho para evitar o acúmulo de grafite.

## 6.1.3 LINHAS

Um desenho técnico deve ser simples e claro, deste modo necessita de representações gráficas que distingam detalhes diferentes. Algumas destas representações são os tipos de linhas. Os tipos de linhas devem seguir a norma da ABNT e o traçado do desenho mecânico segue de acordo com a sua aplicação. Veja alguns exemplos na tabela, a seguir.






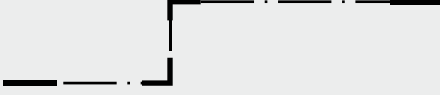

DENOMINAÇÃO	TIPO DE LINHA	APLICAÇÃO
Contínua larga		Em aresta e contorno visíveis.
Contínua estreita		Linhas de cota, auxiliares, hachuras.
Contínua estreita à mão livre		Limites de vistas e cortes parciais.
Tracejada estreita		Contornos não visíveis e arestas não visíveis.
Traço e ponto estreito		Linhas de centro, linhas de simetria, trajetórias.
Traço e ponto estreito e largo nas pontas e na mudança de direção		Planos de corte.
Traço e dois pontos		Contornos de peças adjacentes, posição limite de peças móveis.

Tabela 11 - Tipos e aplicações de linhas  
Fonte: Adaptado de (SENAI/SC, 2014, p. 15)

#### 6.1.4 CALIGRAFIA

A caligrafia técnica é um elemento importante no complemento de um desenho técnico, indicando informações necessárias à compreensão do desenho, como números, anotações e listas de materiais. É importante também para a apresentação final do desenho. A caligrafia técnica é uma forma de escrita que permite um padrão de informações que serão inseridas no desenho mecânico. Ela deve ser feita para garantir que todos que lerem o texto consigam entender e compreender o que está escrito, de forma legível e organizada.

Exemplo de letras maiúsculas:

**ABCDEFGHIJKLMN OPQRSTU V  
WXYZ**

Exemplo de letras minúsculas:

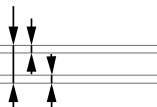
**abcdefghijklmnopqrstu vwxyz**

Exemplo de letras algarismos:

**0123456789 IVX**

proporções:

**Legenda normal 6789**

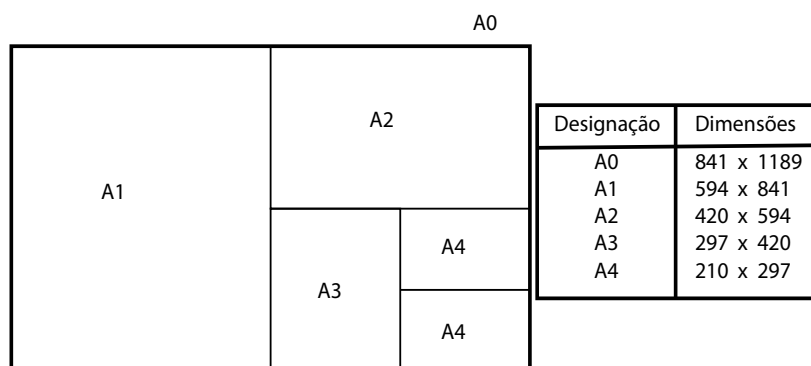


Julio Cesar Borchers (2015)

Figura 211 - Caligrafia técnica  
Fonte: Adaptado de (PROVENZA, 1991 p. 5-2)

### 6.1.5 FORMATOS DE PAPEIS, DOBRAS, MARGENS E LEGENDAS

De acordo com a ABNT NBR 1068, o formato básico do papel, designado por A0 (A zero), é o retangular, cujos lados medem 841 mm e 1189 mm, tendo a área de 1 metro quadrado. Do formato básico, derivam os demais formatos.



Patrícia Marcílio (2015)

Figura 212 - Formatos de papéis  
Fonte: do Autor

Além do formato padrão, todo desenho técnico precisa de uma legenda, contendo informações importantes para identificação, acompanhamento e fabricação de peças. As informações variam em cada empresa. A figura, a seguir, apresenta um exemplo de legenda.

01	01	Bloco fresado	Aço 1020 65 x 65 x 45	Tol. geral: $\pm 0,1$ mm
Pos	Quant.	Denominação	Material e dimensões	Obs.:
Projeção	Processo seletivo unificado usinagem		Nome:	
	<b>FIESC SENAI</b>		Escala	1 : 1

Patrícia Marcílio (2015)

Figura 213 - Legenda  
Fonte: Adaptado de (SENAI/SC, 2014, p. 36)

### 6.1.6 NORMAS APLICADAS AO DESENHO TÉCNICO

Os procedimentos para execução de desenhos técnicos aparecem em normas gerais que abordam desde a denominação e classificação dos desenhos até as formas de representação gráfica. A seguir, você conhecerá as principais normas da ABNT que estabelecem as regras para a elaboração de desenhos técnicos.

NBR 5984 – Norma geral de desenho técnico.

NBR 6402 – Execução de desenhos técnicos de máquinas e estruturas metálicas.

- NBR 10068 – Folha de desenho leiaute e dimensões.
- NBR 10582 – Apresentação da folha para desenho técnico.
- NBR 13142 – Desenho técnico – dobramento de cópias.
- NBR 8402 – Execução de caracteres para escrita em desenhos técnicos.
- NBR 8403 – Aplicação de linhas em desenho.
- NBR10067 – Princípios gerais de representação em desenho técnico.
- NBR 8196 – Desenho técnico – emprego de escalas.
- NBR 12298 – Representação de área de corte por meio de hachuras em desenho técnico.
- NBR10126 – Cotagem em desenho técnico.
- NBR8404 – Indicação do estado de superfície em desenhos técnicos.
- NBR 6158 – Sistema de tolerâncias e ajustes.
- NBR 8993 – Representação convencional de partes roscadas em desenho técnico.



## CASOS E RELATOS

---

### Comunicação por desenho

Uma empresa responsável pela instalação de oleodutos contratou uma empresa especializada para fazer conexões usinadas. A empresa contratante forneceu os desenhos, no entanto ele continha um detalhe onde a interpretação do operador era fundamental. Para a interpretação ser correta, uma linha de centro deveria ser traçada. Sem esta linha de centro, a interpretação da geometria da peça ficava confusa e induzia ao erro.

A empresa contratada solicitou um novo desenho para a empresa contratante, que efetuou a correção do desenho e o enviou para a contratada, deixando claro a geometria da peça.

Para a interpretação correta do desenho, a linha de centro foi determinante na definição da geometria da peça e isso facilitou o trabalho da equipe.

Essa correção só foi possível, pois a pessoa responsável por efetuar o planejamento dos serviços sabia ler e interpretar desenhos técnicos, além de estar a par dos requisitos da norma.

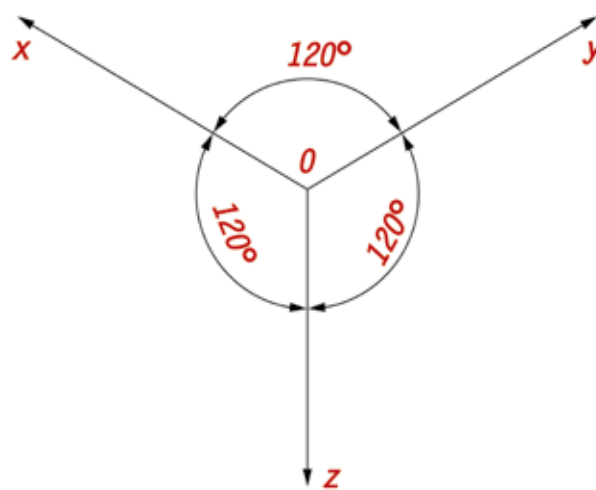
---

## 6.2 PERSPECTIVAS

Perspectivas são formas de representação que buscam apresentar o maior número de detalhes possível de uma peça, facilitando o entendimento do desenho. A peça deve ser representada de forma inclinada, para ser possível verificar as três medidas básicas: comprimento, largura e altura. Como em desenho técnico existem muitas padronizações, dois tipos de perspectivas são mais utilizados: a isométrica e a cavaleira.

### 6.2.1 PERSPECTIVA ISOMÉTRICA

A perspectiva isométrica é a mais utilizada no desenho técnico. A palavra isométrica é composta, em que iso significa mesma ou padrão, e métrica significa medida. Portanto, a perspectiva isométrica significa mesma medida angular. A perspectiva deve ser iniciada pela traçagem de três retas com ângulo de  $120^\circ$  entre cada uma, chamadas de eixos isométricos. Utilizando o jogo de esquadros e as técnicas de traçagem de linhas paralelas e perpendiculares, é possível desenhar completamente uma peça prismática. Para desenhar detalhes oblíquos e cilíndricos, devem ser utilizados outros procedimentos.

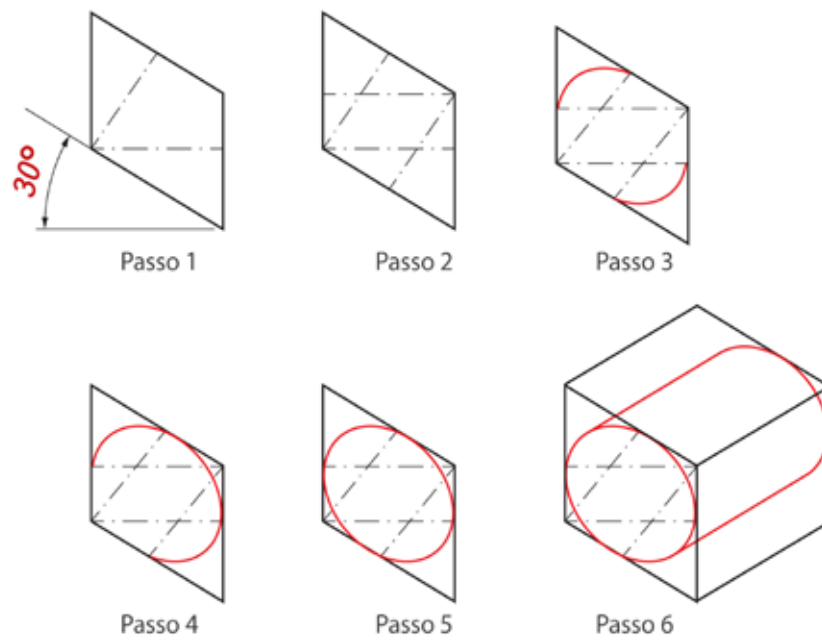


Aline da Silva Regis (2015)

Figura 214 - Eixos geométricos  
Fonte: Adaptado de (FERREIRA, 2009, p. 23)

Ao traçar os três eixos, obtêm-se três planos, frontal ZY, lateral esquerdo XZ e superior XY, Desta forma, pode-se desenhar três faces da peça.

O resultado de uma perspectiva da circunferência é uma elipse. Sua construção parte de um quadrado desenhado em perspectiva, cujo lado é o diâmetro da circunferência (passo 1). Deve-se achar os pontos médios (centro das linhas) e unir o vértice do quadrado aos pontos médios opostos ao vértice (passo 1 e 2). Por último, deve-se traçar os raios utilizando o compasso (passo 3 a 6).

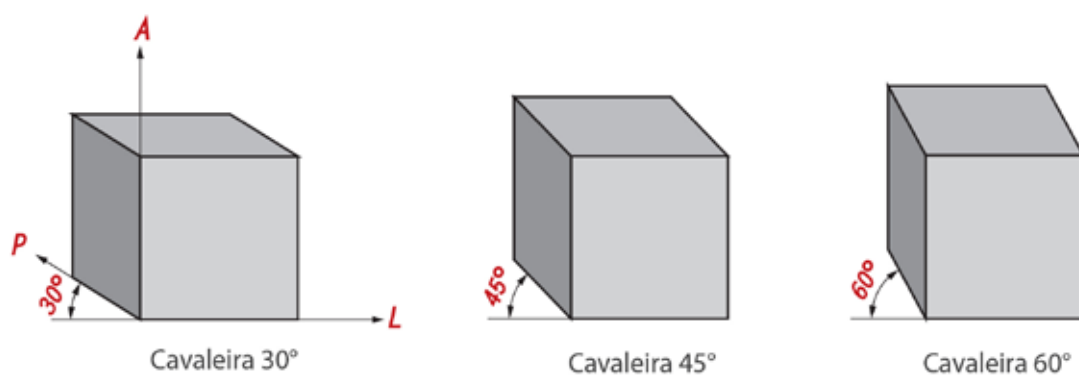


Aline da Silva Regis (2015)

Figura 215 - Perspectiva de elemento cilíndrico  
Fonte: Adaptado de (SENAI/PR, 2001, p. 22)

## 6.2.2 PERSPECTIVA CAVALEIRA

Na perspectiva cavaleira, uma face da peça é desenhada exatamente de frente, em verdadeira grandeza. As outras faces são projetadas obliquamente, inclinadas a  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  ou  $60^\circ$ .



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 216 - Perspectiva cavaleira  
Fonte: Adaptado de (SPECK, 1997, p. 41)

## 6.3 PROJEÇÕES ORTOGONAIS

As projeções ortogonais representam as peças sendo desenhadas em posições diferentes a partir de representações planas, para facilitar o entendimento da peça a ser construída. Através das projeções ortogonais, o observador tem a visão da peça como se a estivesse olhando de cima, de frente e de lado (esquerdo).

### 6.3.1 PROJEÇÕES EM 1º E 3º DIEDROS

Para projetar um modelo tridimensional, são necessários três planos. Neles serão representadas as projeções do modelo, conforme a posição do observador.

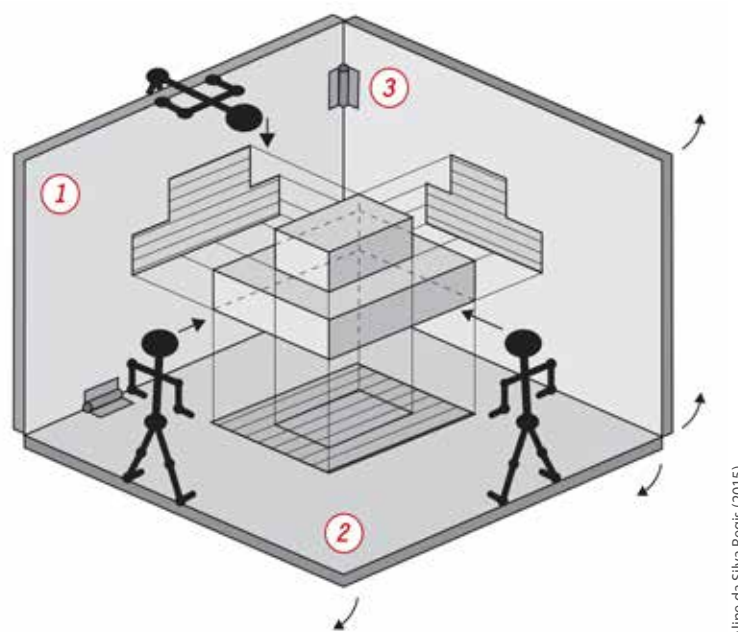


Figura 217 - Planos de projeção  
Fonte: Adaptado de (SENAI/PR, 2001, p. 24)

Na figura anterior, é possível observar que a perspectiva da peça oferece três projeções, cada uma com uma posição diferente. O plano 1 mostra a projeção do modelo projetado pelo observador de frente, o nome dado a este tipo de projeção é vista frontal (V.F.). O plano 2 mostra a projeção do modelo projetado pelo observador de cima, que recebe o nome de vista superior (V.S.). O plano 3 mostra a projeção do modelo projetado pelo observador pelo lado, chamada de vista lateral esquerda (V.L.E.).



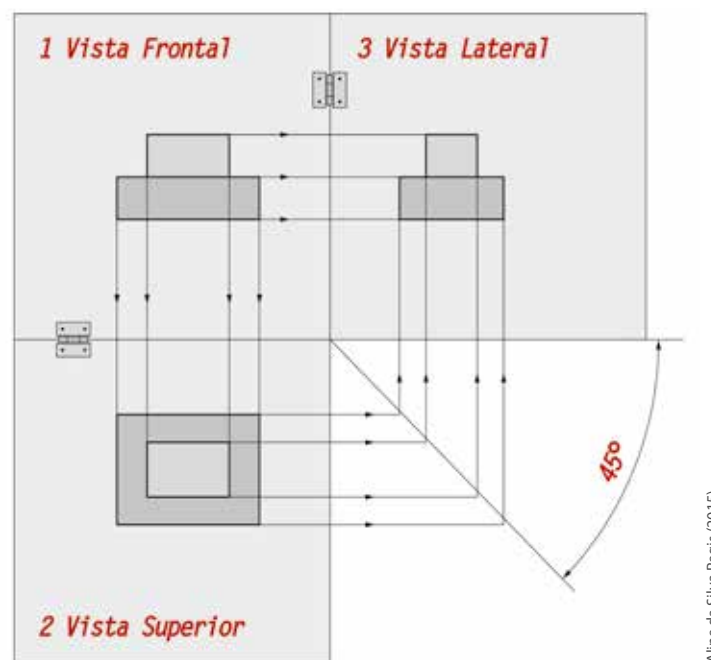
#### FIQUE ALERTA

A vista lateral esquerda é assim denominada, porque o observador está à esquerda do modelo levando em consideração a vista frontal. Se o observador estivesse à direita do modelo, a vista se chamaria vista lateral direita. (V.L.D.).

Para desenhar as três projeções em um único plano, deve-se assumir a vista frontal, plano 1, como vista principal, e posicioná-la de frente, perpendicular a visão, conseqüentemente as outras duas vistas deixam de ser visualizadas. Para demonstrar as demais vistas, faz-se os rebatimentos.

### 6.3.2 VISTAS ESSENCIAIS

Para a grande maioria das peças se utiliza as três vistas básicas (frontal, superior e lateral), que determinam todas as dimensões da peça. Estas vistas são denominadas de vistas essenciais, porque, sem elas, dificilmente seria possível construir a peça, escolher a melhor maneira de efetuar a sua montagem ou desmontagem, ou até mesmo identificar algum problema.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 218 - Planificação do plano de projeção  
Fonte: Adaptado de (SENAI/PR, 2001, p. 24)

Esta forma de representação é chamada de projeção no 1º Diedro, que é a forma utilizada no Brasil, normalizada pela ABNT. Outros países utilizam a projeção no 3º Diedro. Deste modo, é importante conhecer também essa forma de projeção.

A identificação de qual diedro está sendo usado no desenho mecânico é através de símbolo. Sempre que você for ler e interpretar um desenho mecânico, procure sempre localizar e identificar na legenda em que diedro o desenho está projetado. Para definir qual diedro está sendo usado no desenho mecânico, usa-se os seguintes símbolos:

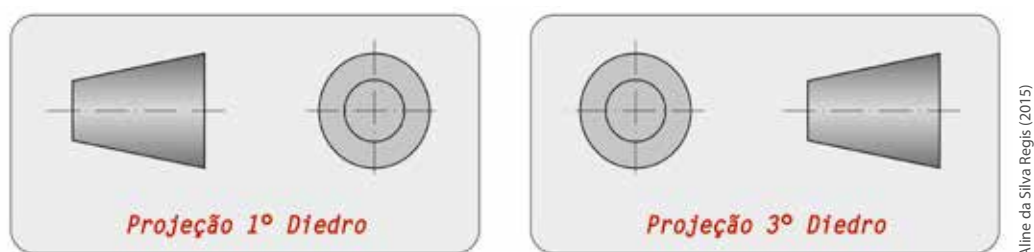


Figura 219 - Indicação de diedro  
 Fonte: Adaptado de (SENAI/RJ, 2008, p.37)

Além das três vistas básicas, podem ser utilizadas mais vistas de posições diferentes da peça. A figura a seguir representa uma peça projetada no 1º Diedro.

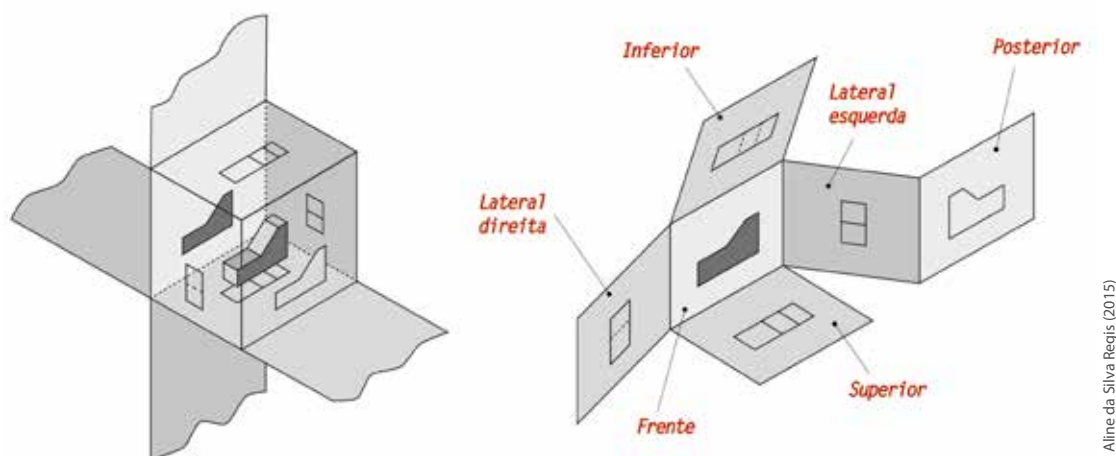


Figura 220 - Projeção em primeiro diedro  
 Fonte: Adaptado de (SENAI/RJ, 2008, p. 38)

A próxima figura representa a mesma peça projetada no 3º Diedro.

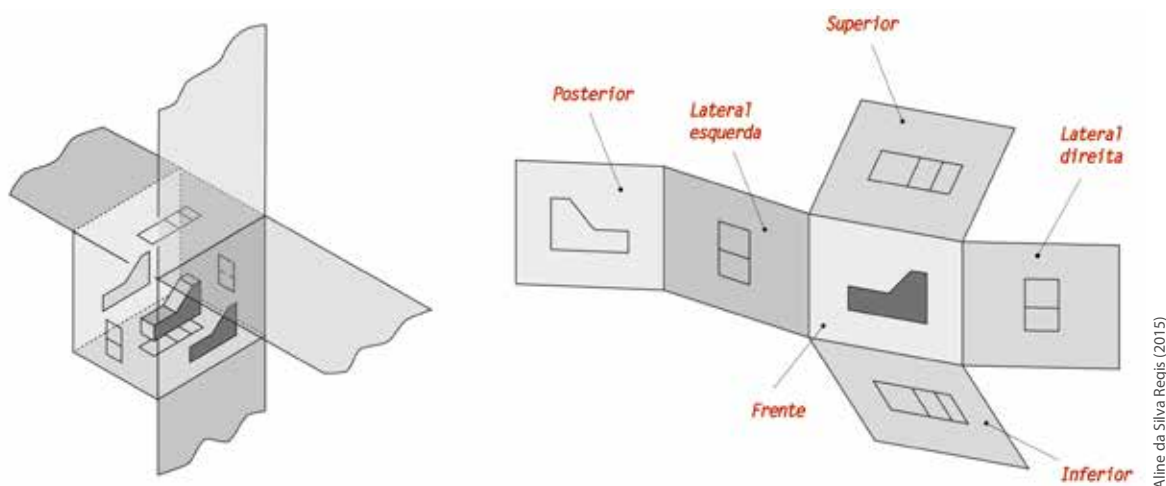


Figura 221 - Projeção em terceiro diedro  
 Fonte: Adaptado de (SENAI/RJ, 2008, p. 38)



### CURIOSIDADES

No Brasil, utiliza-se o primeiro diedro para representar os desenhos mecânicos. Nos EUA e no Canadá, é comum o uso do terceiro diedro nas representações dos desenhos mecânicos.

### 6.3.3 SUPRESSÃO DE VISTAS

No desenho técnico exige que, para representar uma peça, deve-se usar o mínimo de vistas possível. Na figura, a seguir, observa-se a eliminação das vistas consideradas supérfluas.

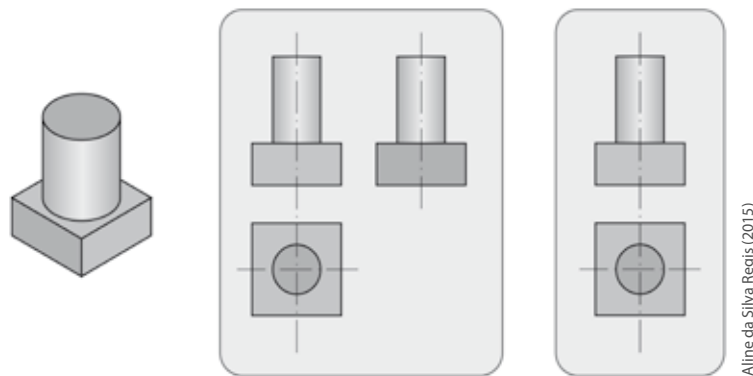


Figura 222 - Exemplo de supressão de vistas  
Fonte: Adaptado de (SENAI/PR, 2001, p. 59)

Aline da Silva Regis (2015)

### 6.3.4 VISTA AUXILIAR

Existem peças que tem uma ou mais faces oblíquas em relação aos planos de projeção. Se estas peças fossem representadas em verdadeira grandeza, elas ficariam difíceis de serem compreendidas. Portanto, nestes casos utiliza-se a vista auxiliar. A figura, a seguir, representa uma projeção ortográfica de elementos oblíquos em verdadeira grandeza.

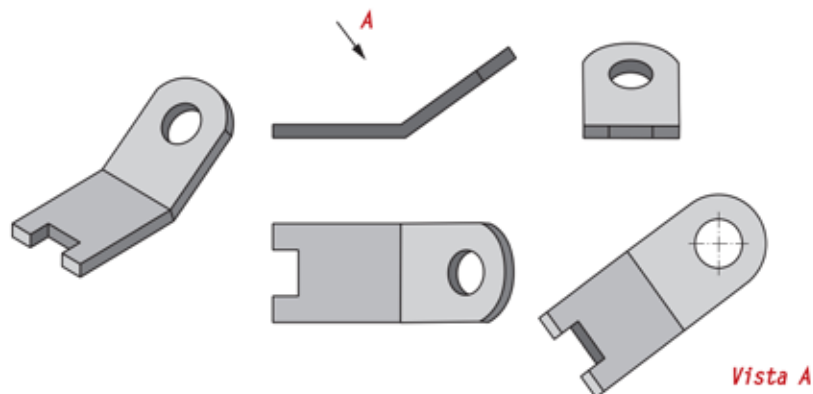


Figura 223 - Exemplo de vista auxiliar  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

### 6.3.5 VISTA AUXILIAR SIMPLIFICADA

A vista auxiliar deve ser simplificada, isto é, demonstrar somente os detalhes importantes. A figura a seguir, representa uma projeção ortográfica de elementos oblíquos em verdadeira grandeza. Observe que as vistas foram simplificadas.

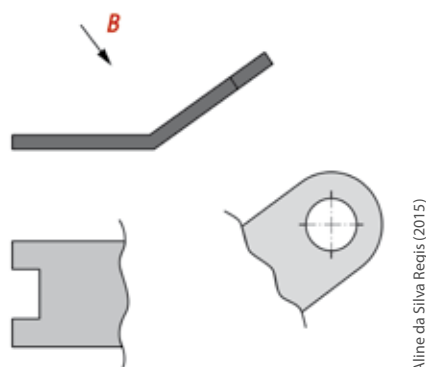


Figura 224 - Exemplo de vista auxiliar  
Fonte: do Autor

### 6.3.6 ROTAÇÃO DE DETALHES OBLÍQUOS

Certas peças que tem superfícies oblíquas em relação aos planos de projeção, por convenção, são representadas por meio de outro tipo especial de projeção ortográfica, chamado projeção com rotação.

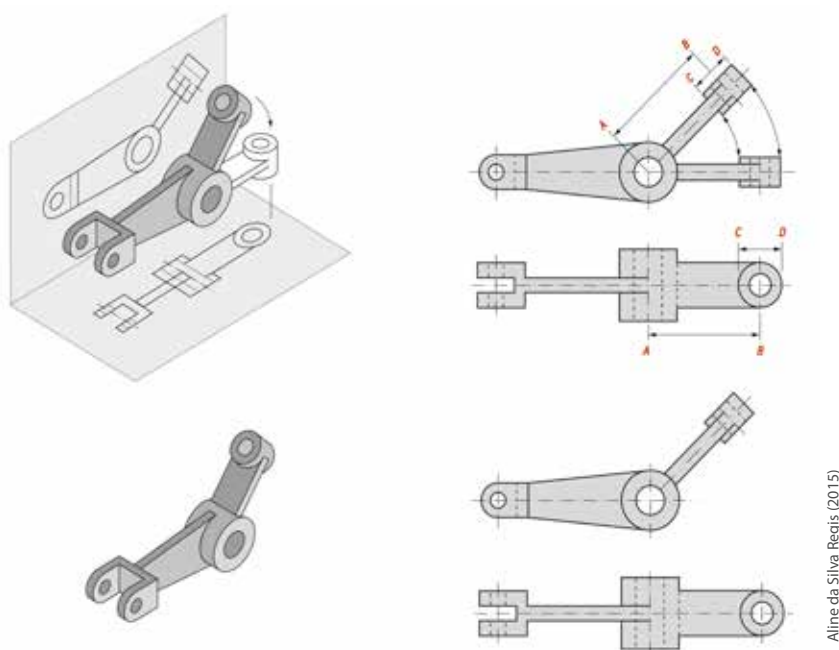
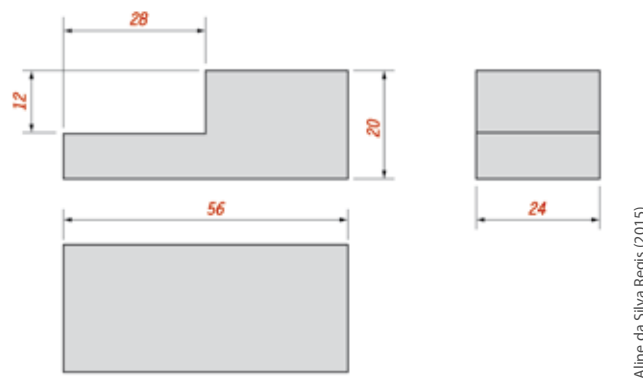


Figura 225 - Exemplo de projeção com rotação  
Fonte: do Autor

## 6.4 COTAGEM

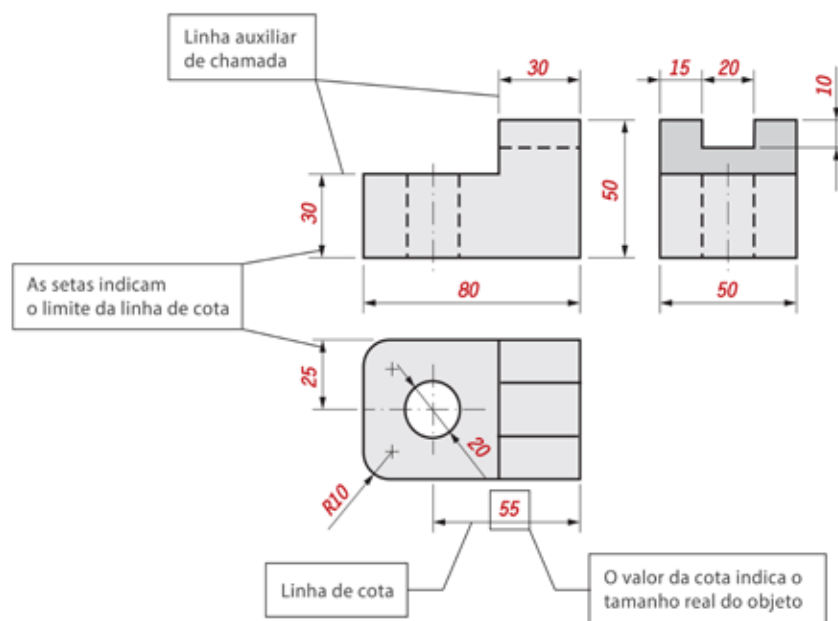
Todos os sólidos têm três dimensões: comprimento, largura e altura (ou espessura). As linhas de cota referentes a essas dimensões são distribuídas nas vistas que melhor caracterizam as partes cotadas. Essas três dimensões são comumente denominadas de cotas básicas, que, associadas a outras cotas, possibilitarão a interpretação da planta ou desenho.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 226 - Exemplo de cotamento  
Fonte: do Autor

Saber cotar é muito mais do que colocar as dimensões nos desenhos. A cotagem requer conhecimento das normas, técnicas e princípios a ela associados, além dos processos de fabricação e das funções da peça ou dos elementos que a constituem. Uma cotagem incorreta ou ambígua pode causar grandes prejuízos na fabricação do produto.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 227 - Elementos do cotamento  
Fonte: do Autor

**Cotas** – São números que indicam as dimensões lineares ou angulares do elementos. A unidade das cotas lineares é milímetro.

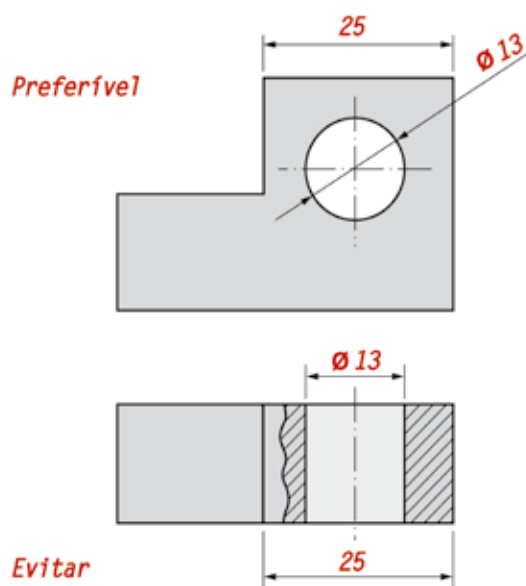
**Linhas de chamada** – Também chamadas de linhas auxiliares. Elas possuem linhas de traço contínuo fino e são perpendiculares à linha de cota.

**Linhas de cota** – São linhas retas ou arcos, normalmente com setas nas extremidades. O traço é contínuo fino, paralelo ao contorno do elemento.

**Setas** – As setas ou flechas, como são normalmente chamadas, não são mais do que as terminações da linha de cota.

#### 6.4.1 REGRAS DE COTAGEM

As cotas indicadas nos desenhos são sempre as medidas reais do objeto, independente da escala usada no desenho. As cotas devem ser apresentadas em caracteres com dimensões adequadas à sua legibilidade. Não pode ser omitida nenhuma cota necessária para a definição da peça. Os elementos devem ser cotados preferencialmente nas vistas que dão mais informação em relação à sua forma ou à sua localização.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 228 - Regra de cotagem  
Fonte: do Autor

Devem ser evitados, sempre que possível, cruzamentos de linhas de cota entre si ou com outro tipo de linhas, sobretudo as linhas de chamada ou arestas.

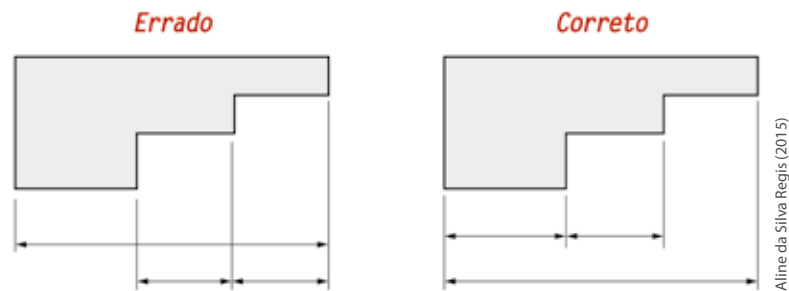


Figura 229 - Regra de cotação  
Fonte: do Autor

As cotas devem ser localizadas preferencialmente fora do contorno da peça. Todavia, por questões de clareza e legibilidade, estas podem ser colocadas no interior das vistas.

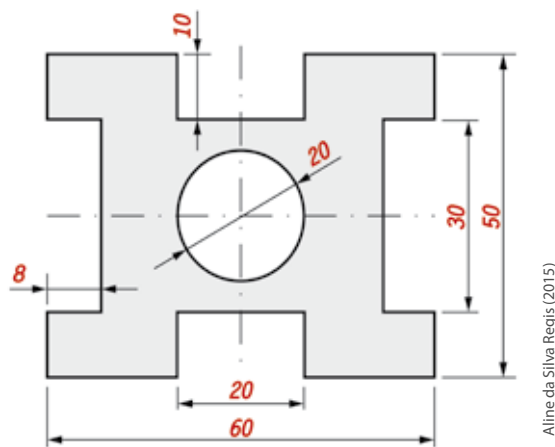


Figura 230 - Regra de cotação  
Fonte: do Autor

Cada elemento deve ser cotado apenas uma vez, independentemente do número de vistas da peça.

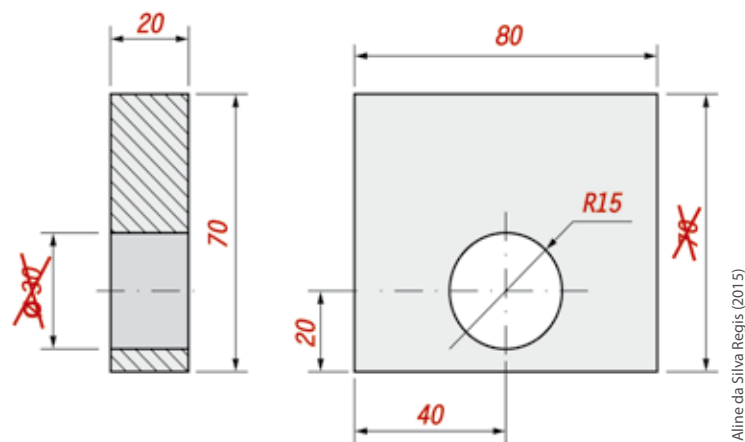
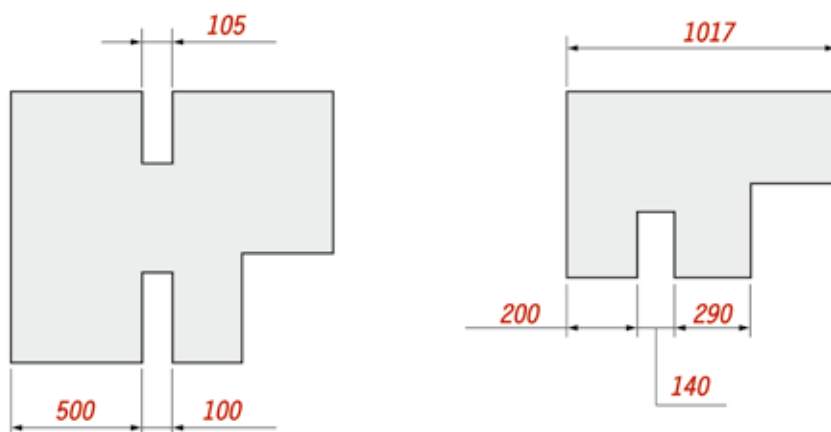


Figura 231 - Regra de cotação  
Fonte: do Autor

Em um desenho técnico mecânico, devem ser usadas unidades em milímetros. As unidades não são indicadas nas cotas, outras unidades utilizadas devem ser indicadas (Ex.: polegadas).

Quando não houver espaço suficiente para a cota ou para serem colocados pontos, a cota pode ser posicionada abaixo da linha de cota e ligada à linha de cota através de uma pequena linha de referência.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 232 - Cotamento de pequenos espaços  
Fonte: do Autor

A linha de cota é limitada por setas agudas:



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 233 - Linhas de cotagem  
Fonte: do Autor

Os algarismos ou números devem ser indicados nas linhas de cotas:

- Em posição horizontal, sempre sobre estas.
- Em posição vertical, sempre ao lado esquerdo destas.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 234 - Posição da cotagem  
Fonte: do Autor

c) Em posição inclinada acima da linha de cota:

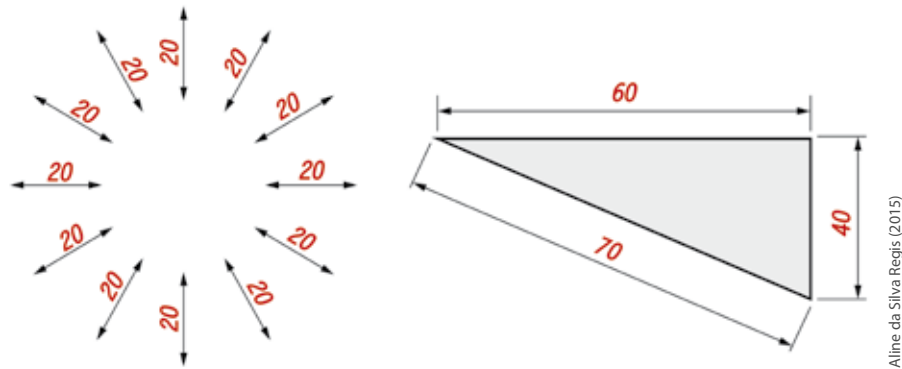


Figura 235 - Posição da cota  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

As linhas de centro podem ser empregadas como linha "auxiliar", sendo prolongadas com traço estreito e contínuo.

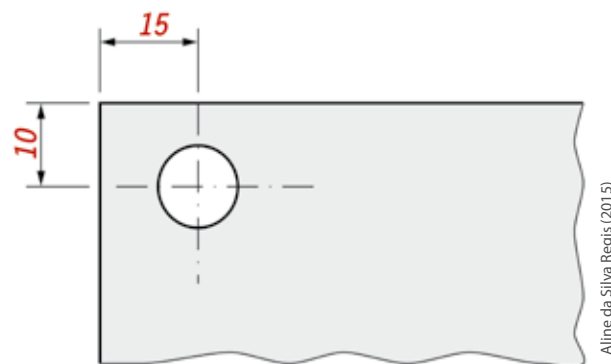


Figura 236 - Cotagem centro de furo  
Fonte: Adaptado de (SENAI/PR, 2001, p.34)

Aline da Silva Regis (2015)

Os furos podem ser cotados da seguinte forma:

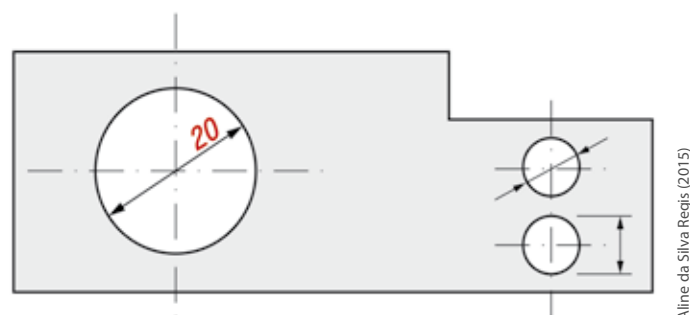
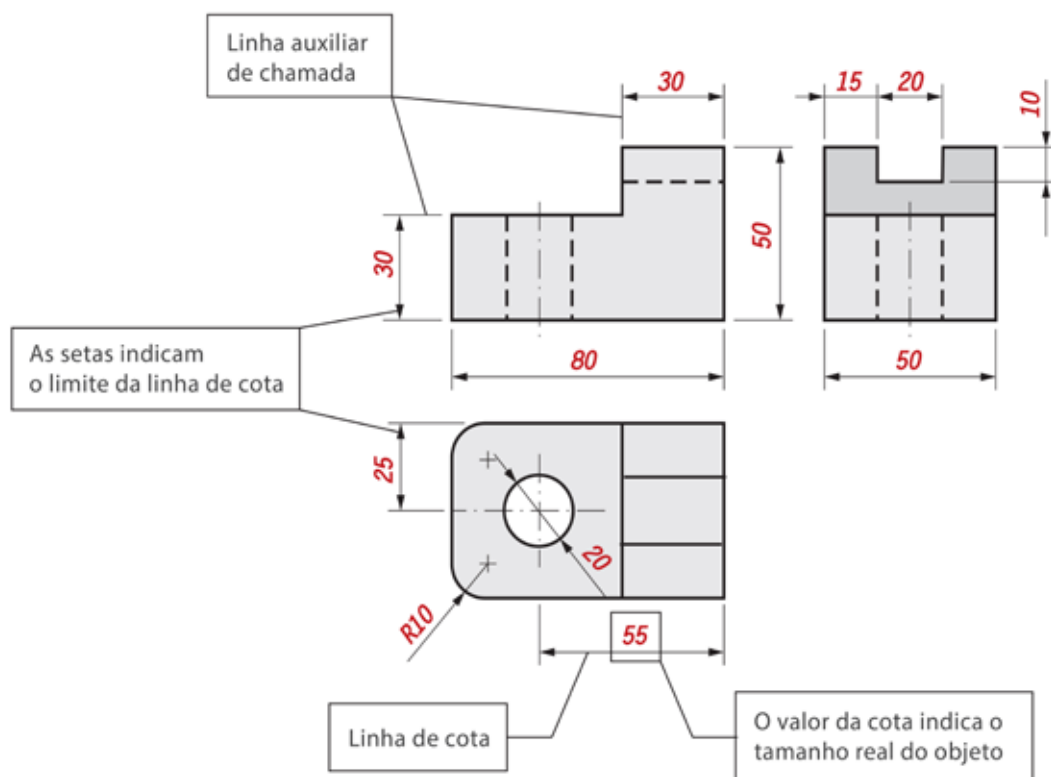


Figura 237 - Cotagem de furos  
Fonte: Adaptado de (SENAI/PR, 2001, p. 34)

Aline da Silva Regis (2015)

## 6.4.2 REPRESENTAÇÃO DAS COTAS

As cotas devem ser representadas conforme a figura a seguir. Elas são formadas pelos seguintes elementos:



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 238 - Elementos do cotamento  
Fonte: do Autor

**Cotas** – São valores numéricos utilizados para indicar dimensões lineares ou angulares dos elementos. No sistema internacional, a unidade das cotas lineares é milímetro.

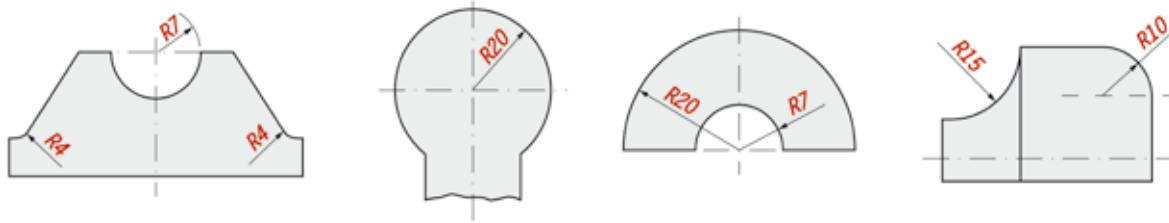
**Linhas de chamada** – Também chamada de linhas auxiliares, estas possuem linhas de traço contínuo fino, são perpendiculares a linha de cota.

**Linhas de cota** – São linhas retas, no caso de dimensões lineares ou arcos para dimensões angulares, normalmente com setas nas extremidades. O tipo de linha utilizado é a traço contínuo fino, devem ser paralelas ao contorno do elemento que está sendo cotado.

**Setas** – As setas ou flechas como são normalmente chamadas, não são mais do que as terminações da linha de cota.

### 6.4.3 SÍMBOLOS E CONVENÇÕES

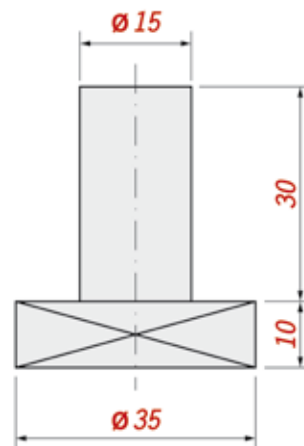
A cotagem de raio deve partir do centro do arco até a circunferência e na extremidade conectada à circunferência é desenhado uma única seta.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 239 - Cotagem de raios  
Fonte: Adaptado de (SENAI/PR, 2001, p. 35)

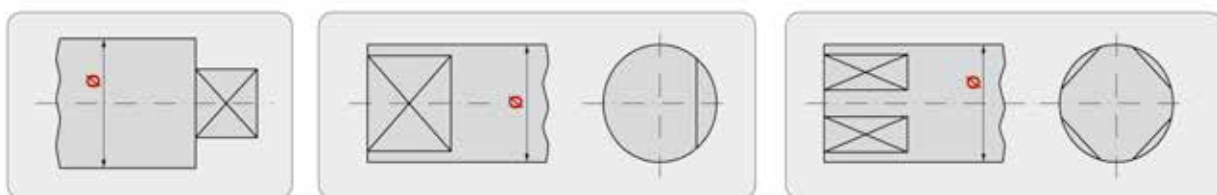
### Sinal indicativo de diâmetro e quadrado:



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 240 - Cotagem de diâmetro e quadrado  
Fonte: Adaptado de (SENAI/PR, 2001, p. 38)

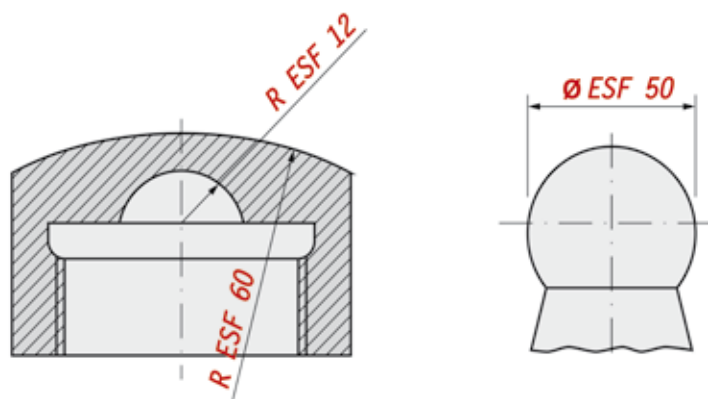
### Indicação de diagonais cruzadas:



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 241 - Indicação de superfícies planas  
Fonte: Adaptado de (SENAI/PR, 2001, p. 39)

### Indicação de raio e diâmetro esférico:

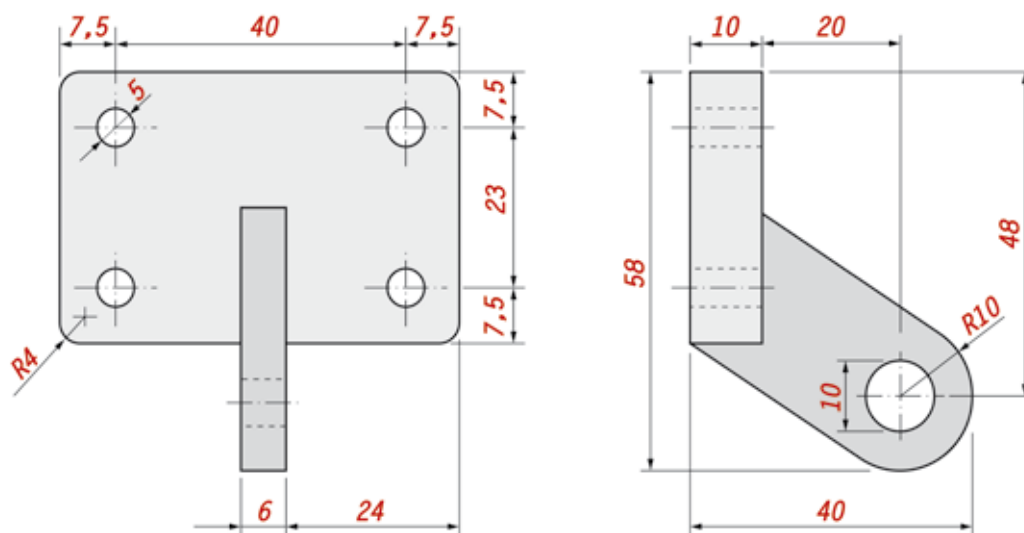


Aline da Silva Regis (2015)

Figura 242 - Indicação de raios e diâmetros esféricos  
Fonte: Adaptado de (SENAI/PR, 2001, p. 39)

### 6.4.4 LOCALIZAÇÃO DAS COTAS

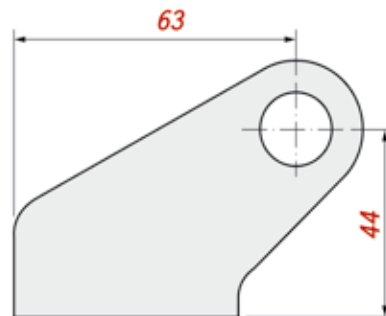
A localização das cotas faz-se, usualmente, a partir de uma linha de centro ou de extremidades de superfícies. Essa prática é adotada para evitar erros, pela variação de medidas, causados por superfícies irregulares.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 243 - Exemplo localização de cotas  
Fonte: Adaptado de (SENAI/PR, 2001, p. 42)

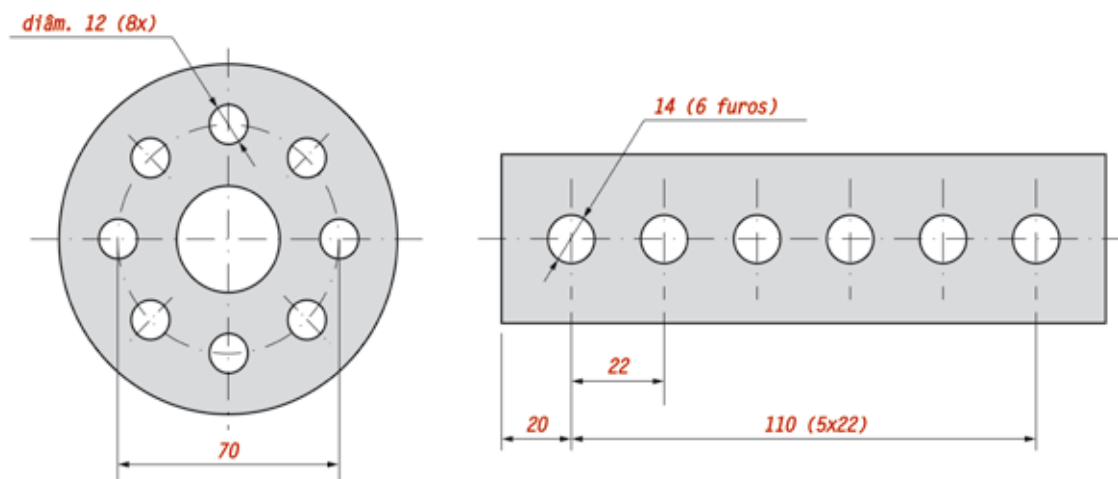
### Localização de centros de furos e de arcos, em peças assimétricas.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 244 - Localização de cotas  
Fonte: Adaptado de (SENAI/PR, 2001, p. 43)

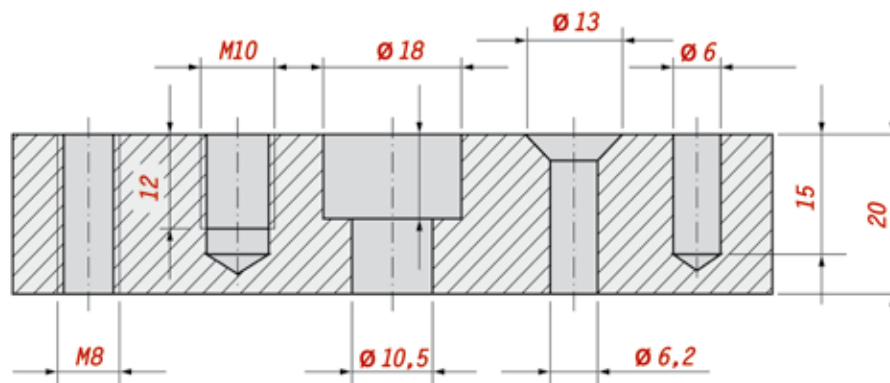
### Dimensionamento de furos igualmente espaçados.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 245 - Cotagem de furos  
Fonte: Adaptado de (SENAI/PR, 2001, p. 43)

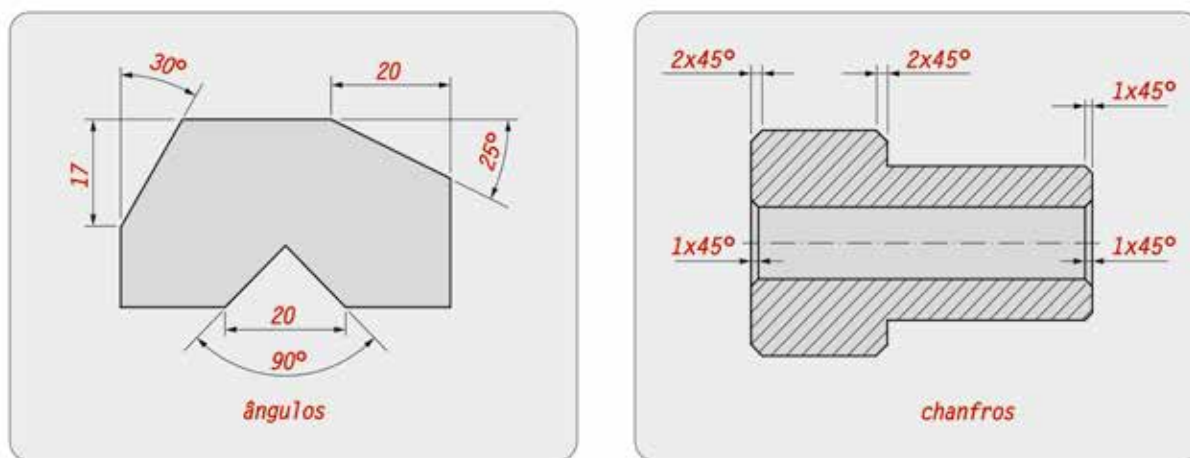
### Dimensionamentos internos.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 246 - Cotagem de elementos internos  
Fonte: do Autor

### Dimensionamento de peças com elementos angulares.

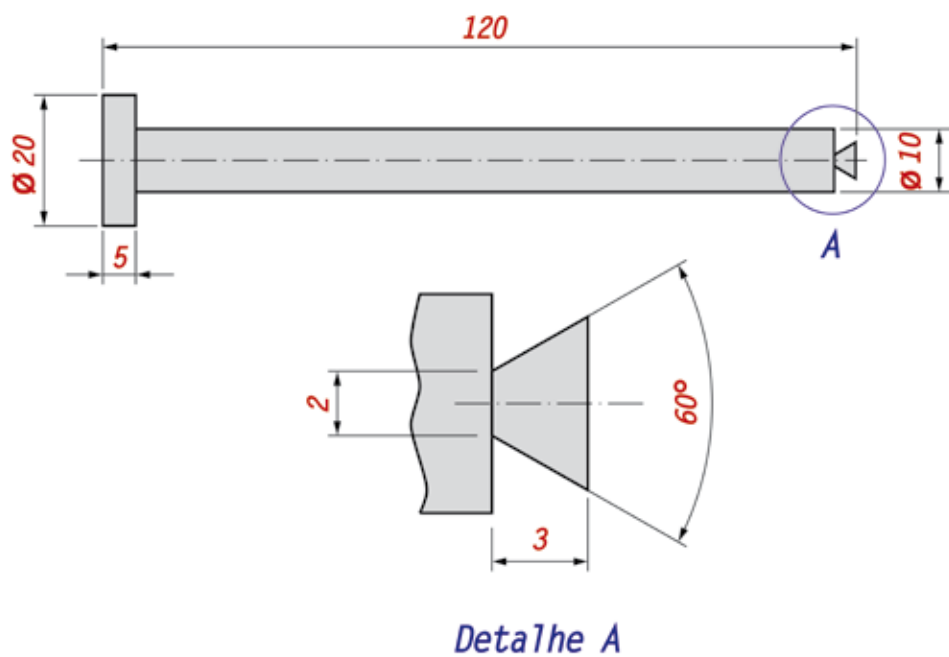


Aline da Silva Regis (2015)

Figura 247 - Cotagem de elementos angulares  
Fonte: do Autor

### 6.4.5 COTAGEM DE DETALHES

Algumas peças possuem detalhes pequenos em relação ao restante da peça, portanto eles podem ser ampliados, para facilitar a cotagem. Deste modo, é possível cotar o detalhe de forma mais clara.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 248 - Cotagem de detalhes  
Fonte: do Autor



**SAIBA  
MAIS**

Existem algumas regras para cotação. Quer conhecê-las? Então, acesse o site <[www.abnt.com.br](http://www.abnt.com.br)>, procure pela NBR10126 e confira alguns princípios gerais de cotação.

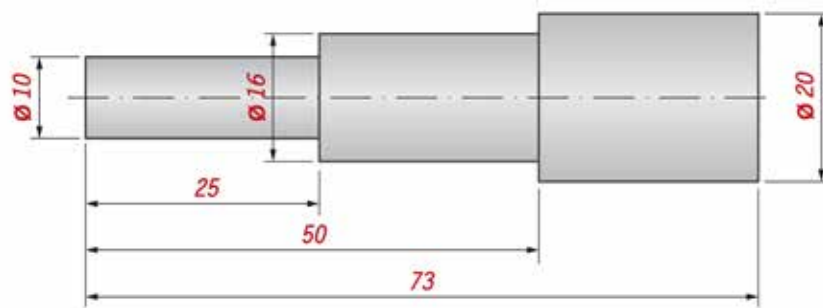
### 6.4.6 TIPOS DE COTAMENTO

Para a confecção de uma peça, existem algumas regras, onde a disposição de cotação são apresentadas de diversas formas, que são:



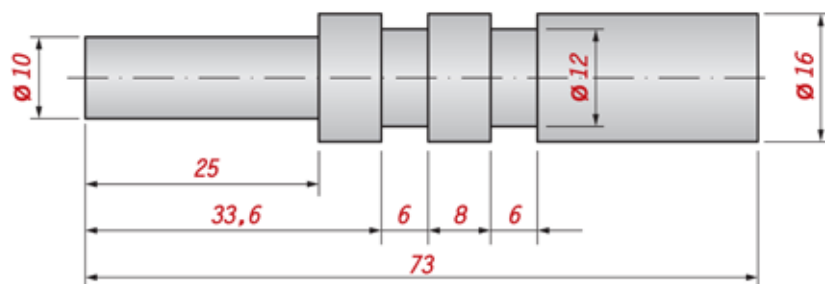
Aline da Silva Regis (2015)

Figura 249 - Exemplo de cotação em cadeia  
Fonte: do Autor



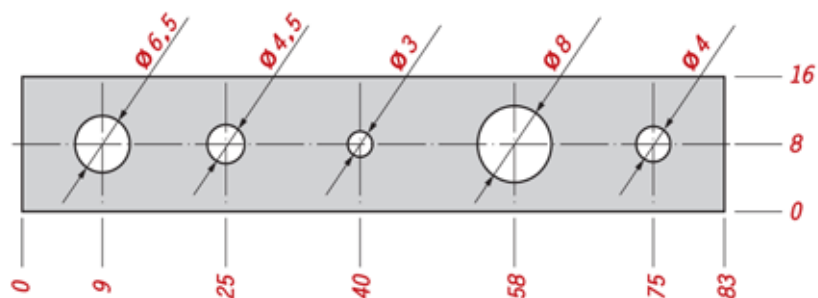
Aline da Silva Regis (2015)

Figura 250 - Exemplo de cotação em paralelo  
Fonte: do Autor



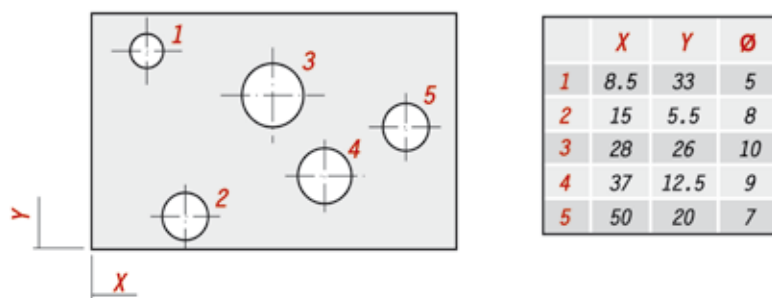
Aline da Silva Regis (2015)

Figura 251 - Exemplo de cotação combinado  
Fonte: do Autor



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 252 - Exemplo de cotamento aditivo  
Fonte: do Autor



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 253 - Exemplo de cotamento por coordenadas  
Fonte: do Autor

## 6.5 REPRESENTAÇÃO EM CORTE

Quando os detalhes no interior de uma peça tornam-se complexos, mais e mais linhas não visíveis são necessárias para mostrá-los com precisão e o desenho torna-se difícil de interpretar.

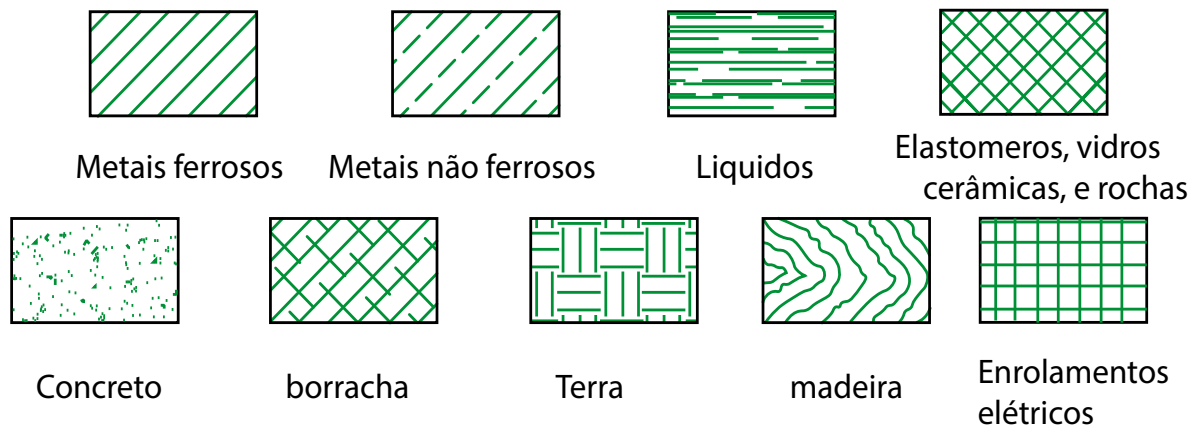
Para representar um conjunto complexo, com muitos elementos internos, o desenhista utiliza recursos que permitem mostrar com clareza o interior da peça, cortando uma parte dela e expondo as superfícies internas (representação em corte).

### 6.5.1 HACHURAS

Numa vista em corte as partes maciças do modelo, nas quais foram passadas o plano de corte, devem ser representadas por hachuras. Hachuras são traços equidistantes e paralelos que produzem o efeito do sombreado em desenhos e gravuras.

No desenho técnico, as hachuras são representadas por linhas contínuas estreitas, traçadas a 45° em relação à base da peça, ou em relação ao eixo desta.

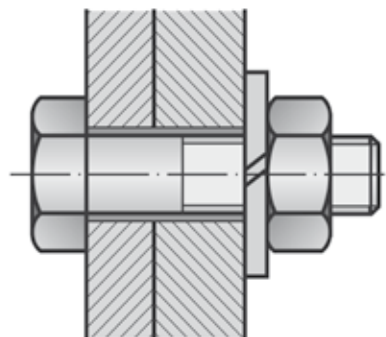
De acordo com a norma DIN, existem varios tipos de hachuras de acordo com os diversos materiais de construções mecânicas.



Julio Cesar Borchers (2015)

Figura 254 - Tipos de hachuras  
Fonte: Adaptado de (SENAI/ES, 1996)

Quando o corte atinge duas ou mais peças, as suas superfícies são hachuradas em posições inversas uma da outra, respeitando-se as normas do hachurado convencional.



Aline da Silva Regis (2015)

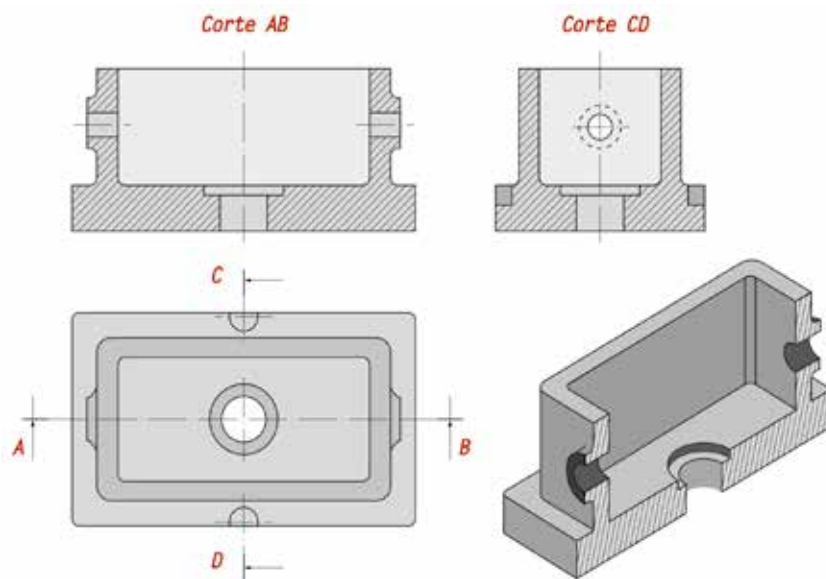
Figura 255 - Hachuras em montagens  
Fonte: Adaptado de (SENAI/PR, 2001, p. 66)

## 6.5.2 LINHA DE CORTE

Para demonstrar o plano de corte, que determina onde a peça foi cortada, utiliza-se a linha de corte, que é uma linha traço-ponto com espessura média.

### 6.5.3 CORTE TOTAL

É a representação de corte em que toda a extensão da peça é cortada. Dependendo da complexidade do modelo ou peça, um único corte pode não ser suficiente para mostrar todos os elementos internos que se quer analisar. Observe, por exemplo, o modelo a seguir:

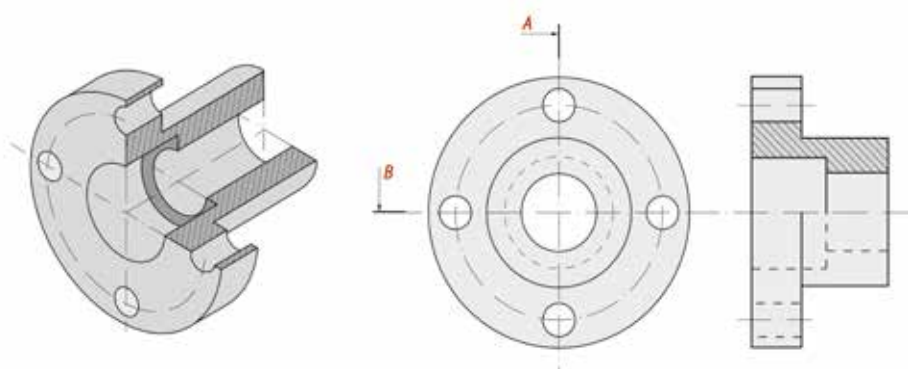


Aline da Silva Regis (2015)

Figura 256 - Exemplo de corte total  
Fonte: Adaptado de (SENAI/PR, 2001, p. 67)

### 6.5.4 MEIO CORTE

O meio corte é aplicado em desenhos de peças simétricas, em que se tem a necessidade de demonstrar detalhes internos. Por isso, apenas metade da vista é representada em corte. Uma grande vantagem é o fato de indicar em uma única vista, detalhes internos e externos da peça.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 257 - Exemplo de meio corte  
Fonte: do Autor

### 6.5.5 CORTE PARCIAL

Em certas peças, os elementos internos que devem ser analisados estão concentrados em partes determinadas da peça. Nesses casos, não é necessário imaginar cortes que atravessem toda a extensão da peça. É suficiente representar um corte que atinja apenas os elementos que se deseja destacar. O tipo de corte mais recomendado nessas situações é o corte parcial.

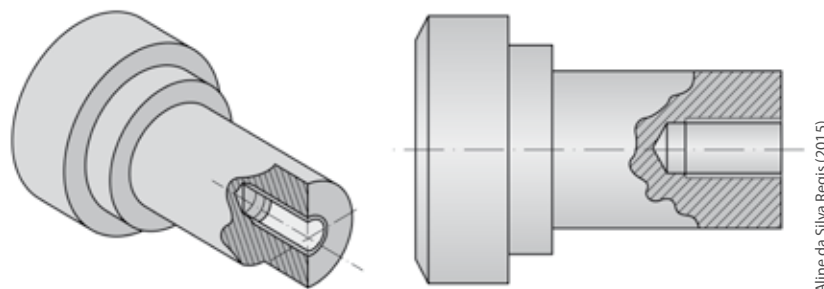


Figura 258 - Exemplo de corte parcial  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

### 6.5.6 CORTE EM DESVIO

Certos tipos de peças, por apresentarem seus elementos internos fora de alinhamento, precisam ser desenhados com corte em desvio.

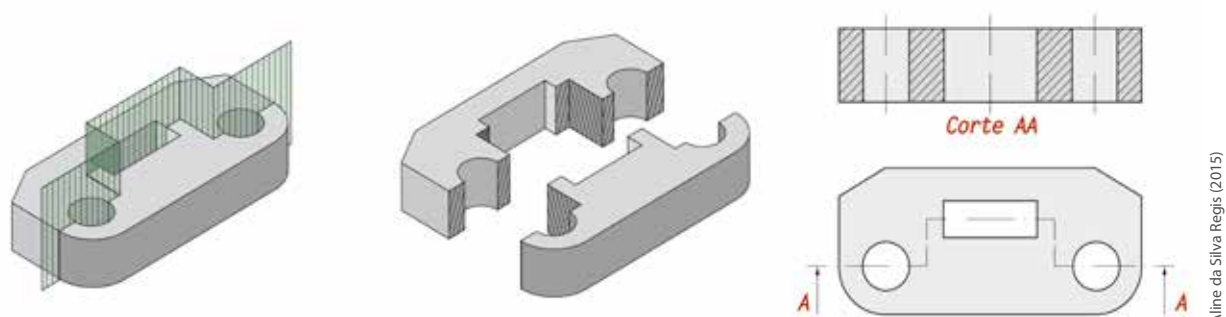


Figura 259 - Exemplo de corte em desvio  
Fonte: Adaptado de (SENAI/SP, 1998 apud TELECURSO 2000)

Aline da Silva Regis (2015)

### 6.5.7 CORTE REBATIDO

Peças com partes ou detalhes que não estão na vertical, ou na horizontal, têm sua representação em corte facilitada com o deslocamento em rotação dessas partes sobre o eixo principal, evitando assim a projeção deformada destes elementos.

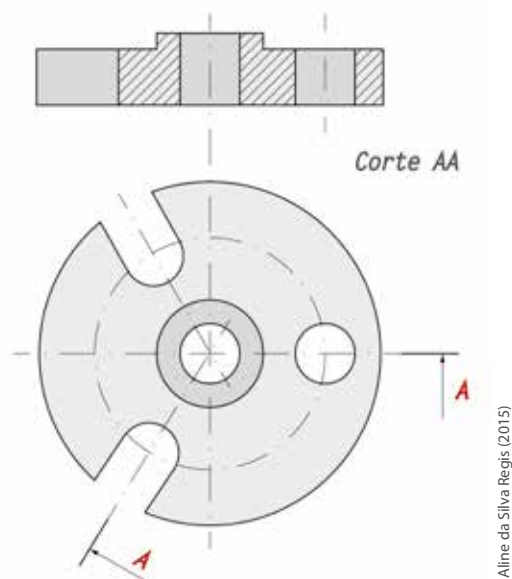


Figura 260 - Exemplo de corte rebatido  
Fonte: do Autor

### 6.5.8 OMISSÃO DE CORTE

Nervuras e braços de peças não apresentam hachuras, quando atingidos pela linha de indicação de corte

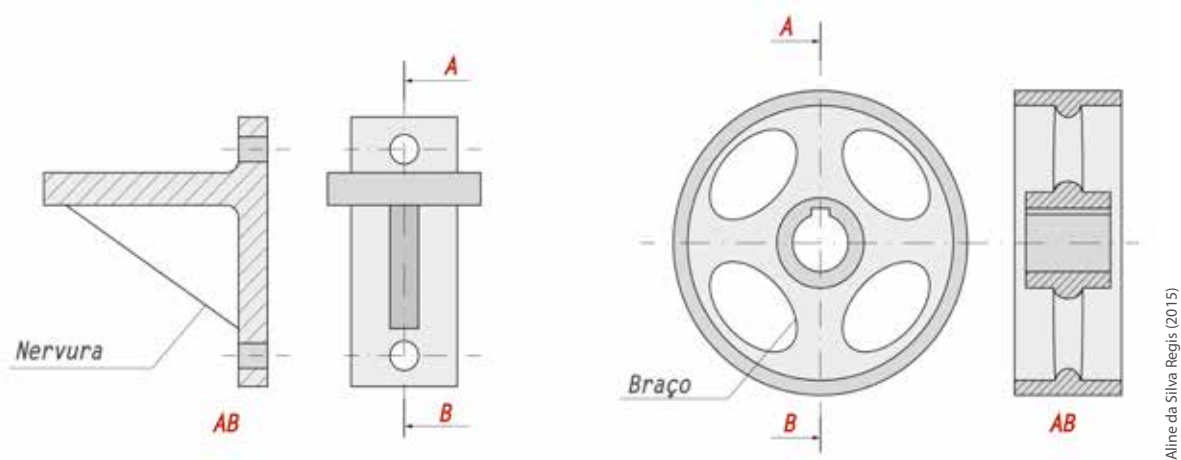


Figura 261 - Exemplo de omissão de corte  
Fonte: do Autor

Os desenhos de conjuntos, eixos, pinos, rebites, chavetas, parafusos e porcas também não apresentam hachuras, quando atingidos pela linha de indicação de corte.

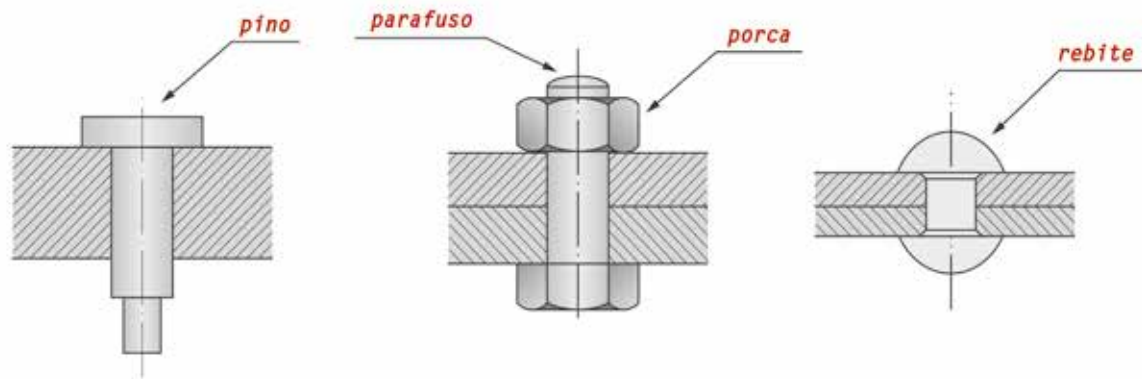


Figura 262 - Exemplo de omissão de corte  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

### 6.5.9 SEÇÕES

Representação do formato de certas partes de uma mesma peça, tais como barras, eixos e rasgos de chavetas.

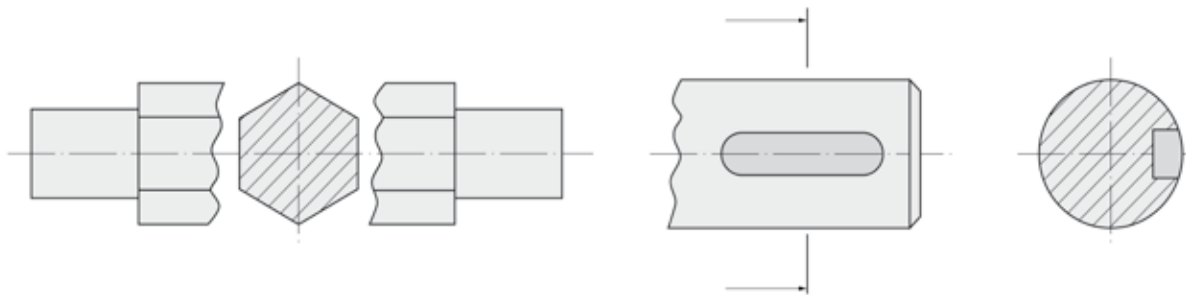


Figura 263 - Seção com vista interrompida  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

Traçadas sobre a vista, coincidem com o plano de projeção da peça e de seu eixo de simetria. Por isso, também é chamada de seção rebatida.

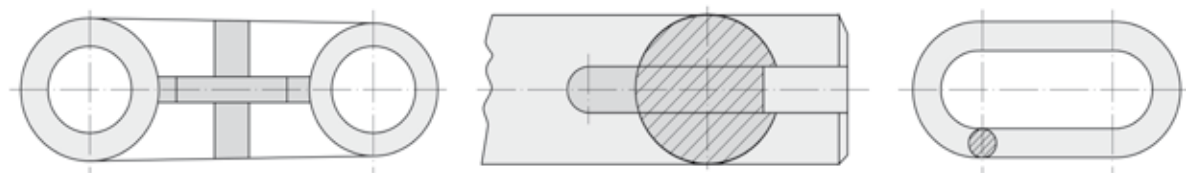
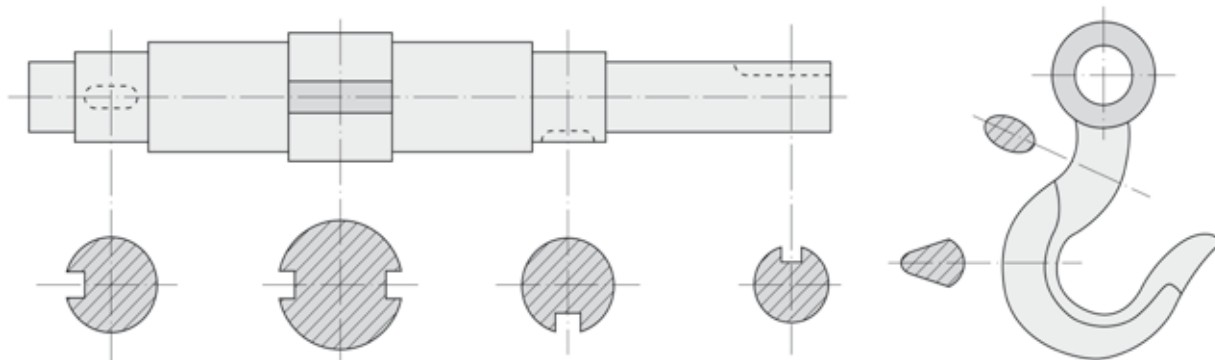


Figura 264 - Seções traçadas sobre a vista  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

Seções traçadas fora da vista, são seções rebatidas para fora da vista a partir da linha que corta a peça e paralela ao eixo de simetria, sempre que possível.



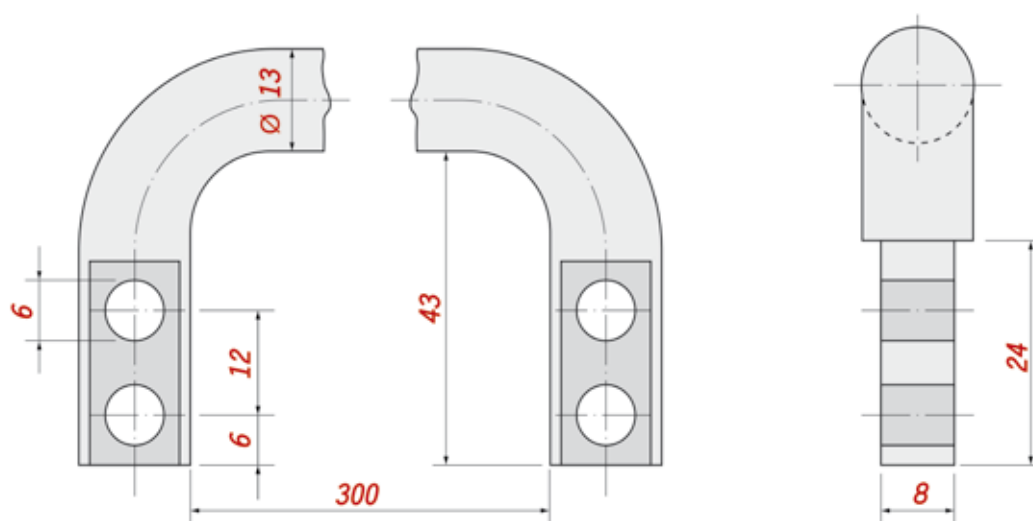
Aline da Silva Regis (2015)

Figura 265 - Seções traçadas fora da vista  
Fonte: Adaptado de (SENAI/PR, 2001, p. 78)

### 6.5.10 RUPTURAS

Peças simples, porém longas (como chapas, aço em barras, tubos para fins diversos), não precisam ser desenhadas em folhas de papel de dimensões exageradas e nem em escala muito reduzida para caber em papel de formato habitual.

Para isso, deve-se imaginar a peça quebrada em três partes, retira-se a parte do centro, mantendo somente as duas extremidades, aproxima-se estas extremidades, tendo-a encurtada. Para a cotação do comprimento da peça, o valor original da cota deve ser mantido.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 266 - Tipos de Rupturas  
Fonte: Adaptado de (SENAI/PR, 2001, p. 79)

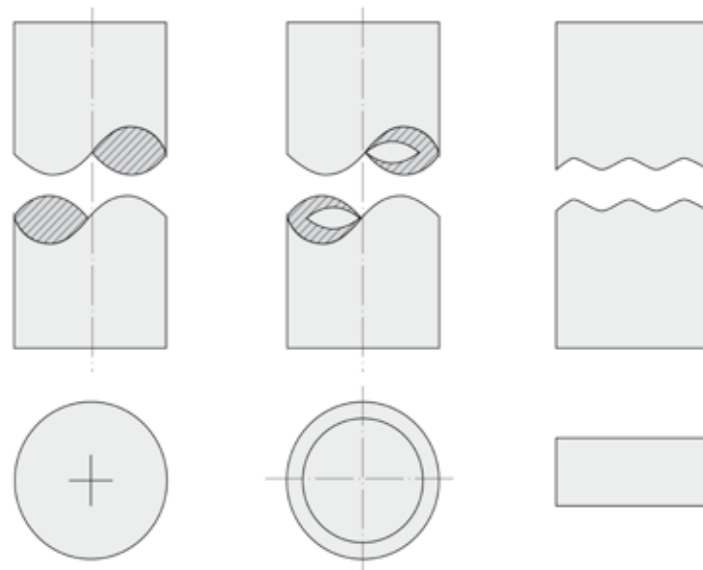


Figura 267 - Tipos de rupturas  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

## 6.6 ESCALAS

Ao desenhar algum componente, nem sempre é possível representá-lo em seu tamanho real, pois alguns objetos são grandes ou pequenos demais para caber dentro de um formato de desenho técnico.

Para resolver esse problema, é necessário reduzir ou ampliar as representações dos objetos. Nos desenhos técnicos, manter, reduzir ou ampliar o tamanho da representação de alguma coisa é possível através da representação em escala, que é alterada proporcionalmente.

### 6.6.1 ESCALA NATURAL

Escala natural é aquela em que é possível manter no desenho o tamanho real da peça.

A indicação no desenho da escala utilizada é feita na legenda e representada pela notação 1:1.

O numeral à esquerda dos dois pontos representa as medidas do desenho técnico. O numeral à direita dos dois pontos representa as medidas reais da peça.

### 6.6.2 ESCALA DE AMPLIAÇÃO

Escala de ampliação é aquela em que o tamanho do desenho técnico é maior que o tamanho real da peça. O numeral indica quantas vezes o desenho foi ampliado em relação ao tamanho real da peça.

As escalas mais usadas são: 2:1, 5:1, 10:1, 20:1, 50:1, 100:1 etc.

### 6.6.3 ESCALA DE REDUÇÃO

Escala de redução é aquela em que o tamanho do desenho técnico é menor que o tamanho real da peça. O numeral indica quantas vezes foi reduzido do tamanho real da peça.

As escalas mais usadas são: 1:2, 1:5, 1:10, 1:20, 1:50, 1:100 etc.

### 6.7 TOLERÂNCIA DIMENSIONAL

Durante um processo de fabricação é muito difícil produzir peças com as medidas exatas, porque todo processo está sujeito a imperfeições. Vários fatores podem influenciar no processo, como, por exemplo, temperatura, desgaste e eventuais erros de operação. Muitas peças devem ser montadas com outras peças. Deste modo, peças semelhantes devem ser intercambiáveis, isto é, que possam ser substituídas entre si.

Na prática, para suprir estas variações, deve-se estabelecer limites aceitáveis, desde que não comprometa o funcionamento dos equipamentos. Esses desvios aceitáveis nas medidas das peças são chamados de tolerância dimensional. Tolerância é o valor da variação permitida na dimensão de uma peça.

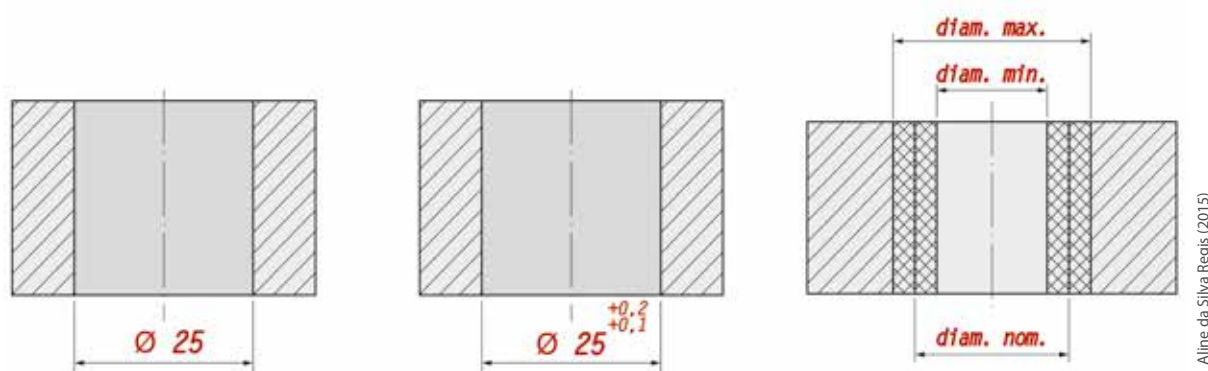


Figura 268 - Tolerância dimensional  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

#### 6.7.1 O QUE É TOLERÂNCIA DIMENSIONAL

A tolerância dimensional é a faixa de variação aceitável na dimensão da peça, que é calculada pela diferença entre as dimensões máxima e mínima.

a) Dimensão máxima: é o valor máximo permitido na dimensão efetiva da peça. É o resultado da adição da dimensão nominal com o afastamento superior.

b) Dimensão mínima: é o valor mínimo permitido na dimensão efetiva da peça. É o resultado da adição da dimensão nominal com o afastamento inferior.

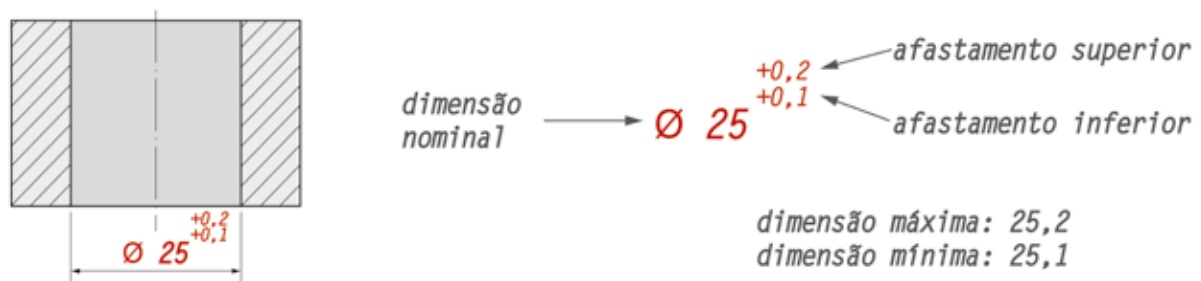
c) Dimensão nominal: são as cotas indicadas no desenho técnico.

d) Dimensão efetiva: é a medida real, obtida na medição da peça.

Os afastamentos são os valores que determinam os limites de variação das dimensões nominais, para mais ou menos.

### 6.7.2 REPRESENTAÇÃO

A representação da tolerância no desenho técnico é dada conforme demonstra a figura a seguir.

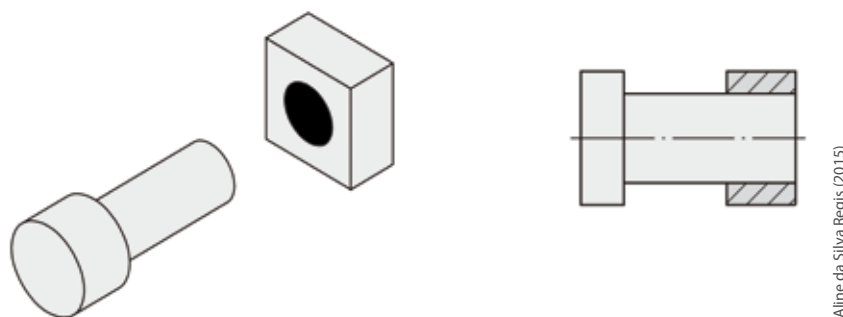


Aline da Silva Regis (2015)

Figura 269 - Representação de tolerância dimensional  
Fonte: do Autor

### 6.7.3 AJUSTES

As peças, em geral, não funcionam isoladamente. Elas trabalham associadas a outras peças, formando conjuntos mecânicos que desempenham funções determinadas.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 270 - Ajustes  
Fonte: do Autor

As tolerâncias de peças que funcionam em conjunto dependem da função que estas peças vão exercer. Conforme a função, um tipo de ajuste é normalmente necessário, pois furos e eixos devem se encaixar. Por isso, têm a mesma dimensão nominal. O que determina o tipo de ajuste, isto é, a forma de montagem, são os afastamentos de cada peça.

### Ajuste com folga

- quando o eixo se encaixa no furo de modo a deslizar ou girar livremente;
- quando o afastamento superior do eixo é menor ou igual ao afastamento inferior do furo.

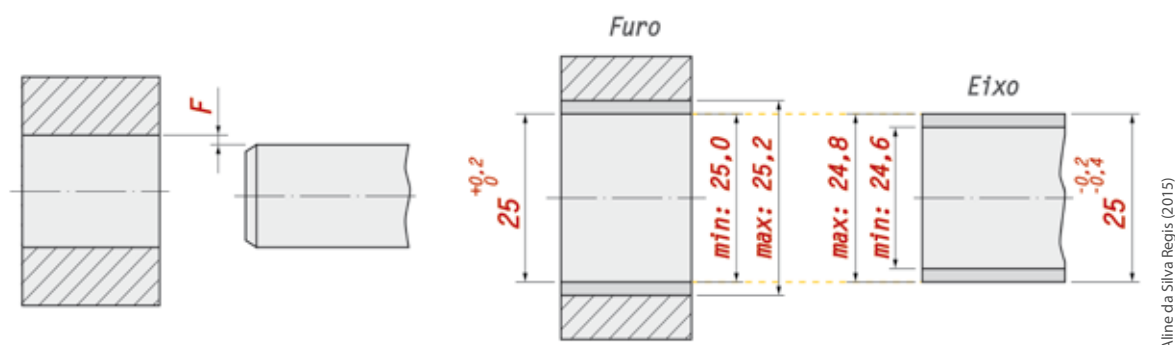


Figura 271 - Ajuste com folga  
Fonte: do Autor

### Ajuste com interferência

- quando o eixo se encaixa no furo com certo esforço, de modo a ficar fixo;
- quando o afastamento superior do furo é menor ou igual ao afastamento inferior do eixo.

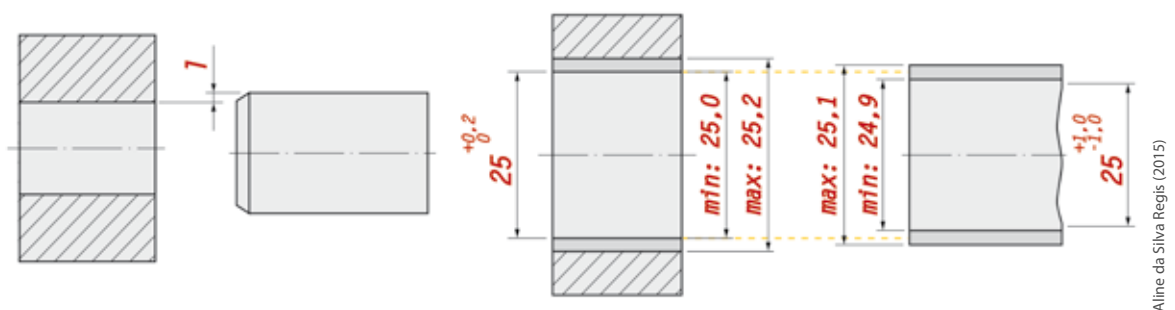


Figura 272 - Ajuste com interferência  
Fonte: do Autor

### Ajuste intermediário

Ajustes intermediários ou incertos são aqueles em que o eixo pode se encaixar no furo com folga ou com interferência. Neste caso, há uma combinação entre os afastamentos do furo e do eixo, que permite ter folga ou interferência. O afastamento superior do eixo é maior que o afastamento inferior do furo, o que caracteriza interferência. Porém, o afastamento inferior do eixo é menor que o afastamento superior do furo, o que caracteriza folga, deste modo, dependendo da combinação de eixo e furo, pode haver folga ou interferência.

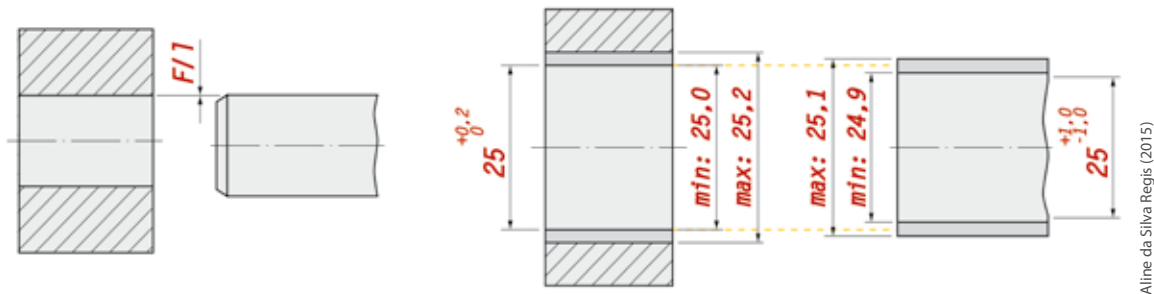


Figura 273 - Ajuste intermediário  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

## 6.7.4 SISTEMAS DE TOLERÂNCIA ISO

O sistema ISO é formado por um conjunto de princípios, regras que, auxiliados por tabelas, facilitam a escolha adequada de tolerâncias e ajustes, que tornam, em muitos casos, mais econômica a produção de peças intercambiáveis. Ele estabelece uma série de tolerâncias fundamentais que determinam a precisão da peça, ou seja, a qualidade de trabalho.

### Qualidade de trabalho

No Brasil, a norma traz 18 qualidades de trabalho que determinam a amplitude das tolerâncias e são identificadas pelas letras IT, seguidas de numerais. Veja quadro a seguir:

		QUALIDADE DE TRABALHO																	
		IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16
EIXOS	FUROS	MECÂNICA EXTRAPRECISA							MECÂNICA CORRENTE						MECÂNICA GROSSEIRA				
		MECÂNICA EXTRAPRECISA							MECÂNICA CORRENTE						MECÂNICA GROSSEIRA				
		Nota: a letra I vem de ISO e a letra T de tolerância. Os numerais 01 a 16 referem-se às qualidades.																	

Patrícia Marçílio (2015)

Figura 274 - Qualidade de trabalho  
Fonte: Adaptado de (Telecurso, 2009)

Nota: A letra I vem de ISO e a letra T de tolerância. Os numerais 01 a 16 referem-se às qualidades de trabalho.

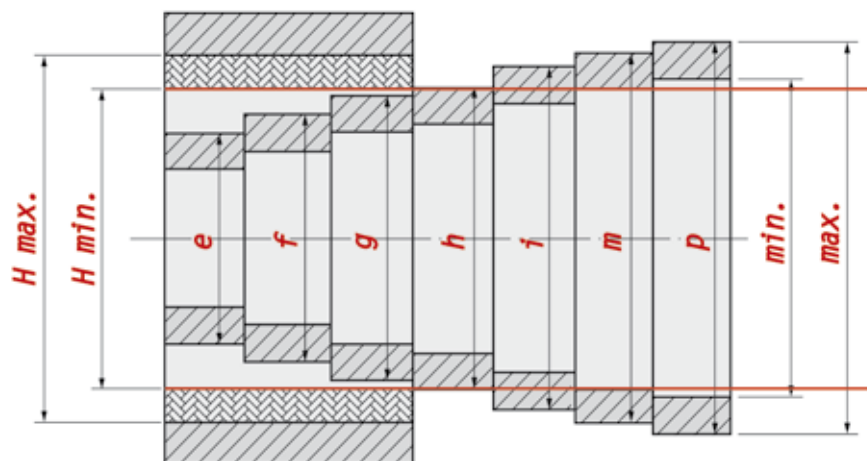
Campo de tolerância

O sistema ISO é formado por 28 campos de tolerância, que são identificados pelas letras do alfabeto latino. Cada letra determina um campo de tolerância. Para diferenciar os campos de tolerância de furos e eixos, são utilizadas letras maiúsculas para furos e letras minúsculas para eixos.

CAMPOS DE TOLERÂNCIAS																											
FUROS (letras maiúsculas)																											
A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	J	JS	K	M	N	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	
EIXOS (letras Minúsculas)																											
a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	j	js	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	
Ajustes com folga											Ajuste Intermediário						Ajuste com interferência										

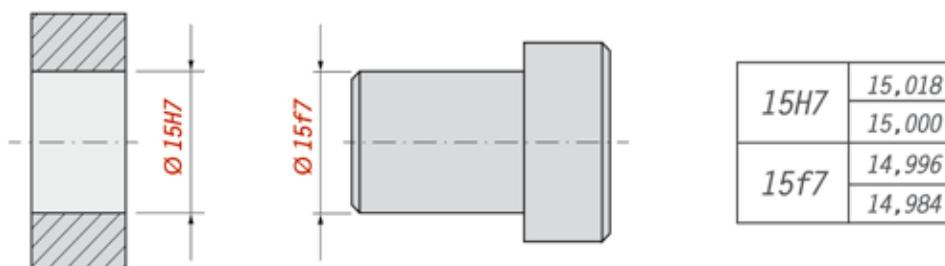
Julio Cesar Borchers (2015)

Figura 275 - Campos de tolerâncias  
Fonte: Adaptado de (TELECURSO, 2009)



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 276 - Sistema de furo base  
Fonte: do Autor



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 277 - Exemplo da aplicação do sistema de furo base  
Fonte: do Autor

## Ajustes recomendados

Existem diferentes tipos de ajustes que podem ser utilizados. A escolha do tipo de ajuste dependerá da função que as peças irão desempenhar no conjunto da máquina onde serão aplicados. Os ajustes são classificados em ajuste com folga, com interferência e ajustes incertos.

## Peças móveis

Quando a peça necessita de liberdade para deslocamento devido à dilatação térmica, ao mau alinhamento, aos movimentos precisos, como o de rolamentos, guias etc., são denominados de ajuste para peças móveis.

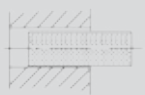


AJUSTES RECOMENDAÇÕES						
TIPO DE AJUSTES	EXEMPLO DE AJUSTE	EXTRA PRECISO	MECÂNICA PRECISA	MECÂNICA MÉDIA	MECÂNICA ORDINÁRIA	EXEMPLO DE APLICAÇÃO
LIVRE		$H_6e_7$	$H_7e_7$ $H_7e_8$	$H_8e_9$	$H_{11}a_{11}$	Peças cujos funcionamentos necessitam de folga por força de dilatação, mau alinhamento etc.
ROTATIVO		$H_6f_6$	$H_7f_7$	$H_8f_8$	$H_{10}d_{10}$ $h_{11}d_{11}$	Peças que giram ou deslizam com boa lubrificação. Ex.: eixos, mancais etc.
DESLIZANTE		$H6g5$	$H7g6$	$H8g8$ $H8h8$	$H10h10$ $H11h11$	Peças que deslizam ou giram com grande precisão. E.: anéis de rolamentos, corredejas etc.

Figura 278 - Peças móveis

Fonte: Adaptado de (SENAI/ES, 1996, p. 88)

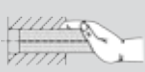
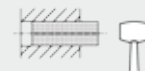
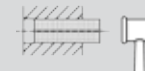
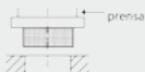
DESLIZANTE JUSTO		$H6h5$	$H7h6$			Encaixes fixos de precisão, órgãos lubrificadas deslocáveis à mão. Ex.: punções, guias etc.
ADERENTE FORÇADO LEVE		$H6j5$	$H7j6$			Órgãos que necessitam de frequentes desmontagens. Ex.: polias, engrenagens, rolamentos etc.
FORÇADO DURO		$H6m5$	$H7m6$			Órgãos possíveis de montagens sem deformação.
À PRESSÃO COM ES-FORÇO		$H6p5$	$H7p6$			Peças impossíveis de serem desmontadas sem deformação. Ex.: buchas à pressão etc.

Tabela 12 - Peças fixas

Fonte: Adaptado de (SENAI/ES, 1996, p. 88)



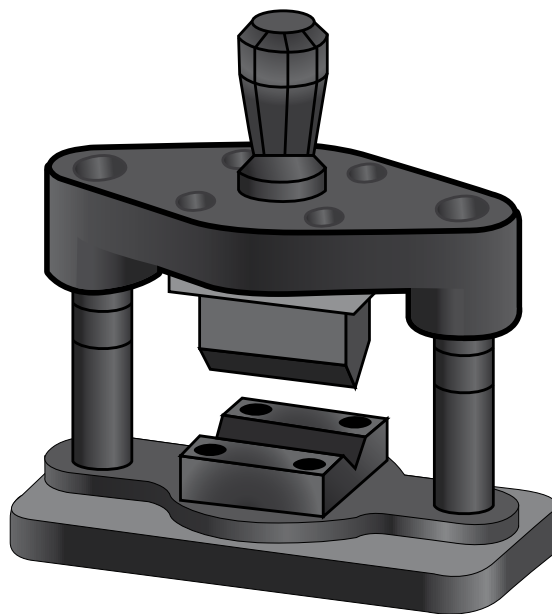
225	260	+0,052	-0,056	-0,017	0	+0,016	+0,036	+0,052	+0,066	+0,66	+0,126
											+0,094
260	315	0	-0,106	-0,049	-0,032	-0,016	+0,004	+0,020	+0,034	+0,056	+0,130
											+0,096
315	355	+0,057	-0,062	-0,018	0	+0,018	+0,040	+0,057	+0,073	+0,096	+0,144
											+0,108
355	400	0	-0,119	-0,054	-0,036	-0,018	+0,004	+0,021	+0,037	+0,062	+0,150
											+0,114
400	450	+0,063	-0,068	-0,020	0	+0,020	+0,045	+0,063	+0,080	+0,106	+0,166
						-0,020					+0,126
450	500	0	-0,131	-0,060	-0,040		+0,05	+0,023	+0,040	+0,068	+0,172
											+0,132

Tabela 13 - Sistema ISO de ajustes – furo base h7  
Fonte: do Autor

### 6.7.5 ESTADOS DE SUPERFÍCIE

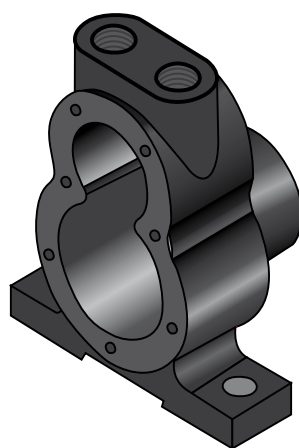
Quando existe precisão de ajuste entre as peças, para garantir a perfeita funcionalidade, é necessário especificar o acabamento das superfícies, isto é, o quão lisa a superfície deve estar.

A importância do estado das superfícies aumenta à medida que cresce a precisão de ajuste entre as peças a serem acopladas, para garantir a funcionalidade do conjunto montado.



Julio Cesar Borchers (2015)

Figura 279 - Ferramenta para dobra  
Fonte: Adaptado de (PROVENZA, 1960, p. 7.146)



Julio Cesar Borchers (2015)

Figura 280 - Corpo de uma bomba hidráulica  
Fonte: Adaptado de (PROVENZA, 1960, p. 7.30)

O acabamento das superfícies das peças ajustadas tem um papel muito importante no comportamento dos conjuntos mecânicos, dando maiores condições de:

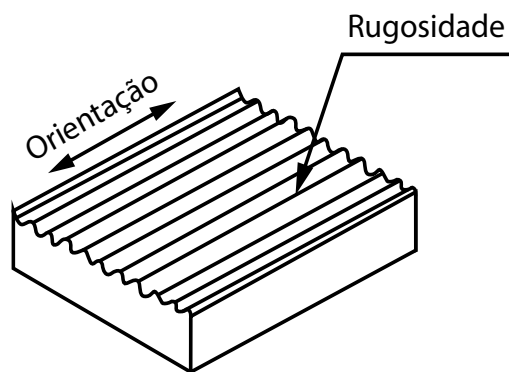
- a) qualidade de deslizamento e rolamento entre as peças montadas;
- b) resistência ao desgaste;
- c) possibilidade de ajuste de acoplamento forçado;
- d) resistência oferecida pela superfície ao escoamento de fluidos e lubrificantes;
- e) resistência à corrosão e à fadiga;
- f) vedação;
- g) aparência.

O processo de produção utilizado na fabricação da peça interfere na aparência, na funcionalidade e nas características gerais do produto acabado. A usinagem, a fundição e o forjamento são alguns dos processos de fabricação de peças que determinam diferentes graus de acabamento de superfícies. Quanto melhor o acabamento a ser obtido, maior o custo de execução da peça. Portanto, para não onerar o custo de fabricação, as peças devem apresentar o grau de acabamento adequado à sua função.

A escolha do processo de fabricação deve levar em conta a forma, a função, a natureza da superfície, o tipo de material e os meios de produção disponíveis.

### **Superfícies**

A superfície real da peça, devido ao processo de produção, apresentará uma rugosidade, que são marcas ou sulcos deixados pela ferramenta utilizada para produzi-la. As irregularidades das superfícies, que constituem a rugosidade, são as saliências e reentrâncias existentes na superfície real.



Julio Cesar Borchers (2015)

Figura 281 - Aspecto de uma superfície  
Fonte: Adaptado de (SENAI/SC, 2014, p. 89)



**SAIBA  
MAIS**

A avaliação da rugosidade, no Brasil, baseia-se nas normas NBR6405/88 e NBR8404/84, ISO 1302, que tratam a rugosidade de forma quantitativa, permitindo que ela seja medida. A rugosidade é expressa em microns.

As indicações do estado da superfície de uma peça são determinadas da seguinte maneira:

- a) superfície em bruto: superfície que não terá nenhum processo de acabamento;
- b) superfície com desbaste: a superfície terá somente processo de usinagem de desbaste;
- c) superfície alisada: a superfície sofrerá um processo de usinagem de acabamento;
- d) superfície polida: a superfície sofrerá, além do processo de usinagem de acabamento, um processo posterior de retificação.

SIMBOLO	SIGNIFICADO
✓	Símbolo básico; só pode ser usado quando seu significado for complementado por uma indicação.
▽	Caracteriza uma superfície usinada, sem mais detalhes.
✓	Caracteriza uma superfície na qual a remoção de material não é permitida e indica que a superfície deve permanecer no estado resultante de um processo de fabricação anterior, mesmo se ela tiver sido obtida por usinagem.

Tabela 14 - Simbologia de acabamento superficial "DIN 1302"  
Fonte: Adaptado de (SENAI/SC, 2014, p. 90)

O sistema mais utilizado para avaliação da rugosidade é o parâmetro Ra (desvio médio aritmético). Este sistema adota o sistema de linha média para avaliação da rugosidade.













SÍMBOLO A REMOÇÃO DO MATERIAL			SIGNIFICADO
É FACULTATIVA	É EXIGIDA	NÃO É PERMITIDA	
 ou 	 ou 	 ou 	Superfície com uma rugosidade de um valor máximo: $R_a = 3,2 \mu\text{m}$
 ou 	 ou 	 ou 	Superfície com uma rugosidade de um valor: máximo: $R_a = 6,3 \mu\text{m}$ mínimo: $R_a = 1,6 \mu\text{m}$

Tabela 15 - Símbolos com indicação do valor da rugosidade  
Fonte: Adaptado de (SENAI/SC, 2014, p. 91)

Os valores de rugosidades também podem ser expressos por classes de rugosidades, na qual existe uma correspondência com os valores Ra.









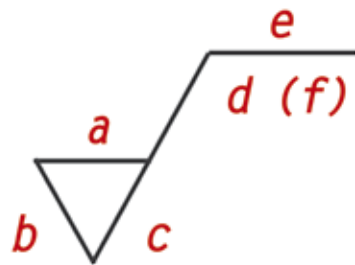
SÍMBOLO		RUGOSIDADE RA EM MICRONS	CLASSE DE RUGOSIDADE
	não usinar 		
Desbaste → Acabamento alisado		50	N 12
		25	N 11
		12,5	N 10
Acabamento 		6,3	N 9
		3,2	N 8
		1,6	N 7
Polido/Retificado 		0,8	N 6
		0,4	N 5
		0,2	N 4
Espelhado		0,1	N 3
		0,05	N 2
		0,025	N 1

Tabela 16 - Simbologia geral de acabamento de superfície  
Fonte: Adaptado de (SILVA, 2006, p. 241)

O símbolo de rugosidade deve ser preenchido com todas as informações necessárias para auxiliar no processo produtivo da peça.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 282 - Detalhamento do símbolo de rugosidade  
Fonte: Adaptado de (SENAI/SC, 2014, p. 92)

Onde:

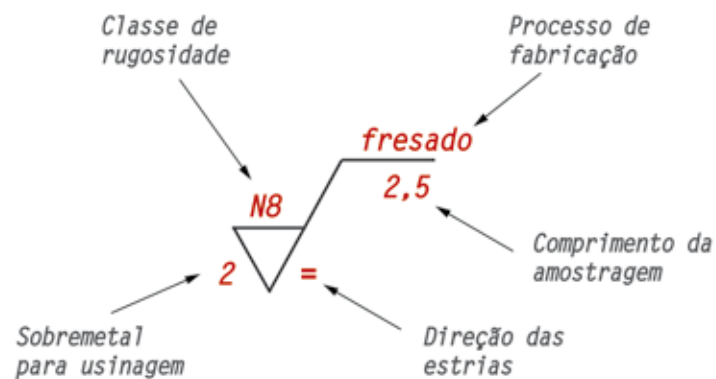
a = valor da rugosidade em  $\mu\text{m}$ , podendo ser representado pela classe ou valor do desvio médio aritmético;

b = sobre metal para usinagem;

c = direção dos sulcos da ferramenta;

d = comprimento de amostra em milímetro;

e = método de fabricação, tratamento térmico ou superficial.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 283 - Exemplo de símbolo de rugosidade preenchido  
Fonte: Adaptado de (SENAI/SC, 2014, p. 92)

Quando houver a necessidade de definir a direção dos sulcos da ferramenta, deve-se utilizar um símbolo que caracterize a sua direção, como mostra a tabela a seguir.

SÍMBOLO	INTERPRETAÇÃO	
=	Paralela ao plano de projeção da vista sobre o qual o símbolo é aplicado.	
⊥	Perpendicular ao plano de projeção da vista sobre o qual o símbolo é aplicado.	
X	Cruzadas em duas direções oblíquas em relação ao plano de projeção da vista sobre o qual o símbolo é aplicado.	
M	Muitas direções.	
C	Aproximadamente central em relação ao ponto médio da superfície ao qual o símbolo é referido.	
R	Aproximadamente radial em relação ao ponto médio da superfície ao qual o símbolo é referido;	

Tabela 17 - Símbolos para direção dos sulcos da ferramenta  
 Fonte: Adaptado de (SENAI/SC, p.93)

Andria Silva (2015)

### Indicação de rugosidade nos desenhos técnicos

A simbologia de indicação da rugosidade (estado de superfície) pode ser inserida diretamente na linha que representa a referida superfície, ou no prolongamento desta, e sempre fora do contorno do desenho da peça.

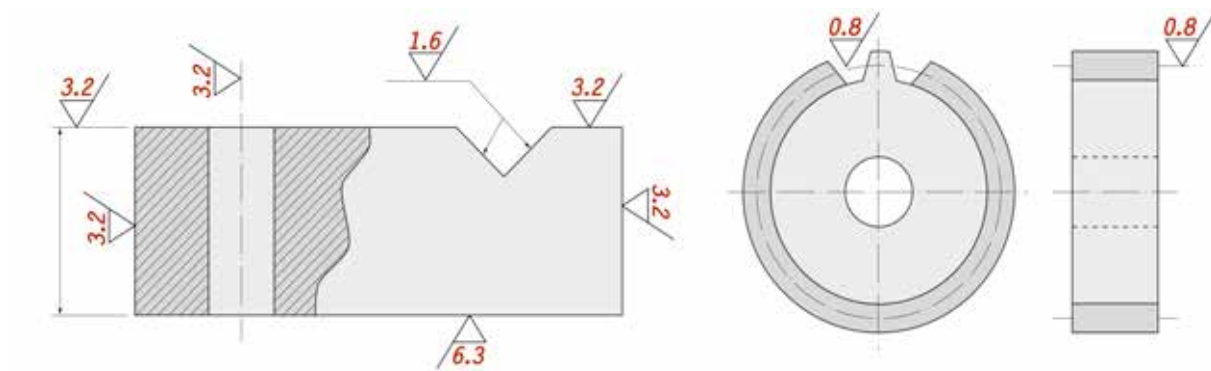
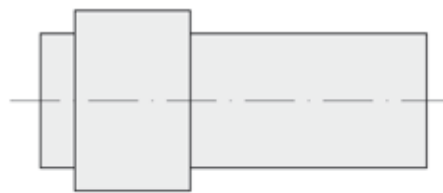


Figura 284 - Indicação de rugosidade em uma engrenagem  
Fonte: Adaptado de (SENAI/PR, 2001, p. 105)

Aline da Silva Regis (2015)

## Representação dos símbolos no desenho

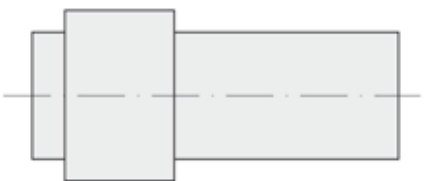
*Simbologia convencional* ▽



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 285 - Simbologia convencional  
Fonte: Adaptado de (SENAI/PR, 2001, p. 105)

*Simbologia com valores de rugosidade* 6.3 ▽



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 286 - Simbologia com valores de rugosidade  
Fonte: Adaptado de (SENAI/PR, 2001)

## Representação dos símbolos com diferentes valores de rugosidade



Figura 287 - Símbolos de representação à rugosidade média Ra  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

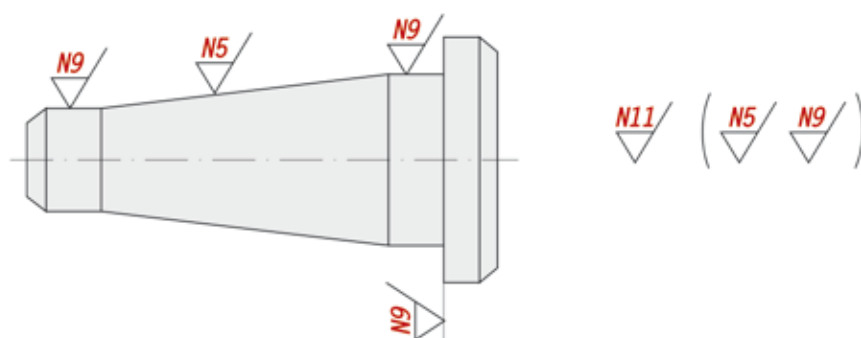


Figura 288 - Símbolos de representação das classes de rugosidade  
Fonte: Adaptado de (SENAI/SC, 2014, p. 95)

Aline da Silva Regis (2015)

## 6.8 DESENHOS DE CONJUNTOS

Quando são desenhadas as peças em conjunto, tem-se uma ideia de montagem, e por isso, são muito utilizadas nos processos de montagem e de manutenção. O desenho de conjunto também mostra a quantidade de componentes, sua nomenclatura e, quando o componente for um item comercial, pode-se inserir o código de almoxarifado ou código para aquisição no mercado.

### 6.8.1 FINALIDADE

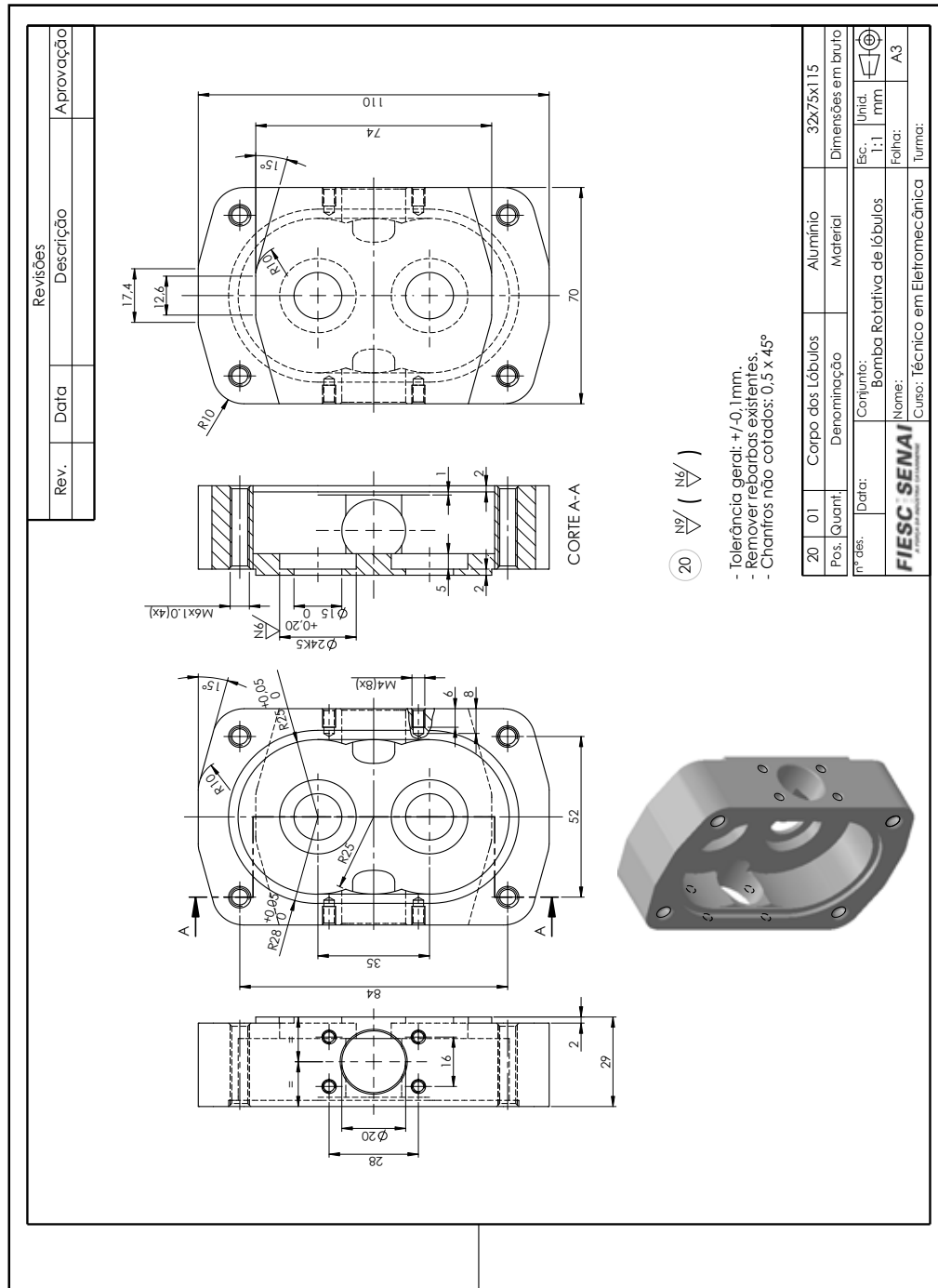
O conjunto mecânico tem por finalidade apresentar a montagem final de uma máquina, mecanismo ou dispositivo. A partir da definição das peças que serão compradas prontas (elementos padronizados e comercializados, tais como: parafusos, rebites, rolamentos etc.) e das peças a serem fabricadas, tem-se a definição do que deverá ser representado graficamente. O projeto completo inclui o desenho do conjunto mecânico, das peças (componentes), e um manual ou plano de fabricação e montagem.





## 6.8.3 DESENHO DE COMPONENTE

Além do desenho de conjunto, é necessário apresentar o desenho de cada peça que será fabricada, que deverá conter informações como: cotas, ajustes e tolerâncias, sinais de usinagem e soldagem. O desenho de cada peça (componente) deve ser apresentado, de preferência, em folha individual.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 291 - Desenho de componente  
Fonte: do Autor



## RECAPITULANDO

---

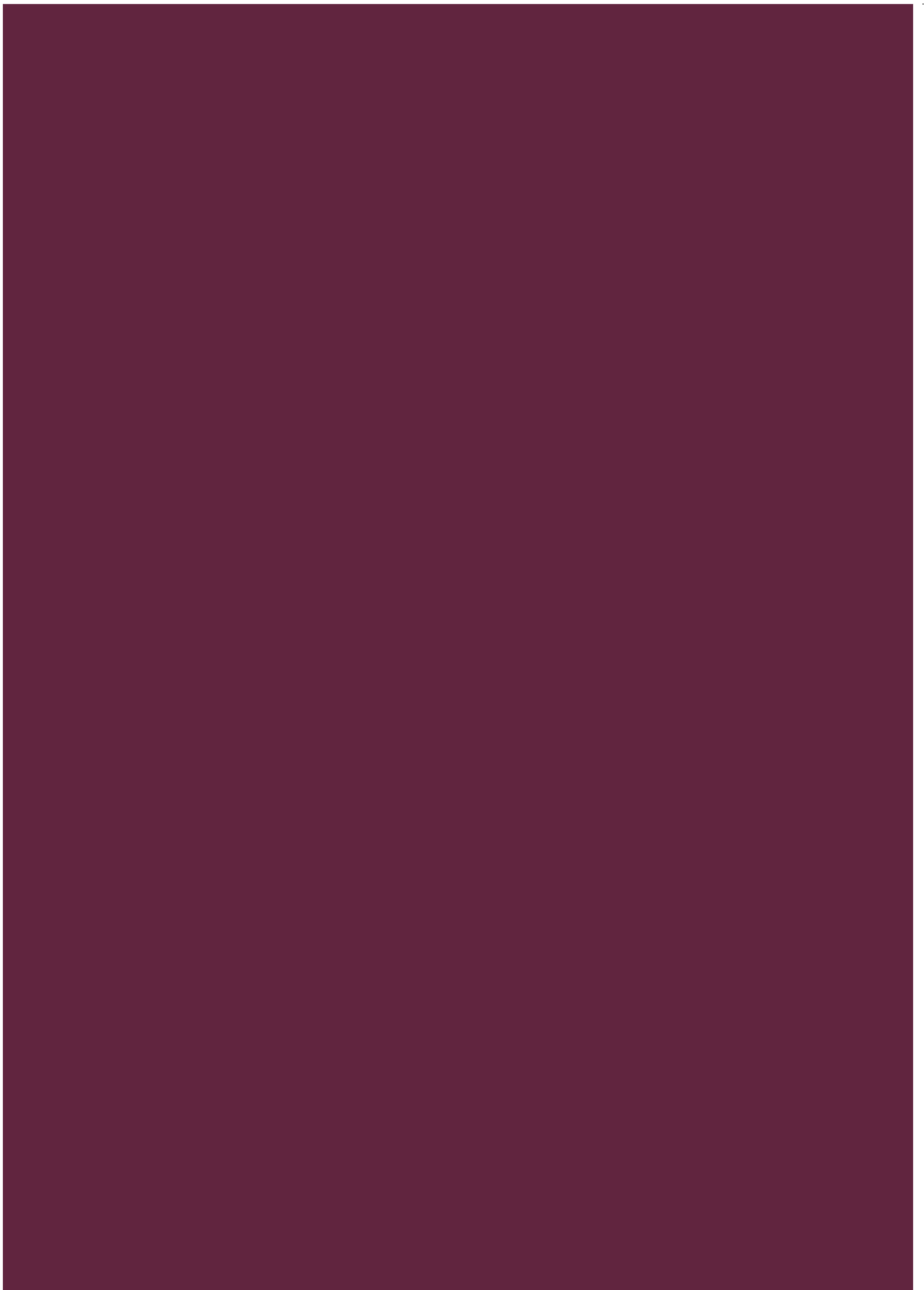
Neste capítulo, você conheceu a importância de desenho técnico, sua aplicação nas indústrias, bem como as principais normas regulamentadoras, que estabelecem padrões de tipos de linhas e caligrafia técnica. Essas informações são essenciais, pois garantem uniformidade nas informações.

Você estudou também os formatos e legendas padrões e as normas que as regulamentam, além das duas principais formas de representação de desenhos técnicos, que são as projeções ortogonais e as perspectivas. Aqui você também identificou a diferença das projeções no 1° e 3° diedros, e a representação de perspectivas isométrica e cavaleira.

Por fim, estudou representações especiais, que, em muitos casos, facilitam o entendimento das peças, tipos de cortes para peças com detalhes internos importantes, cotagem e escalas, que são as guias para o dimensionamento e fabricação das peças. Além disso, você estudou a importância do uso de tolerâncias dimensionais e geométricas e os sinais de acabamentos e rugosidades, além das regras de desenho de conjunto e componentes.

---





## REFERÊNCIAS

---

ALBERTAZZI, Armando; SOUSA André R. de. **Fundamentos de metrologia científica e industrial**. Barueri, SP: Manole, 2008.

BELTRÃO, Odacir. **Correspondência**: linguagem e comunicação oficial, empresarial, particular. São Paulo, Atlas: 1998.

BORBA, Mirna de et.al. Elaboração de um modelo de implantação do programa 5s e sua aplicação em uma montadora de bicicleta. VIII Simpósio de Engenharia de Produção **Sustentabilidade na Cadeia de Suprimentos**. Bauru, SP, Brasil, 7 a 9 de novembro de 2011. Disponível em: <[http://www.peteps.com.br/arquivos/5640\\_6194\\_XVIII\\_SIMPEP\\_Art\\_1152.pdf](http://www.peteps.com.br/arquivos/5640_6194_XVIII_SIMPEP_Art_1152.pdf)>. Acesso em: 01 abr. 2015.

BRASIL, Nilo Indio do. **Sistemas Internacional de Unidades**: grandezas físicas e físico-químicas: recomendações das Normas ISSO para terminologias e símbolos. Rio de Janeiro: Interciência, 2002.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia a Dia**. 8. ed. Minas Gerais: INDG, 2004.

CHAMON, Edna Maria Querido de Oliveira. **Gestão Integrada de Organizações**. São Paulo: Brasport Livros e Multimídia Ltda, 2008.

CHIAVENATO, Idalberto. **Administração nos novos tempos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?isbn=8535214437>>. Acesso em 08 abr. 2015.

CORTEFER Usinagem e Ferramentas. **Jogo de machos manuais BPS em aço rápido**. Rosca Whitwort para tubo DIN 259 (BS 2779) DIN 5157 Seriado. 2015. Disponível em: <<http://corteferusinagem.com.br/ferramentas/machos/manual-aco-rapido/machos-manuais-bsp>>. Acesso em: 30 mar. 2015.

FERREIRA, Joel; SILVA, Regina Maria. **Leitura e interpretação de desenho técnico-mecânico**. Rio de Janeiro (RJ): Fundação Roberto Marinho, 2009.

**PRINCÍPIOS**: Tratamento de Têmpera e suas variações - Têmpera, austêmpera, martêmpera. Cimm. 2014. Disponível em: <[http://www.cimm.com.br/portal/material\\_didatico/6443-principios-tratamento-de-tempera-e-suas-variacoes-tempera-austempera-martempera](http://www.cimm.com.br/portal/material_didatico/6443-principios-tratamento-de-tempera-e-suas-variacoes-tempera-austempera-martempera)>. Acesso em: 03 mar. 2014.

COOPER, Ronald R.; SCHINDLER, Pamela S. **Métodos de Pesquisa em Administração**. São Paulo: Art Med Editora S.A., 2001. Disponível em: <<https://books.google.com.br>>. Acesso em: 6 jan. 2015.

CORTELLA, Mario Sergio. **Qual é a tua obra?**: inquietações propositivas sobre gestão, liderança e ética. Petrópolis (RJ): Vozes, 2011.

COUTINHO, Telmo de Azevedo. **Metalografia de Não-Ferrosos**. São Paulo: Blücher, 1980.

DANIEL, Érika Albina; GUILHERME, F.; MURBACK, R. **Levantamento bibliográfico do uso das ferramentas da qualidade**. 2013. Disponível em: <[http://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/revista/tccs/2013s1\\_ErikaAlbinaDaniel.pdf](http://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/revista/tccs/2013s1_ErikaAlbinaDaniel.pdf)>. Acesso em: 04 fev. 2015.

- CUNHA, Lamartine Bezerra da. **Elementos de máquinas**. Rio de Janeiro: LTC, 2005.
- CUNHA, Lauro Salles; CRAVENCO, Marcelo Padovani. **Manual prático do mecânico**. São Paulo: Hemus, 2006.
- SILVA, Arlindo et al. **Desenho técnico moderno**. Tradução Antônio Eustáquio de Melo Pertence, Ricardo Nicolau Nassar Koury. Rio de Janeiro: LTC, 2006.
- DÍAZ BORDENAVE, Juan E. **O que é comunicação**. São Paulo: Brasiliense, 2006.
- DINIZ, Anselmo Eduardo; MARCONDES, Francisco Carlos; COPPINI, Nivaldo Lemos. **Tecnologia da usinagem dos materiais**. 4. ed. São Paulo: Artliber, 2003.
- HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**. Campinas, v. 3, n.º 1, p. 165 - 182, jul./dez. 2005. Disponível em: <[http://www.brapci.inf.br/\\_repositorio/2010/05/pdf\\_f3f04296aa\\_0010707.pdf](http://www.brapci.inf.br/_repositorio/2010/05/pdf_f3f04296aa_0010707.pdf)>. Acesso em: 06 jan. 2015.
- ERGOMAT Indústria e Comércio Ltda. **Torno automático a cames com variação eletrônica de velocidade**. 2014. Disponível em <[http://www.ergomat.com.br/TB42\\_60E.htm](http://www.ergomat.com.br/TB42_60E.htm)>. Acesso em: 29 mar. 2015.
- FEIGENBAUM, Armand V. **Controle da qualidade total**. v. 1. São Paulo: Makron Books, 1994.
- FEIGENBAUM, Armand; FEIGENBAUM, Donald. **O Poder do Capital Gerencial**: como utilizar as novas determinantes da inovação, da rentabilidade e do crescimento em uma exigente economia global. São Paulo: Qualitymark, 2003.
- FERRARESI, Dino. **Fundamentos da usinagem dos metais**: usinagem dos metais. São Paulo (SP): Blücher, 1970.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Míni Aurélio**: o dicionário da língua portuguesa. 8. ed. Curitiba: Positivo, 2010.
- FERREIRA, Joel; SILVA, Regina Maria. **Leitura e interpretação de desenho técnico-mecânico**. Rio de Janeiro (RJ): Fundação Roberto Marinho, 2009.
- FISCHER, Ulrich et al. **Manual de tecnologia metalmecânica São Paulo**: Blücher, 2008.
- FITZPATRICK, Michael. **Introdução aos processos de usinagem**. Tradução: Alexandre Augusto Castello et al. Porto Alegre: AMGH, 2013.
- GAVENDA, Alcides. **Tecnologia dos materiais de construção mecânica**. Florianópolis: SENAI/SC, 2010.
- GUIBERT, Arlette A. de Paula (Coord.). **Mecânica**: metrologia. (Telecurso 2000. Profissionalizante). São Paulo (SP): Globo, 2003c.
- HAIR, Joseph F. et.al. **Análise multivariada de dados**. 6ª ed. São Paulo: Editora ARTMED, 2009. Disponível em: < <https://books.google.com.br/books?isbn=8577805344>>. Acesso em 08 abr. 2015.
- HOUAISS, Antônio. **Dicionário eletrônico da língua portuguesa**. CD-rom versão 1.0. Rio de Janeiro: Instituto Antônio Houaiss, 2001.

- HIGHMED Soluções em Tecnologia de Medição. **HM-3621- Micrômetro Interno de Três Pontas Digital com Pontas Intercambiáveis**. 2015. Disponível em: <<http://www.highmed.com.br/hm-3621-micr%C3%B4metro-interno-de-tr%C3%AAs-pontas-digital-com-pontas-intercambi%C3%A1veis>>. Acesso em: 19 mar. 2015.
- JAPIASSÚ, Hilton. **Dicionário Básico de Filosofia**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.
- KIMINAMI, Claudio Shyinti; CASTRO, Walman Benício de; OLIVEIRA, Marcelo Falcão de. **Introdução aos processos de fabricação de produtos metálicos**. São Paulo: Blücher, 2013.
- LENZI, M et.al. **Ação empreendedora: como desenvolver e administrar o seu negócio com excelência**. Gente. São Paulo, 2010. Disponível em: <<https://books.google.com/books?isbn=857312699X>>. Acesso em: 06 jan. 2015.
- LONGO, R. M. J.; VERGUEIRO, W. **Gestão da qualidade em serviços de informação no setor público: características e dificuldades para sua implantação**. Rev. Dig. Bibliotecon. Ci. Inf., v.1, n.º 1, p. 39 – 59. Campinas, 2003.
- FISCHER, Ulrich et al. **Manual de tecnologia metalmeccânica**. São Paulo: Blücher, 2008.
- LORENZI, Sabrina. **CSA abre novas portas do mercado europeu para vale**. 2010. Disponível em: <<http://economia.ig.com.br/empresas/industria/csa-abre-novas-portas-do-mercado-europeu-para-vale/n1237670408523.html>>. Acesso em: 30 mar. 2015.
- MACHADO, A. R.; ABRÃO, A. M.; COELHO, R. T.; SILVA, M. B.; **Teoria da Usinagem dos Materiais**. São Paulo: Blücher, 2009.
- MÁXIMO, Antonio; ALVARENGA, Beatriz. **Curso de Física**. São Paulo: Scipione, 2000.
- MAGINN, Michael D. **Eficiência no trabalho em equipe**. Tradução Lúcia Leite Rosa. São Paulo: Nobel, 1996.
- MARCONI, Marina de Andrade. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- MARQUES, Wagner Luiz. **Implantação do Cinco S**. Fundação Biblioteca Nacional. Paraná, 2009. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=GJ7IsB68KWYC>>. Acesso em: 05 jan. 2015.
- MARQUES, Wagner Luiz. **Qualidade total: qualidade do todo**. Cianorte (PR): Vera Cruz, 2010.
- MARSHALL, Sashkin; KISER, Kenneth J. **Gestão da qualidade total na prática: o que é TQM, como usá-la e como sustentá-la a longo prazo**. São Paulo: Campus, 1994.
- MARTINS, Dileta Silveira. **Português Instrumental**. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 2003.
- MEIRELES, Manuel. **Ferramentas administrativas para identificar, observar e analisar problemas: organizações com foco no cliente**. São Paulo: Arte e Ciência. 2001.
- MELO, Francisco Paulo Neto. **Gestão da Responsabilidade Social Corporativa: o caso brasileiro**. Rio de Janeiro: Qualytymark, 2001.

MELLO S.A Máquinas e Equipamentos. **Retificadora Plana Tangencial**. MELLO P58/1000 NC Completo, com carenagem e extrator de nevoa. 2015. Disponível em: <<http://www.mellfaber.com.br/Produto/ProdutoDetalhe/10>>. Acesso em: 29 mar. 2015.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

MOSCOVICI, Fela. **Desenvolvimento Interpessoal**: treinamento em grupo. 14. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 2004.

MOURA, Ana Rita de Macedo. **Trabalho em equipe**. Rio de Janeiro: SENAC Nacional, 2008.

OAKLAND, John S. **Gerenciamento da Qualidade Total (TQM)**. São Paulo: Nobel, 1994.

Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?isbn=8521307977>>. Acesso em: 06 jan. 2015.

OLIVEIRA, Ana Paula de et al. **TQC**: controle de qualidade total. 2012. Disponível em: <[http://faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/jlpc0ULMDpfercM\\_2013-5-10-14-57-23.pdf](http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/jlpc0ULMDpfercM_2013-5-10-14-57-23.pdf)>. Acesso em: 04 jan. 2015.

PAESEL Metalúrgica. **Usinagem**: Fresamento. [201-?]. Disponível em: <<http://www.paesimetal.com.br/br/usinagem-de-precisao/usinagem-fresamento-cnc>>. Acesso em: 29 mar. 2015.

RACHID, Alessandra. **O Brasil Imita o Japão?** A qualidade em empresas de autopeças. Dissertação (Mestrado) - DPCT/IG/UNICAMP, Campinas, 1994. Disponível em: <[http://www.fundacaofia.com.br/pgtusp/publicacoes/arquivos\\_cyted/Cad32.PDF](http://www.fundacaofia.com.br/pgtusp/publicacoes/arquivos_cyted/Cad32.PDF)>. Acesso em: 02. abr. 2015.

REBELLO, Maria Alice de França Rangel. Relato de experiência implantação do programa 5 s para a conquista de um ambiente de qualidade na biblioteca do hospital universitário da universidade de São Paulo. **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Campinas, v. 3, n. 1, p. 165-182, jul./dez. 2005. Disponível em: <[http://www.brapci.inf.br/\\_repositorio/2010/05/pdf\\_f3f04296aa\\_0010707.pdf](http://www.brapci.inf.br/_repositorio/2010/05/pdf_f3f04296aa_0010707.pdf)>. Acesso em: 06 jan. 2015.

RIBEIRO NETO, João Batista M.; TAVARES, José da Cunha; HOFFMANN, Silvana Carvalho. **Sistemas de gestão integrados**: qualidade, meio ambiente, responsabilidade social e segurança do trabalho. São Paulo: SENAC, 2008.

RODRIGUES, William Costa. **Metodologia Científica**. Paracambi: FAETEC/IST, 2007.

SERVIÇO NACIONAL D APRESNIDZAGEM INDUSTRIAL (SENAI) Departamento Regional de São Paulo. **Ferramentas da qualidade**: 5S. 2005. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/51170089/18/Exemplo-de-Ata-de-Reuniao>>. Acesso em: 31 mar. 2015.

SENAI – Paraná. **Leitura e Interpretação de Desenho Mecânico**. Paraná (PR): SENAI/PR, 2001.

SENAI – Rio de Janeiro. **Desenho Técnico Mecânico**. Rio de Janeiro (RJ): SENAI/ RJ, 2008. c152p.

SENAI – Santa Catarina. **Leitura e Interpretação de Desenho Técnico Mecânico**. Santa Catarina (SC): SENAI/ SC, 2014. c118 p.

SOUZA, Sérgio Augusto de Souza. **Ensaio Mecânicos de Materiais Metálicos**. 3. ed. São Paulo: Blücher, 1974.

SPECK, Henderson José; PEIXOTO, Virgílio Vieira. **Manual básico de desenho técnico**. Florianópolis: UFSC, 1997.

SECCO, Adriano Ruiz et al. **Processos de fabricação**. Rio de Janeiro: Fundação Roberto Marinho, 2009a.

**TELECURSO**: profissionalizante de Mecânica: Metrologia / [Adriano Ruiz Secco, Edmur Vieira, Nívia Gordo; ampliação e revisão do conteúdo Carlos Armando Miola, Reginaldo dos Santos Zormegnan, Sinésio Silgueiro]. - 1. ed. - Rio de Janeiro: Fundação Roberto Marinho, 2009b.

**TELECURSO**: profissionalizante de Mecânica: leitura e interpretação de desenho – técnico – mecânico, v.2 / [Joel Ferreira, Regina Maria Silva; ampliação e revisão do conteúdo Donizeti Francisco Santa Lúcia ... et al.]. - 1. ed. - Rio de Janeiro: Fundação Roberto Marinho, 2009.

VELOSO, Eliane. Educar para dar sentido. **Revista Linha Direta**, seção Tecnologia, p. 52, edição 190, janeiro 2014.

SIPAR Ferramentas. **Cossinete Aço Rápido WW 1/2 X 12FPP X 1.1/2**. 2015. Disponível em: <[https://siparferramentas.com.br/product\\_info.php?products\\_id=18340](https://siparferramentas.com.br/product_info.php?products_id=18340) > Acesso em: 30 mar. 2015.

PROVENZA, Francesco. **Desenhista de máquinas**. 46. ed. São Paulo (SP): F. Provenza, 1991.

CÉSAR, Francisco I. Giocondo. **Ferramentas Básicas da Qualidade**. 1. ed. São Paulo: Biblioteca 24h. 2011. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?isbn=8578938895>>. Acesso em: 03 fev. 2015.

FEIGENBAUM, Armand V. **Controle da qualidade total**. v. 1. São Paulo: Makron Books, 1994.

BONJORNO, J. R. **Física**: história e cotidiano 2. ed. São Paulo: FTD, 2005.

BVMAK, Comércio de máquinas. **Brocas de centro HSS** (aço rápido). 2014. Disponível em: <[http://www.bvmak.com.br/menu\\_Brocas/menu\\_BrocaCentro.html](http://www.bvmak.com.br/menu_Brocas/menu_BrocaCentro.html) >. Acesso em: 30 mar. 2015.

CHIAVERINE, Vicente. **Tecnologia mecânica**. 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1986.

FISCHER, Ulrich et al. **Manual de tecnologia metalmecânica**. 2. ed. São Paulo: Blücher, 2011.

JURAN, Joseph M. **Planejamento para a qualidade**. 2.ed. São Paulo: Pioneira, 1998.

CALIBRATOOLS Comercial Importadora. **Calibrador tampão de rosca**. 2015. Disponível em: <[www.calibratools.com.br/produtos.html](http://www.calibratools.com.br/produtos.html)>. Acesso em: 23 mar. 2015.

CALEGARE, A. J. de A. **Os mandamentos da Qualidade Total**. 3. ed. Barueri: Inter-Qual International Quality Systems, 1999.

CASILLAS, A. L. **Tecnologia da medição**. 4. ed. São Paulo: Mestre Jou, 1979.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HABU, N.; KOIZUMI Y.; OHMORI Y. **Implementação do 5S na prática**. Campinas: Icea, 1992.

CERVO. Amado Luiz. **Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

HIBBELER, Russell Charles. **Resistência dos materiais**. 7. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

DAIDO Industrial e Comercial Ltda. **Correntes**. 2014. Disponível em: <<http://www.daido.com.br/produtos-transportadores.html>>. Acesso em: 23 mar. 2015.

WHITE Metal. **Mancais DIN WN**. 2013. Disponível em: <<http://www.whitemetalmancais.com.br/site/conteudo/pagina/1,10+Mancais-DIN-WN.html>>. Acesso em: 20 mar. 2015.

BRM Mancais e Rolamentos. **Mancais tipo flange**. 2012. Disponível em: <<http://www.brm.com.br/produtos/ferro-fundido-nodular/mancais-tipo-flange/>>. Acesso em: 20 fev. 2015.

SKF. **Rolamentos de uma Carreira de Esferas de Contato Angular**. 2010. Disponível em: <<http://www.skf.com/br/products/bearings-units-housings/ball-bearings/angular-contact-ball-bearings/single-row-angular-contact-ball-bearings/index.html>>. Acesso em: 23 fev. 2015.

RESCOR. **Correntes transportadoras**. 2013. Disponível em: <<http://www.rescor.com.br/pt/CorrentesTransportadora.aspx>>. Acesso em: 20 jan. 2015.

CISER Parafusos e Porcas. **Catálogo Geral de Produtos**. 2014. Disponível em: <<http://www.ciser.com.br/htcms/media/pdf/destaques/br/catalogo-geral-de-produtos.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2015.

CABLEMAX Cabos de Aço e Acessórios Ltda. **Cabos de aço**. 2010. Disponível em: <<http://www.cabosdeacocablemax.com.br/cabo-de-aco.html>>. Acesso em: 23 fev. 2015.

WICKERT, Jonathan. **Introdução à engenharia mecânica**. 8. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

VAN VLACK, Lawrence H. **Princípios de Ciência dos Materiais**. 8. ed. São Paulo: Blücher, 1988.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23. Ed. São Paulo: Cortez, 2007.

TOMÉ, Fêiteira. File Company. Cx Chrominox. Engineer's Files+C. 280c Multicut File. 2011. Disponível em: <<http://www.tomefeteira.com/CHROMINOXpt.html>>. Acesso em: 30 mar. 2015.

INTERFAG Soluções Industriais. **Fresadoras universais**: sum-3. 2014. Disponível em: <<http://www.interfag.com.br/maquinas/fresadoras-universais.asp>>. Acesso em: 29 mar. 2015.

BÜRGER SA. Indústria e Comércio. **Guia rápido de apresentação**. 2013. Disponível em: <http://www.burger.com.br/catalogo/burger.pdf>>. Acesso em 29 mar. 2015.

HIDRAUCROMO Comércio, serviços e Representação. **Acoplamentos**. 2014. Disponível em: <<http://www.hidraucromo.com.br/produtos/>>. Acesso em: 26 mar. 2015.

MELCONIAN, Sarkis. **Elementos de máquinas**. São Paulo: Érica, 2000.

FRANZEN, Edson A. **Programa de Qualidade 5S**. 1998. In: [www.ptnet.com.br/5sensos](http://www.ptnet.com.br/5sensos) de, LAPA, Reginaldo - Praticando os 5 S e Programa 5S. São Paulo: Qualitymark, 1997 e 1998. Disponível em: <<http://www.nbz.com.br/cursos/etapa6/qualidade5s.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2015.

LAPA, R. **Programa 5S**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

PARETO, Luiz. **Matemática para mecânicos**. São Paulo: Hemus, 2003.

Rouiller, Robert. **Formulário do mecânico**. São Paulo: Hemus, 2004.

Gonçalves, L.M.; Miranda, G.W. 2007, *Software* Paramétrico para o Processo de Retificação *Centerless* de Passagem. In: Congresso Iberoamericano de Engenharia Mecânica - CIBIM 8º, Cusco – Peru.

UNIVERSO Comércio e Representações. **Porta cossinetes**. 2010. Disponível em: <<http://www.uni8.com.br/monta.asp?link=marcas&grupo=23>>. Acesso em: 30 mar. 2015.

MITUTOYO Sul Americana Ltda. **Catálogo Geral de Produtos. 2014**. Disponível em: <[www.mitutoyo.com.br/site/produtos/pdf/catalogo.pdf](http://www.mitutoyo.com.br/site/produtos/pdf/catalogo.pdf)>. Acesso em: 05 mar.2015.

INTERFAG Soluções Industriais. **Serra fita**. 2014. Disponível em: <<http://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/automatizacao-e-robotica/interfag/produtos/maquinas-ferramenta/serra-fita-2>>. Acesso em: 24 mar. 2015.

RESCOR, a loja das correntes. **Transportadora**. 2014. Disponível em: <<http://www.rescor.com.br/pt/CorrentesTransportadora.aspx>>. Acesso em: 26 mar. 2015.

CESMI LTDA. **Furadeiras Radiais Brumagio**. 2015. Disponível em: <[http://www.cesmi.com.br/furadeira\\_radial\\_brumagio.htm](http://www.cesmi.com.br/furadeira_radial_brumagio.htm)>. Acesso em: 29 mar. 2015.

CECOMETAL Distribuidora LTDA. **Tubos Metalon**. 2015. Disponível em: <<http://cecometal.com.br/site/index.php/metalon-campinas>>. Acesso em: 30 mar. 2015.

STARRETT. **Ferramentas de Precisão: Desandadores para Machos**. 2015. Disponível em: <<http://www.starrett.com.br/produtodetalhe.asp?prodnome=Desandador-para-Macho-Serie-91&cat=1&linha=32&subdiv=128&codprod=384>>. Acesso em: 30 mar. 2015.

STARRET. **Paquímetros para dentes de engrenagens série 456**. [2014?]. Disponível em: <[www.starrett.com.br/catalogo-geral-de-produtos/#97/z](http://www.starrett.com.br/catalogo-geral-de-produtos/#97/z)>. Acesso em: 19 mar. 2015.

YOSHINAGA, Ciro. Qualidade total: a forma mais prática e econômica de implementação e condução. São Paulo: C.Y, 1991. In.: CÉSAR, Francisco I. Giocondo. **Ferramentas Básicas da Qualidade**. 1. ed. Biblioteca 24h. São Paulo, 2011. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?isbn=8578938895>>. Acesso em: 03 fev. 2015.

WORDTOOLS. **Suporte externo de torno MTJNR 2525 M16**. 2015. Disponível em:

<<https://www.worldtools.com.br/produto/suporte-externo-de-torno-mtjnr-2525-m16/2136>>. Acesso em: 30 mar. 2015.



## MINICURRÍCULO DOS AUTORES

---

### ALEXANDRE SMAKOVISZ

Alexandre Smakovisz é pós-graduado em Gestão de Pessoas pela faculdade Anhanguera no estado de Santa Catarina, em 2009. É tecnólogo formado em Gestão de Processos Industriais pela faculdade Anhanguera no ano de 2007. Estudou na instituição SENAI, onde concluiu o curso técnico em Eletromecânica no ano de 2002, e o curso de Aprendizagem Industrial de Mecânica Geral no ano de 2000. Trabalhou na área de usinagem com tornos e fresadoras convencionais e tornos e fresa-doras CNC na empresa Mafep, e como montador técnico na empresa Fábio Perini. Atualmente atua como especialista em metalmecânica no SENAI de Joinville, em Santa Catarina.

### MARCIO ROMEU ARNDT

Marcio Romeu Arndt é Técnico em Mecânica, Graduado em Pedagogia com habilitação em Administração Escolar e Especialista em Pedagogia do Trabalho Escolar pela Associação Catarinense de Ensino - ACE. Atua como professor em cursos de nível técnico, superior e de pós-graduação em Engenharia de Manutenção. Na indústria, atuou na área metalmecânica, onde exerceu os cargos de Mecânico Qualificado, Líder de Manutenção, Coordenador de Treinamento e Coordenador de Manutenção.

### FERNANDA SCOPEL DE OLIVEIRA

Fernanda Scopel de Oliveira é Engenheira Ambiental pela UNIVILLE. Especialista em Direito Socioambiental pela PUCPR e Cursando Pós em Engenharia de Segurança do Trabalho pela UNISOCIESC. Inglês Intermediário. Atuação no licenciamento ambiental de indústrias de pequeno porte, análises ambientais físico-químicas e avaliação de impactos ambientais; assessoria em saúde e segurança do trabalho em empresas de pequeno e médio porte; professora dos cursos técnicos de Segurança do trabalho, Automação, Química, Eletrotécnica, Suporte e manutenção em informática, para disciplinas de segurança e saúde no trabalho, qualidade e meio ambiente do SENAI Joinville; professora do curso Superior de Tecnologia em Fabricação mecânica do SENAI Joinville, para disciplinas de segurança e saúde no trabalho e meio ambiente; e conteudista do SENAI Joinville.

### EVERSON JOSÉ FERNANDES

Everson José Fernandes é tecnólogo em Mecânica formado pelo Instituto Superior Tupy – IST/SOCIESC, em Joinville Santa Catarina, desde 2005. Atualmente é aluno regular do programa de Mestrado de Ciências e Engenharia Mecânica na Universidade Federal de Santa Catarina UFSC, campus Joinville. Desde 2008, ministra aulas relacionadas à desenhos e projetos mecânicos no SENAI - SC.

#### EVERTON LOPES FERNANDES

Everton Lopes Fernandes possui curso técnico em Eletromecânica e graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica - SENAI - Departamento Regional de Santa Catarina (2009). Atualmente é especialista em metalmecânica - SENAI - Departamento Regional de Santa Catarina. Tem experiência na área de Usinagem convencional e CNC. Projetos mecânicos e desenvolvimento de moldes de injeção e ferramentas para a indústria de termoplásticos. Possui vasta experiência em Softwares CAD, CAM, CAE

#### JANE DE GÓES DAMAS

Jane de Góes Damas é Técnica em Secretariado, Graduada em Letras com habilitação em Língua Portuguesa e Língua Espanhola pela Unibrasil, Especialista em Gestão de Cerimonial, Protocolo e Eventos pela PUC/PR e Especialista em Língua e Literatura Espanhola pela Universidade Tuiuti do Paraná. Atua como professora em cursos de nível médio e técnico, na disciplina de Espanhol e unidades curriculares de Comunicação Oral e Escrita, Metodologias da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. Participou no desenvolvimento de Oficinas de Aprendizagem e na produção de material didático na metodologia interdisciplinar do ensino médio do Colégio SESI PR. Na indústria, atuou nas áreas administrativo/comercial em cargos de apoio e assessoria a gerências e coordenações.

#### OSMAR CISZ

Osmar Cisz é técnico mecânico, graduado em tecnologia de processos gerenciais pela faculdade Unisociosc e atua como professor da área de qualificação profissional do SENAI de Joinville. Na indústria metalúrgica, atuou na área de manutenção onde exerceu os cargos de mecânico de manutenção, coordenador de manutenção e supervisor industrial.

#### ALCERI ANTONIO DA SILVEIRA MORAES

Alceri Antonio da Silveira Moraes é Engenheiro de produção formado pela FACEAR (Faculdade Educacional de Araucária), em Araucária, no estado do Paraná, Possui pós-graduação em Engenharia de produção pela UNINTER, em Curitiba Pr. Tem uma grande experiência em projetos mecânicos na Indústria e Desde 2012 ministra aulas de desenho técnico e projetos mecânicos no SENAI.

#### ROBERTO JOSÉ DE BORBA

Roberto José de Borba é técnico em Sistema de Informação e bacharel em Sistemas de informação pela FCJ. Atua como professor em cursos de nível técnico, qualificação e aprendizagem industrial. Atua a 15 anos como docente tendo passado por diversas escolas de informática É especialista na área de Suporte e Manutenção de equipamentos de informática.

GISELY FEUBACH OTONI

Gisely Feubach Otoni é Graduada em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Faculdade Anhangüera em Joinville no Estado de Santa Catarina, 2014. Técnico em informática Pela Escola Afonso Pena na cidade de Santos – São Paulo, 1998. Atua como especialista em Informática no SENAI, Joinville, em Santa Catarina. Participante como avaliadora na olimpíada do Conhecimento na Unidade SENAI em Joinville, Santa Catarina na área de programação Desktop.



# ÍNDICE

---

## **Símbolos**

5S 262, 263, 264, 504, 507, 508, 509, 510, 531

## **A**

ABNT 34, 35, 55, 68, 73, 104, 105, 137, 147, 164, 207, 208, 210, 215, 353, 354, 355, 356, 375, 446, 494

abraçadeira 189

aciaria 444

acoplamento 246, 365, 394, 395, 396, 397

aço rápido 259, 263, 336, 342, 343, 344, 346, 359, 362, 363, 429, 431, 432, 435, 436, 437, 440

aços ligas 356, 448

afastamento inferior 147

afastamento superior 147

aferir 106, 144

aglomerante resinoide 352

aglomerante vitrificado 348, 352

agulha 410, 415

alavanca 134, 154, 155, 156, 365, 430

alojamento 404, 515

amostragem 456

ângulo reto 137, 193

ângulos agudos 132

ângulos obtusos 132

antifricção 404

aparas 314, 364, 365

arc air 314

área 29, 33, 34, 35, 36, 42, 47, 50, 67, 76, 77, 112, 130, 153, 159, 162, 163, 165, 166, 167, 171, 188, 191, 193, 198, 199, 200, 203, 210, 211, 341, 371, 386, 388, 389, 408, 427, 449, 455, 456, 457, 458, 459, 461, 464, 465, 468, 471, 476, 477, 478, 487, 493, 497, 498, 522, 523

arrancamento de aparas 364

atrimento 327, 355, 364, 372, 396, 404, 405, 406, 411, 412, 434, 442

autocentrante 128

autocompensador 408, 409

avanço 333, 334, 335, 337, 341, 344, 345, 347, 351, 362, 363, 364, 404, 420, 432, 434, 436, 438, 467, 478

## **B**

baixa autoestima 531

banque 327

bibliografia 524

bicônico 383

biselada 137, 138

blanks 314

brinelamento 412

broca helicoidal 358, 361

brochamento 364, 365

brunimento 366, 367

## **C**

cabeça cilíndrica 372

calcopirita 442

calibrador 136, 140, 141, 142, 143, 144, 150

Calibrador Tampão 140

comes 260, 372, 381, 421

carboneto de silício 348, 366

carga 105, 134, 153, 155, 162, 163, 164, 165, 166, 168, 170, 172, 177, 179, 198, 383, 388, 389, 390, 393, 395, 403, 404, 407, 408, 409, 410, 412, 486

carta de controle 532

castanhas 331, 338, 339, 422

catálogo 421, 471, 472, 473, 474, 475, 477

cavaco 327, 329, 333, 334, 339, 340, 346, 348, 420, 422, 424, 438, 439, 440

CCQ 530

célula 44, 77, 78, 79, 80, 83, 84, 85, 88, 90, 92, 534

CEP 534

cerâmica 145, 351, 352, 359, 366, 443

cilindrar 332, 333, 338

cilindrar em balanço 338

cisalhamento 314, 327, 445

cisalhar 319

CNC 267, 268, 318, 420, 423, 424, 436, 464

código de defesa do consumidor 531  
coerência 481, 491  
coesão 354, 481, 484, 490  
coesão dos grãos 354  
comunicação formal 485, 486  
comunicação informal 485, 486  
concisão 490  
conformabilidade 445  
cônicos 382, 409, 433  
contraponta 338, 339, 431  
conversor 444  
coplanar 331, 335, 340  
coqueificação 443  
cordoalhas 388, 393  
correntes 265, 372, 393, 400, 401, 402, 403, 404  
corte 130, 146, 153, 155, 156, 184, 185, 186, 187, 203, 209, 211, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 273,  
276, 277, 314, 316, 317, 318, 319, 324, 327, 328, 330, 333, 334, 335, 336, 337, 342, 343, 344,  
345, 346, 347, 348, 349, 351, 356, 357, 358, 362, 363, 364, 365, 368, 379, 420, 425, 426, 427,  
428, 429, 434, 435, 436, 437, 438, 440, 443  
coseno 195  
cotagem 205, 219, 220, 221, 222, 225, 228, 229, 236, 256  
cremalheira 365

## **D**

delgado 340  
desalinhamento 395  
desbalanceamento 349  
descritiva 37  
desgaste 329, 344, 349, 379, 386, 389, 390, 404, 405, 411, 412, 428, 434, 435, 438, 445  
desktop 49  
deslocamento angular axial 395  
diamante 348, 351, 359, 366, 435  
diâmetro 41, 129, 140, 141, 165, 173, 174, 176, 178, 179, 182, 183, 184, 186, 187, 190, 191, 192, 212,  
225, 226, 336, 337, 338, 339, 352, 358, 361, 363, 365, 375, 379, 381, 386, 388, 398, 407, 410,  
429, 430, 435  
dilatação linear 201, 202, 203  
dilatação superficial 202, 203  
dobra 155, 189, 245, 324, 390

ductilidade 322, 330, 379, 442, 445

dureza 351, 352, 375, 445

## **E**

eficácia 475, 508, 524, 529, 535, 536, 537

eficiência 373, 465, 475, 516, 529, 534, 535, 536, 537

elasticidade 445

elástico 394, 395, 396

elementos 29, 37, 40, 63, 133, 173, 174, 217, 218, 219, 220, 224, 227, 228, 230, 232, 233, 252, 323, 324, 371, 372, 381, 383, 392, 393, 394, 397, 398, 400, 406, 412, 444, 448, 456, 473, 478, 481, 483, 490, 491, 492, 494, 497, 500, 523, 524, 525

elementos de apoio 372

elementos de fixação 372

elementos de transmissão 372, 393

empastamento 329

empírico 521

encruamento 320, 323, 325, 330

entonação 482, 483

exploratória 37

## **F**

faceamento 357, 437, 439, 440

facear 332, 333, 436

fadiga 386, 390, 412

fenda Philips 373

ferramenta multicortante 364

ferro fundido nodular 442, 449

ferro gusa 443, 444

ferros fundidos cinzentos 445, 449

fieira 321

flexionar 339

força cortante 167, 168

força de tração 162, 163, 321, 384

forjamento 322, 323

Fragilidade 445

fresadora 341, 345, 422, 423, 434

fundição 313, 323, 324, 358, 442

## **G**

geometria definida 328  
granalha 403  
grandezas físicas 101, 106  
gusa 443, 444

## **H**

hardware 48, 49, 73, 98  
hastes extensoras 129  
helicoidais 358, 359, 360, 372, 383, 385, 397, 399, 423, 432, 435  
hematita 323  
hipertexto 484

## **I**

ícones 49  
índice 330, 524  
INMETRO 104  
intersecção 44, 438  
ISO 104, 105, 147, 148, 149, 241, 242, 245, 247, 375, 381, 390, 456, 457, 533  
ISO 9000 456, 457, 533

## **J**

just in time 531

## **K**

kaizen 531

## **L**

laminação 313, 320, 321, 452  
lima 428  
linear 484  
lingote 320  
linguística 489, 490  
linux 48  
lubrificação 371, 389, 393, 395, 396, 397, 404, 405, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417

## **M**

magnetita 323  
maleabilidade 443

mancais 264, 366, 371, 404, 405, 406, 410, 413, 417, 514  
manual 260, 261, 263, 456  
marketing 530  
medida 38, 67, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 117, 121, 125, 128, 130, 133, 134, 140, 144, 146, 156, 159, 173, 177, 186, 189, 193, 196, 199, 202, 212, 239, 245, 247, 327, 336, 346, 381, 398, 407, 414, 433, 439, 449, 464, 497, 517, 531  
medir 39, 101, 103, 104, 106, 107, 113, 114, 116, 119, 120, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 136, 140, 177, 207, 346, 505  
melhoria contínua 452, 504, 510, 529  
metro 101, 103, 104, 107, 108, 150, 156, 159, 199, 210, 388  
momento fletor 168, 170  
momento torsor 171, 172, 173, 174, 179  
monocortante 358, 420  
movimento de ajuste ou penetração 334, 335  
movimento de avanço 333, 341, 434  
movimento de corte 333, 334, 335  
movimento efetivo de corte 333, 335  
multicortante 364

## **N**

naftênico 413  
nitreto de boro 348, 359  
nitreto de boro cúbico cristalino (CBN) 366, 367  
nitreto de titânio 359  
nônio 117, 120, 121, 122, 123, 124, 127, 133  
norma NBR 6589 449  
norma NBR 6916 449  
número de fios 136, 381  
número de passes 346

## **O**

óleo de corte 364  
óleo solúvel 360, 364  
ondas sonoras 489  
open source 48  
otimizador 509  
óxido de alumínio 348, 366

## **P**

padrões 59, 68, 105, 106, 112, 115, 134, 144, 145, 153, 256, 330, 357, 455, 460, 476, 503, 509, 516, 529, 533

paradigmas 34

parafínico 413

parágrafo dedutivo 484

paralaxe 119, 124, 129

passo da rosca 127, 136, 165

pelotização 443

perpendicular 124, 158, 193, 207, 215, 333, 342, 423, 435

perpendiculares 137, 193, 207, 208, 212, 220, 224, 384

picado simples ou cruzado 428

planitude 138, 139

plasma 314, 317, 318

porcas 371, 372, 376, 377, 380

porosidade 352, 355, 389

potência consumida 330

precisão 34, 37, 101, 103, 109, 112, 116, 119, 127, 128, 129, 131, 132, 133, 137, 144, 146, 147, 148, 150, 177, 230, 241, 243, 245, 314, 319, 326, 347, 361, 362, 367, 392, 418, 420, 424, 433, 458, 485

pré-furos 358, 431

prensa excêntrica 322

pressão 104, 105, 150, 159, 161, 162, 198, 243, 317, 318, 319, 326, 379, 417, 444, 449, 476

prismática 371

produtividade 315, 324, 326, 328, 335, 342, 362, 368, 437, 507, 530, 535

projetar 29, 106, 214, 404, 446

propriedades mecânicas 375, 442, 445, 446, 448

Propriedades químicas 446

Propriedades tecnológicas 445

punções 358

## **Q**

quadrimensional 118

## **R**

rebolo 347, 348, 349, 351, 352, 353, 355, 356, 424, 425

receptor 487, 488, 489

reengenharia 531

reflexivo 34, 522  
relação de transmissão 174, 175, 176, 177, 178, 181, 203  
rendimento 318, 335, 393, 405, 517  
repetibilidade 368  
resistência à tração 375, 388, 449  
resistência mecânica 375, 376, 445  
resolução 47, 48, 120, 121, 122, 124, 127, 131, 133, 134, 180, 181, 500  
retificação 347, 348, 349, 351, 352, 357, 366, 424  
rotação por minuto 177, 330, 337, 343, 345, 347, 363  
rpm 173, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 186, 187, 188, 336, 337, 344, 346, 352, 363, 364  
rugosidade (Ra) 347, 348

## **S**

SAE 337, 363, 364, 376, 446, 447, 448  
sangrar 332, 333  
signos 488, 489, 490, 492  
sinterabilidade 445  
sintéticos 392, 413, 443  
sistema Internacional 106, 108, 156, 159  
sistemas de garantia da qualidade 531  
sistemático 34  
sobrecarga 131, 167  
sobremetal 329, 346, 424  
software 48, 65, 73, 98  
soldabilidade 442, 445

## **T**

tangencial 341, 348, 351, 352, 381, 382, 401, 435  
tangente 195  
técnico-científico 35  
temperabilidade 445  
tenacidade 438, 442, 445  
tensão 106, 162, 164, 166, 167, 168, 171  
tensão de cisalhamento 163, 167, 168  
tensão de compressão 163, 166  
tensão de flexão 168  
teorema de Pitágoras 192, 193

terminologia 458  
termodinâmica 327  
tese 36, 481, 482, 493, 525, 530  
tolerância 115, 146, 147, 148, 149, 238, 239, 241, 242, 339, 340, 348, 366, 383  
tolerância dimensional 146, 238  
torção 384  
torque 153, 157, 171, 177, 178, 179, 202, 203, 374, 393, 395, 399  
torque de aperto 202, 374  
Total Quality Control 533  
TQC 262, 530, 534  
translação 340  
transmissão 328, 372, 393, 394, 395, 396, 397, 399, 401, 404, 418, 421, 473, 489  
trefilação 321, 322  
triângulo retângulo 192, 193, 195, 196  
tridimensional 327  
trigonométrica 195, 196, 198

## **U**

unidades derivadas 106  
usinabilidade 184, 329, 330, 446  
usinagem 260, 262, 267, 313, 314, 324, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 337, 339, 341, 342, 344, 346, 347, 348, 349, 350, 358, 359, 364, 365, 366, 367, 368, 400, 418, 419, 420, 421, 422, 424, 427, 435, 436, 438, 440, 441, 442, 443, 446, 450, 498, 534

## **V**

velocidade de corte 330, 335, 336, 337, 342, 343, 344, 345, 347, 351, 362, 363, 436  
velocidade periférica 351  
veracidade 485, 499, 524  
vibrações 338, 339, 378, 379, 396, 436

## **Z**

zamak 326

**SENAI – DEPARTAMENTO NACIONAL  
UNIDADE DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – UNIEP**

*Felipe Esteves Morgado*

Gestor do Projeto Estratégico de Recursos Didáticos Nacionais

*Waldemir Amaro*

Gerente

*Fabíola de Luca Coimbra Bomtempo*

Coordenação Geral do Desenvolvimento dos Livros Didáticos

**SENAI – DEPARTAMENTO REGIONAL DE SANTA CATARINA**

*Mauricio Cappra Pauletti*

Diretor Técnico

*Cleberson Silva*

Coordenação do Desenvolvimento dos Livros Didáticos

*Alceri Antonio da Silveira Moraes*

*Alexandre Smakovisz*

*Everson José Fernandes*

*Everton Lopes Fernandes*

*Fernanda Scopel de Oliveira*

*Gisely Feubach Otoni*

*Jane de Góes Damas*

*Marcio Romeu Arndt*

*Osmar Cisz*

*Roberto José de Borba*

Elaboração

*Marcio Romeu Arndt*

Revisão Técnica

*Lucineia Dacoregio*

*Morgana Machado Tezza*

Coordenação do Projeto

*Lilian Elci Class*

Design Educacional

*Airton Julio Reiter*

*Maristela de Almeida Pereira Martins*

Revisão Ortográfica e Gramatical

*Aline da Silva Regis*

*Andréia Silva*

*Julio Cesar Borches*

*Nelson Viana Junior*

*Patrícia Marcílio*

Ilustrações, Tratamento de Imagens

*Aline da Silva Regis*

*Andréia Silva*

*Patrícia Marcílio*

Diagramação e fechamento de arquivo

*Ana Balbina Madeira*

*Sara Costa de Oliveira*

Apoio Técnico

*Patrícia Correa Ciciliano*

*CRB-14/752*

Ficha Catalográfica

---

*i-Comunicação*

Projeto Gráfico

*Thinkstock*

Banco de imagens



*Iniciativa da CNI - Confederação  
Nacional da Indústria*



9 788575 198780