

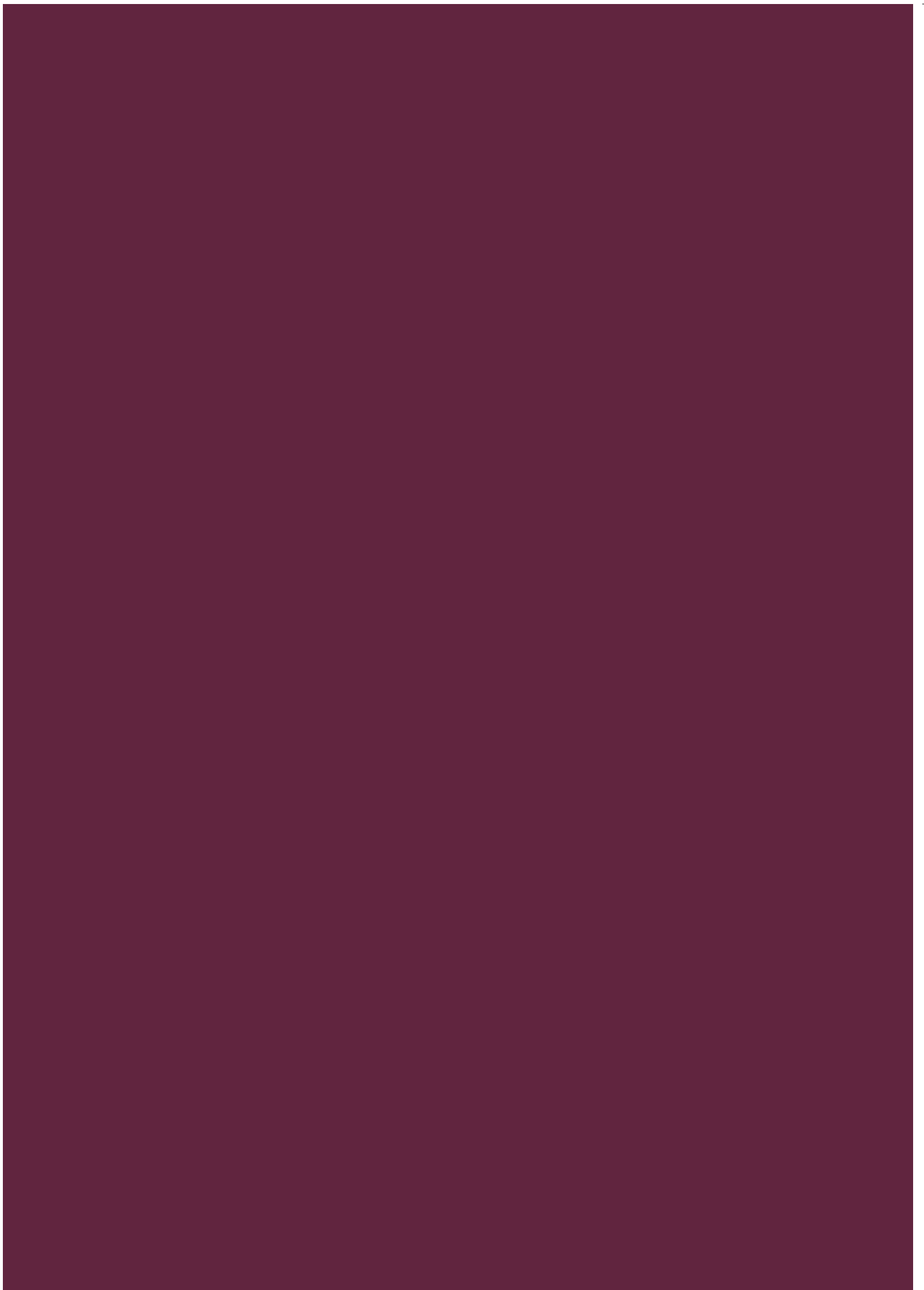


Iniciativa da CNI - Confederação  
Nacional da Indústria

SÉRIE METALMECÂNICA - MECÂNICA

# FUNDAMENTOS MECÂNICOS VOLUME 2







Iniciativa da CNI - Confederação  
Nacional da Indústria

SÉRIE METALMECÂNICA - MECÂNICA

# FUNDAMENTOS MECÂNICOS VOLUME 2



## **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 2



© 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 2 / Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Nacional, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Regional de Santa Catarina. - Brasília : SENAI/DN, 2015.

v. 2 : il. ; 30 cm. - (Série metalmecânica. Mecânica)

Inclui índice e bibliografia  
ISBN 978-85-7519-879-7

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

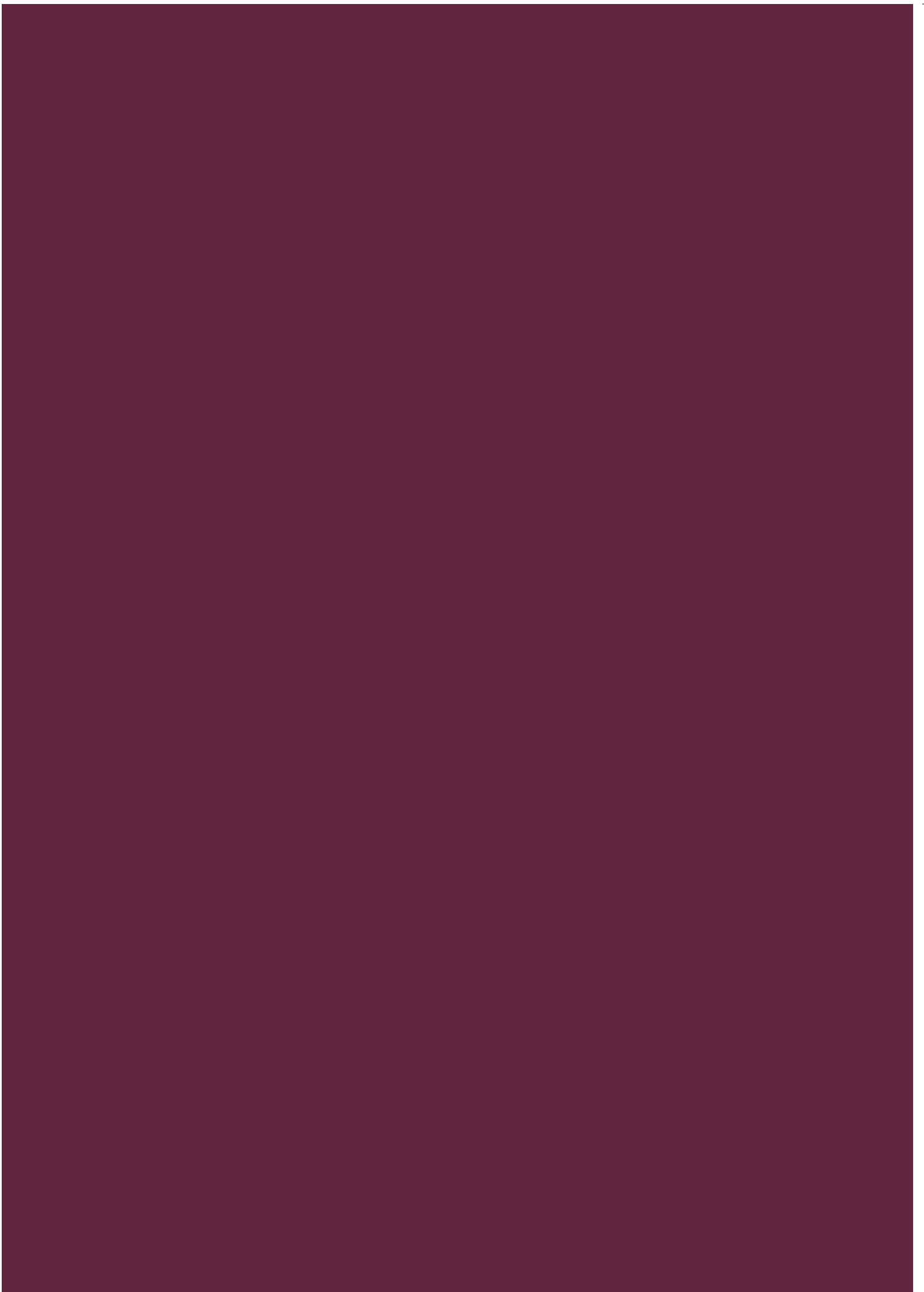
Figura 346 - Parafuso com cabeça abaulada e fenda Philips .....	373
Figura 347 - Parafuso cabeça abaulada sextavado interno .....	374
Figura 348 - Parafuso autoatarraxante com cabeça escareada .....	374
Figura 349 - Marcações exigidas por norma para série métrica .....	376
Figura 350 - Marcações exigidas 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

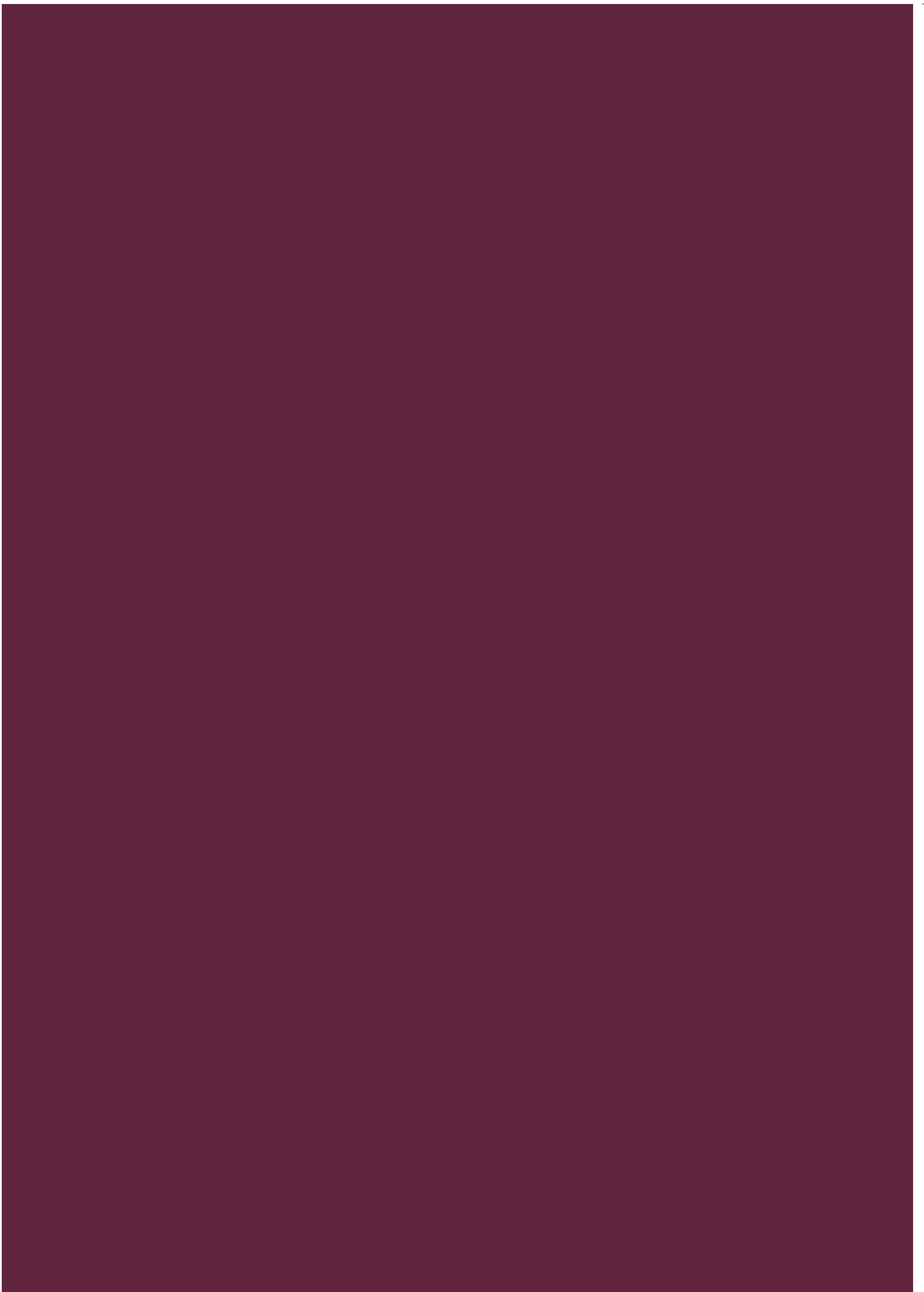
5.4.2 Cálculo da rotação para engrenagens.....	181
5.5 Velocidade de corte .....	184
5.5.1 Cálculo da rotação para operações de usinagem a partir da velocidade de corte.....	186
5.6 Perímetro de peças dobradas e curvadas .....	188
5.7 Relações trigonométricas aplicadas à mecânica .....	192
5.8 Cálculo 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

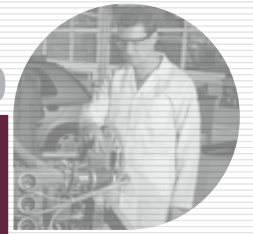
6.5.7 Corte rebatido.....	233
6.5.8 Omissão de corte.....	234
6.5.9 Seções.....	235
6.5.10 Rupturas.....	236
6.6 Escalas.....	237
6.6.1 Escala natural.....	237
6.6.2 Escala de ampliação.....	237
6.6.3 Escala de redução.....	238
6.7 Tolerância dimensional.....	238
6.7.1 O que é tolerância dimensional.....	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	Coessão 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







Sonho de consumo para uns, ferramenta de trabalho para outros, o automóvel é o exemplo perfeito de um produto complexo que exige um ótimo projeto, aceitação do mercado e envolve a aplicação de diversos processos de fabricação. Entre o projeto e o produto final, estão os diversos processos de fabricação. Ao escolher o processo de fabricação para concretizar o que foi projetado, é preciso observar uma série de fatores que irão determinar a viabilidade deste produto.

O processo de fabricação especificado para materializar um produto deve garantir condições de intercambialidade dos componentes. Independentemente da época em que foram fabricados, deve garantir a qualidade dos lotes produzidos ao longo do tempo, atendendo às exigências de acabamento e tolerâncias de fabricação. Tudo isso, sem comprometer o custo do processo aplicado na fabricação, que deve ser o menor possível, para garantir ao produto competitividade no mercado.

Deve também ser levado em consideração, antes de escolher o processo, quantas peças serão produzidas, qual a forma do produto ou peça e que material será empregado na fabricação do produto.

Os processos de fabricação podem ser divididos pela forma em que o produto é gerado ou pela transformação da matéria-prima que dará forma a esse produto. Isso pode ocorrer pela aplicação de tensões, como no caso da conformação mecânica e usinagem, ou pela modificação da forma, através da elevação da temperatura, que ocorre nos processos de fundição e injeção de polímeros. Além disso, pode ainda ocorrer pela aplicação de agentes químicos, que promovem a remoção de material sem a aplicação de tensões, e, mais recentemente, pelo processo de prototipagem, processo pelo qual ocorre a deposição do material, que dará forma ao produto.

Ao final deste capítulo, você estará apto a identificar os processos de fabricação aplicados nos processos de fabricação mecânica, como laminação, conformação, fundição e usinagem, bem como suas características e parâmetros do processo.

Conheça agora os diversos processos de fabricação. Bons estudos!

## 7.1 PROCESSOS DE CORTE

Os processos de corte são utilizados para a produção de *blanks*<sup>1</sup>, peças semiacabadas sujeitas a outros processos de fabricação, bem como produtos acabados sujeitos a tratamento térmico e superficial. O processo de corte é escolhido em função das características do produto, como a quantidade a ser produzida, dimensões, tipo de geometria, precisão do corte, acabamento e características físico químicas do material. Os processos de corte podem ser divididos em cortes mecânicos, cortes térmicos, cortes químicos e termoquímicos.

Os processos de corte mecânicos se dividem em corte por arranque de aparas<sup>2</sup> (através de serras e por usinagem), corte por arrombamento e cisalhamento<sup>3</sup> (em prensas, guilhotinas e tesouras) e corte por jato de água.

Os cortes térmicos podem ser: oxicorte, o corte a laser, por plasma e *arc air*<sup>4</sup>, no qual é utilizado eletrodo de carvão mais jato de ar. Temos ainda os processos de corte químico e eletroquímico, em que ocorre o ataque químico, como, por exemplo, o corte de alumínio usando solda cáustica. A seguir, serão estudadas as características de cada um destes processos.

### 7.1.1 CORTES MECÂNICOS

As técnicas de corte são muito importantes na indústria de transformação, porque é a partir daí que partem praticamente todos os processos existentes para a confecção de peças.

Cortar nada mais é do que separar um determinado material ou peça em duas ou mais partes, seja dividindo ou cisalhando.

O processo mais comum para o corte de materiais chama-se “serramento”, porque usa uma ferramenta chamada “serra”, que pode ser adaptada em máquina. Este processo contempla desde chapas de espessuras pequenas até grandes espessuras.

---

1 É pedaço de material, normalmente em bruto ou semiacabado, que requer modelação posterior por ferramentas ou máquinas para ser transformado em diversos produtos, peças ou objetos, como serras, chaves, placas ou peças em geral.

2 São sobras de material oriundas dos processos de corte mecânico, seja ele manual ou mecanizado, também conhecido como limalhas ou cavacos.

3 Acontece quando são aplicadas forças paralelas e de sentidos opostos na seção transversal de um material, além do seu limite de resistência, ocorrendo, assim, a ruptura sem que haja alteração do seu volume.

4 Processo de corte e chanfro por fusão através de arco elétrico, utilizando eletrodo de grafite/carvão e expulsão de material através de ar pressurizado (aproximadamente 4,2kg/cm<sup>2</sup>).



Julio Cesar Borchers (2015)

Figura 308 - Máquina de serra fita  
Fonte: Adaptado de (INTERFAG, 2014)

O serramento pode ser realizado por meio de serras fita, como é o caso da imagem anterior, ou serra de disco. As aplicações variam de acordo com a operação, a produtividade, a geometria e o material da peça a ser cortada.



Thinkstock ([20--?])

Figura 309 - Corte com serra de disco

Também é possível aplicar cortes em materiais de forma manual, com o auxílio de lâmina de serra de arco.



Thinkstock ((20--?))

Figura 310 - Serra de arco

O corte manual geralmente é usado para realizar pequenos trabalhos, que não estejam ligados à produção em série, por causa do tempo de corte e as limitações do operador e do material.

Para outros casos, como chapas com espessuras menores de 1 mm, pode-se utilizar tesouras específicas.

### 7.1.2 CORTES TÉRMICOS

O processo de oxicorte ocorre com o aquecimento do metal através de uma chama obtida pela mistura de dois gases, normalmente o acetileno e o oxigênio, seguido de uma reação química chamada exotérmica, na qual acontece a oxidação do metal que posteriormente é expulso através de um jato de oxigênio puro. Por sua simplicidade, versatilidade, economia, fácil execução e treinamento do operador, este processo de corte é muito utilizado na indústria, porque permite o corte de ferro fundido e aço com espessuras de até 1800 mm.



Thinkstock ((20--?))

Figura 311 - Processo por oxicorte

O processo de Oxicorte utiliza um maçarico especial para realizar o corte. Ele emite uma chama oxicom-bustível cuja função é a de aquecer o metal, que após é expulso por um jato de oxigênio, que é injetado por um orifício central do bico de corte.

Para que o metal seja aquecido até a forma líquida é necessário a utilização de dois gases: oxigênio e outro gás combustível, que pode ser o acetileno, propano e gás natural, por exemplo. O equipamento utilizado para proporcionar a mistura dos gases e efetuar o corte do metal é o maçarico, que é composto por vários tubos para passagem dos gases, válvulas reguladoras de fluxo, acoplador para fixação da cabeça de corte e jogo de bico de corte, que deve ser trocado de acordo com a espessura do material a ser cortado.



Figura 312 - Partes do maçarico de corte

O processo de Oxicorte oferece algumas vantagens, como a disponibilidade dos diversos tipos de gases combustíveis, bem como o oxigênio, além do que as peças e materiais necessários para compor o equipamento, como o maçarico, as válvulas reguladoras, mangueiras etc., são relativamente baratos, quando comparados com os processos de corte a laser e plasma.

Infelizmente, este processo possui algumas desvantagens que reduzem seu campo de utilização. O processo de Oxicorte não é aplicável no corte de aço inoxidável, níquel, alumínio e suas ligas. Outro ponto negativo é a logística de seus periféricos, pois, por serem pesados, dificultam sua utilização em alturas e em pontos distantes dos cilindros de gases. Além disso, também se deve dar grande atenção às normas de manuseio de gases sob alta pressão, devido aos riscos de acidente. Lembre-se de nunca manusear a válvula reguladora da pressão do oxigênio com as mãos contaminadas com graxa ou óleo, por causa do risco de explosão.



#### FIQUE ALERTA

O equipamento de Oxicorte utiliza gases sob pressão, como o acetileno e o oxigênio. Por este motivo, deve-se periodicamente efetuar inspeções preventivas para verificar o estado dos componentes (como mangueiras, válvulas, manômetros) e a existência de vazamentos.

### 7.1.3 CORTES TERMOQUÍMICOS

Outro processo de corte é o termoquímico por plasma. Este processo é um pouco mais preciso e amplo e vem tomando espaço no mercado e evoluindo através da adição de novas tecnologias desde a década de 50.

Existem 3 estados da matéria, que são: sólido, líquido e gasoso. Por exemplo, a água, em temperaturas abaixo de zero, encontra-se na forma de gelo. Inserindo calor, ela derrete, passando para o estado líquido. Com a adição de mais calor, ela evapora, passando para o estado gasoso. Há ainda uma outra situação: ao inserirmos mais calor à água em estado gasoso, os gases se ionizam, tornando-os eletricamente condutores. Esse estado da matéria denomina-se “plasma”. Um exemplo clássico de plasma é uma tempestade de raios.

Como funciona o corte por plasma? O jato de plasma é gerado em um bico, como mostra a figura a seguir:



Figura 313 - Exemplo de corte por jato de plasma

O gás plasma, ao ser direcionado para a saída do bico com ela restringida, em contato com o eletrodo, conduz a energia elétrica até a peça. Pelo fato de ser um ótimo condutor e potencializador, o calor gerado corta o material. Para melhor desempenho, o jato é envolto por um gás de proteção, que canaliza a energia em forma de calor gerada para o ponto a ser cortado e melhora o seu rendimento. Também deve-se levar em consideração a pressão do gás plasma a ser direcionado, porque sua capacidade de corte chega a aproximadamente 250mm, entretanto, na indústria, o corte por plasma é empregado para espessuras menores de materiais.

As principais aplicações desse processo de corte são para aços inoxidáveis, aço carbono e alumínio. O corte pode ser executado com equipamento manual ou com o auxílio de máquinas CNC (comando numérico computadorizado).

#### 7.1.4 CORTES QUÍMICOS

Você já ouviu falar naquele velho ditado: “água mole em pedra dura, tanto bate até que fura”? Já existe uma tecnologia que usa a água para cortar e ela é conhecida como corte por jato d’água. Esse processo vem se destacando na atualidade por sua versatilidade e baixo custo.

Neste processo, um jato de água misturado com algum material abrasivo, com uma pressão em torno de 30000 e 50000 PSI<sup>5</sup> é direcionado para o material. A pressão aplicada faz com que a estrutura do material se rompa, ocasionando o corte. Como funciona o processo?

Primeiramente a água é filtrada, processo no qual são retirados quaisquer resíduos que possam entupir o bico direcionador. Após isso, a água é submetida a uma alta pressão e direcionada a um misturador, próximo ao bico, onde é misturada ao abrasivo, que tem como função cisalhar<sup>6</sup> o material.

Essa mistura e a pressurização maior a da resistência do material cisalha a peça.

O jato que transpassa a peça é amortecido com um tanque de água munido de material específico para a absorção.



Figura 314 - Corte por jato de água

Este processo pode ser empregado em diversos tipos de material, tem precisão e acabamento excelentes e é ecologicamente correto. Entretanto, este processo é mais lento e não é indicado para chapas finas e vidros temperados, por seu alto esforço de corte.

5 (libra força/polegada<sup>2</sup>) É uma unidade de pressão do padrão inglês.

6 Romper por esforço mecânico, processo em que o material sofre a aplicação de duas ou mais forças em sentidos opostos, na seção transversal.

## 7.2 PROCESSOS DE CONFORMAÇÃO MECÂNICA

Um dos métodos que agiliza consideravelmente os processos de fabricação são os chamados processos de conformação mecânica, que é caracterizado pela transformação da matéria-prima em produtos através de seu encruamento<sup>7</sup>.

### 7.2.1 LAMINAÇÃO

Apesar de serem resistentes, as chapas metálicas são relativamente finas. Você deve estar se perguntando: como é possível uma chapa metálica ser fina e ainda assim resistente? É possível tornar um material relativamente resistente em uma chapa fina o suficiente ao ponto de poder dobrá-la ou realizar diversos processos de transformação?

A laminação é um processo de fabricação no qual não há a remoção de cavacos. Este processo consiste na passagem de um lingote<sup>8</sup> ou chapa de material por entre dois ou mais cilindros, podendo ser executado a quente ou a frio. Este processo faz com que ocorra a deformação plástica do material, diminuindo sua espessura, transformando-se em uma chapa ou adquirindo o formato de seus perfis. Por exemplo, ao observar como um padeiro afina a massa com a ajuda de um rolete, conformando-a e dando a ela a espessura desejada, é possível identificar claramente um processo de laminação em sua essência.



Figura 315 - Processo de laminação

Pelo processo de laminação, pode-se obter chapas das mais variadas espessuras e perfis, como as vigas “I”, “U”, L etc. muito utilizadas na indústria de construção civil.

7 Compactação da estrutura cristalina do material, que ocorre normalmente na conformação a frio.

8 Barra de material bruto com medidas específicas que passará por outros processos de fabricação.



Figura 316 - Processo de laminação de chapas a quente

### 7.2.2 TREFILAÇÃO

Os fios de cobre são extremamente finos e, apesar de serem feitos por uma liga metálica, são maleáveis e resistentes. Para que se consiga produzir esses fios, emprega-se um processo chamado “trefilação”.

O processo de trefilação lembra, em alguns aspectos, a laminação, entretanto, ao invés de o material ser empurrado pelos roletes, ele é puxado por uma força de tração por entre uma matriz, que é denominada de feira<sup>9</sup>. Através desse processo, é possível obter perfis com diâmetros relativamente pequenos.

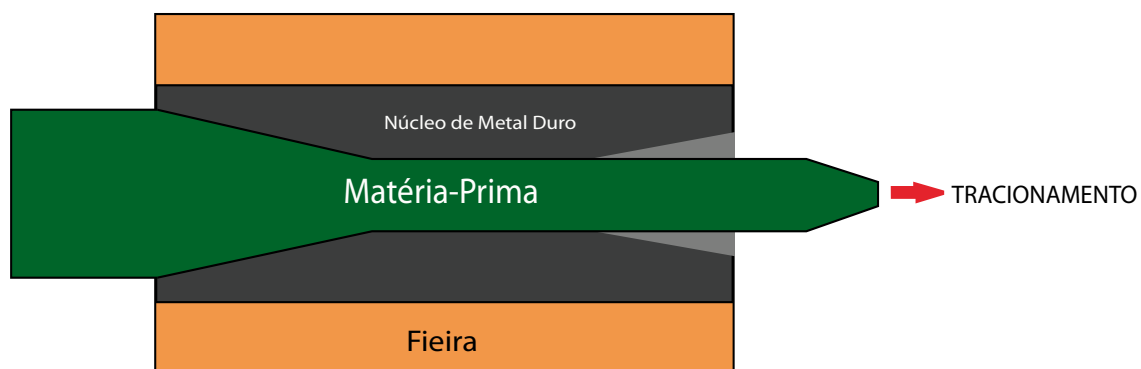


Figura 317 - Processo de redução e calibração da matéria-prima no interior da feira.  
Fonte: do Autor

Andraia Silva (2015)

A trefilação pode ser realizada a frio ou a quente, e o perfil obtido geralmente é de seção cilíndrica. É um processo utilizado para a fabricação de arames, fios de cobre, cordas de instrumentos musicais, tubos etc.

<sup>9</sup> Ferramenta com formato progressivo, com a função de reduzir e encruar o material até uma seção específica, ou ferramenta para compactar fios através da compressão indireta causada pela força de tração.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 318 - Máquina para trefilação de arame

O processo de trefilação geralmente é aplicado em ligas metálicas não ferrosas, devido à sua ductilidade.<sup>10</sup>

### 7.2.3 FORJAMENTO

Você já viu algum filme medieval em que apresentava a fabricação de armas para serem usadas em combates?

Este processo chama-se forjamento e consiste na aplicação de força sobre um bloco metálico, dando-lhe forma. Pode ser realizada a quente ou a frio, por martelamento ou prensagem.

No processo de martelamento, o bloco de metal é submetido a sucessivos golpes rápidos, manualmente ou por intermédio de uma prensa excêntrica<sup>11</sup>. No processo de prensagem, o bloco é submetido à força aplicada por uma matriz sobre ele. Essa força é produzida lentamente por uma prensa, que normalmente é hidráulica.

10 Capacidade do material em resistir à força aplicada, sem modificação plástica da sua estrutura cristalina, de forma a resistir ao rompimento. Ex.: vara de pescar e molas.

11 Classe de prensas dotadas de um volante, na qual há um eixo excêntrico fixado em sua periferia, que move a matriz de acordo com o sentido de movimento do volante.



Figura 319 - Forjamento a quente

Thinkstock (20--?)

Uma das principais vantagens de se construir peças pelo processo de forjamento está no fato de que, ao se conformar o material mecanicamente, ocorre o seu encruamento, ou seja, a sua estrutura fica compactada, melhorando consideravelmente a resistência das peças. Quando o encruamento não é desejável, ou se necessita deformar um grande volume de material, o forjamento é realizado a quente.

#### 7.2.4 FUNDIÇÃO

Um dos processos mais antigos e versáteis existentes denomina-se fundição. Neste processo, é possível obter peças dos mais variados formatos e tamanhos, inserindo o metal em estado líquido nos moldes, geralmente feitos em areia.

Para se obter peças através da fundição, é preciso, primeiramente, compreender de onde é extraída a matéria-prima. A matéria-prima não se encontra pronta no meio ambiente e geralmente está combinado com outros elementos formando rochas que recebem o nome de minério. Os principais minérios de ferro são a Hematita e a Magnetita.

O minério é retirado do subsolo, porém muitas vezes é encontrado exposto, formando verdadeiras montanhas, ou até dentro de rochas. A concentração de minérios na natureza denomina-se jazida. Após sua extração, o minério é tratado, lavado e levado a fornos, onde são adicionados elementos e ligas.



Figura 320 - Jazida de minério de ferro

Thinkstock (20--?)

Após seu beneficiamento, o material é transportado em forma de lingotes para fornos, onde são adicionadas ligas que caracterizam o material e sua porcentagem de elementos é equilibrada. Logo após, são vazados e, a partir daí, são obtidas as peças, que são destinadas à montagem de componentes ou à usinagem.



Figura 321 - Exemplo de fundição de ferro

O processo de fundição, possui as seguintes vantagens:

- a) garante a produção de peças com geometria altamente complexas, o que não é possível nos demais processos;
- b) maior controle da composição química do material;
- c) maior produtividade de peças com geometria complexa;
- d) elimina inúmeros processos de usinagem<sup>12</sup> posterior.

### 7.2.5 DOBRAMENTOS E REPUXOS

Muitos dos produtos que utilizamos hoje são feitos de chapas de aço, como, por exemplo, o automóvel. Mas, como é possível transformar uma chapa de aço reta em algo com muitos formatos, dobras e cortes? Isso é possível por meio do processo denominado estampagem, que modifica uma chapa no formato que se deseja.

Este processo pode ser subdividido em três categorias: corte, dobra e repuxo. Em todos os três, apesar de concederem características diferenciadas nas chapas, são realizados da mesma forma. O processo consiste em aplicar uma força na chapa com ferramentas denominadas matriz e punção. O movimento é feito com uma prensa.

<sup>12</sup> Remoção do excesso de material de um corpo sólido através de uma ferramenta de corte.



Thinkstock ([20-?])

Figura 322 - Componentes de uma ferramenta de estampo

Os principais aspectos positivos desse processo são:

- a) baixo custo em produção por peça;
- b) alta produção e com bom acabamento nas peças;
- c) baixo custo de controle de qualidade, devido à uniformidade dimensional e geométrica das peças produzidas;
- d) por causa do encruamento do material, as peças produzidas adquirem certa resistência em processos de conformação.



Thinkstock ([20-?])

Figura 323 - Prensa hidráulica

### 7.2.6 INJEÇÃO DE METAIS

Há situações em que são necessárias peças metálicas com geometria complexa, como as fundidas, entretanto com precisão dimensional e geométrica. Para estes casos, é possível utilizar o processo de injeção de ligas metálicas.

Os materiais mais utilizados neste processo são o alumínio e o zamak<sup>13</sup>. Entretanto, pode-se usar outros materiais.

Para injetar uma peça, é preciso ter primeiramente um molde de injeção. O molde é uma ferramenta dotada de várias funções e sistemas, que tem como objetivo receber o material em formato líquido e lhe dar o formato pré-definido.

As etapas do processo de injeção de peças metálicas são:

- a) a máquina injetora é abastecida de matéria-prima;
- b) o material é aquecido e injetado no molde de injeção;
- c) as máquinas mantêm pressão sobre o material e aguarda seu resfriamento;
- d) ao ser resfriado, o material endurece, adquirindo a forma pré-estabelecida pelo molde;
- e) abre-se o molde, e extrai-se a peça.



Figura 324 - Máquina injetora de alumínio e zamak

A principal vantagem desse processo é a alta produtividade de peças com dimensões e geometria complexas, tornando desnecessários muitos dos processos de usinagem posteriores. Porém, os tamanhos das peças são limitados por causa da capacidade da máquina injetora.

<sup>13</sup> Metal leve, constituído de uma liga não ferrosa, semelhante ao alumínio.

### 7.3 PROCESSOS DE USINAGEM MECÂNICA

O estudo da usinagem é baseado na mecânica do atrito e deformação, na termodinâmica, devido à geração de calor durante o processo, e nas propriedades dos materiais.

De acordo com Kiminami (2013, p. 105),

[...] usinagem é um conjunto de processos de manufatura nos quais uma ferramenta de corte é usada para remover excesso de material (cavaco) de um sólido, de tal maneira que o material remanescente tenha a forma da peça desejada. A ação predominante na usinagem envolve deformação por cisalhamento do material para formar um cavaco; à medida que o cavaco é removido, uma nova superfície é formada.



Figura 325 - Processo de usinagem

Segundo Trent (1985 apud MACHADO et. Al. 2009, p. 3), a usinagem é reconhecidamente o processo de fabricação mais popular do mundo, transformando em cavacos algo em torno de 10% de toda a produção de metais, além de empregar dezenas de milhões de pessoas em todo o mundo.

No processo de usinagem, o material bruto (banque<sup>14</sup>) passa por um processo de remoção do material excedente através de (uma ou mais) operações manuais e/ou automatizadas para dar a forma final ao produto.

O processo de usinagem inicia com um projeto conceitual que evolui para um modelamento, que pode ser tridimensional. O detalhamento dimensional, incluindo tolerâncias dimensionais, dá forma e posição e acabamentos.

A fabricação classifica-se em processo de fabricação sem remoção e com remoção de cavacos, que é o caso da usinagem. No esquema, a seguir, observe as subdivisões do processo de usinagem.

<sup>14</sup> É uma porção de material retirado de um pedaço maior que será modelado posteriormente por ferramentas através de usinagem, forjamento, extrusão etc., para ser transformado em uma peça ou produto final.

**CURIOSIDADES**

Segundo o Prof. Dr. Eng. Rodrigo Lima Stoeterau, a usinagem é responsável por: 80% dos furos; 100% dos processos de melhoria da qualidade superficial; 70% das engrenagens para transmissão de potência; 90% dos componentes da indústria aeroespacial; 100% dos pinos médicos-odontológicos.

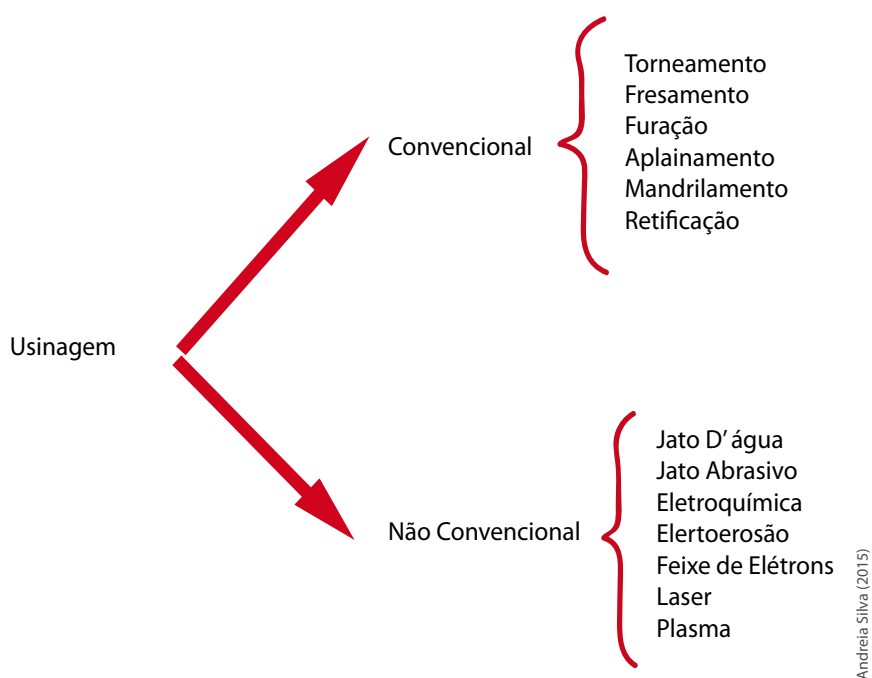


Figura 326 - Processos de fabricação  
Fonte: do Autor

Antes de dar início ao processo de usinagem, é necessário que se faça o planejamento do processo. O planejamento deve considerar a mão de obra, a aquisição da matéria-prima, os equipamentos, as ferramentas, os dispositivos, os sistemas, os instrumentos de medição, e as tolerâncias requeridas no projeto da peça a ser usinada. Outro ponto importante é a definição das operações de usinagem que serão necessárias para dar forma ao produto, além dos parâmetros de corte e tempos de usinagem importantes para verificar a produtividade e controlar os custos do processo.

Os processos de usinagem classificam-se também quanto ao tipo de ferramentas utilizadas no processo, podendo acontecer com ferramentas de geometria definida, não definida ou usinagem por processos não convencionais, conforme esquema a seguir.

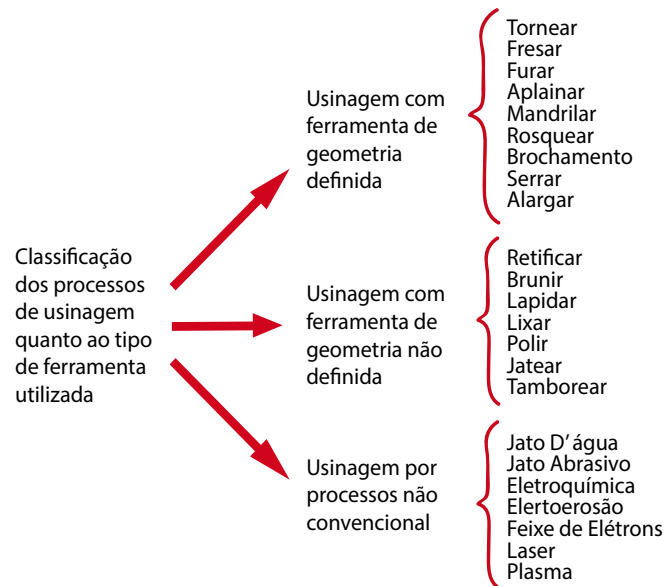


Figura 327 - Classificação dos processos de usinagem  
Fonte: do Autor

Andria Silva (2015)

As operações de usinagem dividem-se em desbaste e acabamento. O desbaste tem por objetivo conferir forma às peças e dimensões próximas das finais e por este motivo remove a maior parte do material, deixando apenas sobremetal<sup>15</sup> para o acabamento. Na operação de desbaste, o tempo de usinagem tende a ser menor.

A operação de acabamento é realizada para dar o acabamento final à peça e conferir as dimensões finais, garantindo as tolerâncias requeridas no projeto. Como promove pequena retirada de cavaco por passe, o tempo de usinagem tende a ser maior nesta operação.

Quando submetemos um determinado tipo de material ao processo de usinagem, verificamos que cada material comporta-se de maneira diferente. Alguns materiais são usinados com facilidade, mas outros apresentam problemas, como, por exemplo, o empastamento<sup>16</sup>, desgaste prematuro da ferramenta, mau acabamento, necessidade de maior potência para possibilitar a usinagem etc. O grau de dificuldade depende do tipo de material que será usinado.

Usinabilidade dos materiais pode ser definida como sendo o grau que cada material oferece ou apresenta quando é submetido ao processo de usinagem. Outro fator importante é que a usinabilidade não é afetada apenas pelas características dos materiais, mas também pelos demais parâmetros relacionados a usinagem, dentre os quais podemos citar:

- a) a refrigeração da ferramenta;
- b) a rigidez da máquina;
- c) as características da ferramenta que está sendo utilizada;

<sup>15</sup> É uma porção de material deixada sobre a peça para ser retirado em operações de ajustes dimensionais ou acabamento superficial em retífica, por exemplo.

<sup>16</sup> Acúmulo de material nos sulcos ou gumes das ferramentas, que ocorre durante o processo de usinagem, principalmente com materiais moles.

- d) tipo de operação a que a ferramenta está relacionada;
- e) velocidade de corte utilizada;
- f) rotação por minuto etc.

Normalmente a usinabilidade é determinada pela comparação de uma determinada característica previamente estabelecida e tida como padrão, como, por exemplo, a vida útil da ferramenta.

Como no meio industrial se trabalha com dados numéricos, os padrões e critérios devem ser mensuráveis e expressos em valores, como, por exemplo, o da vida útil da ferramenta, que podem ser em horas produzidas, peças produzidas, quantidade de quilos produzidos, força de corte necessária para a operação, potência consumida de energia etc.

Existem tabelas e gráficos que auxiliam a determinar o índice de usinabilidade dos materiais. Os dados não são extremamente precisos, mas oferecem um ponto de partida para a criação de padrões do índice de usinabilidade do material, permitindo também a realização de ensaios e experimentações com diversos parâmetros de usinagem, materiais e ferramentas. Normalmente, as tabelas com as propriedades dos materiais oferecem informações sobre a dureza e resistência mecânica, ductilidade<sup>17</sup> do material, condutividade térmica, taxa de encruamento etc.

### 7.3.1 TORNEAMENTO

O processo de torneamento é realizado em uma máquina ferramenta denominada torno. A operação de torneamento acontece na superfície de revolução da peça<sup>18</sup> com o auxílio de uma ou mais ferramentas monocortantes<sup>19</sup>, que são instaladas no cabeçote da máquina.

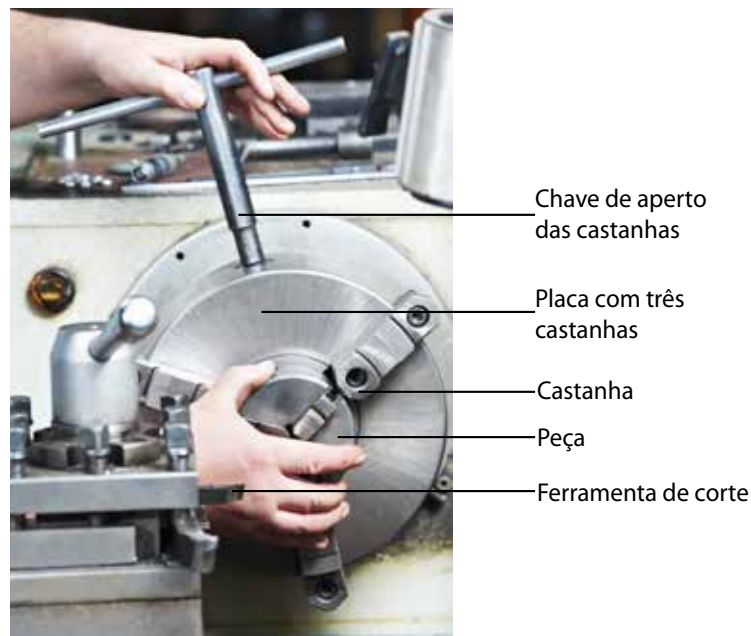


Figura 328 - Torno mecânico convencional

17 Ductilidade: Capacidade do material em resistir à força aplicada, sem modificação plástica da sua estrutura cristalina, de forma a resistir ao rompimento. Ex.: (vara de pescar e molas).

18 Movimento circular de rotação da peça que acontece durante o processo de usinagem quando o eixo principal da máquina é acionado).

19 É a característica de uma ferramenta que possui apenas uma superfície de corte.

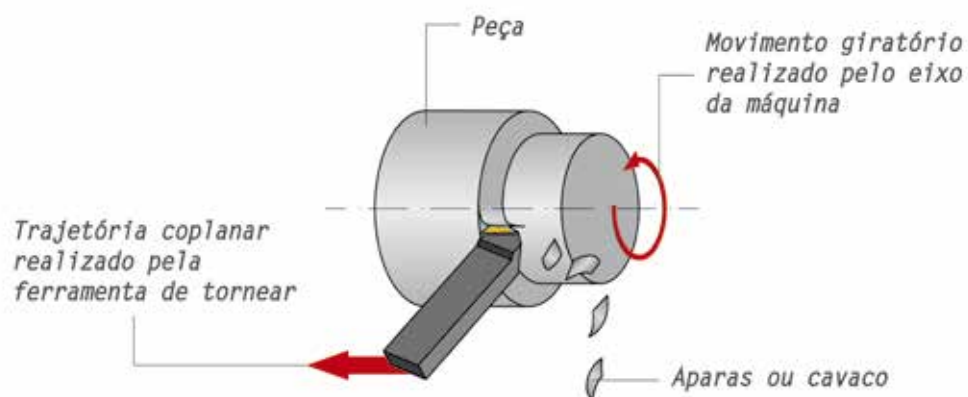


Thinkstock ((20-7))

Figura 329 - Placa com três castanhas

Nesta operação, a peça é presa na placa do torno, que pode conter três ou quatro castanhas<sup>20</sup>, que é um acessório da máquina, e gira em torno do eixo principal de rotação da máquina. Ao ligar o mecanismo do torno, a peça que está presa na placa entra em movimento de rotação e se encontra com a ferramenta de usinagem, que se desloca simultaneamente à rotação do eixo da máquina, segundo uma trajetória coplanar<sup>21</sup> com o referido eixo.

Na figura, a seguir, temos a representação esquemática do movimento giratório da peça e da trajetória coplanar da ferramenta.



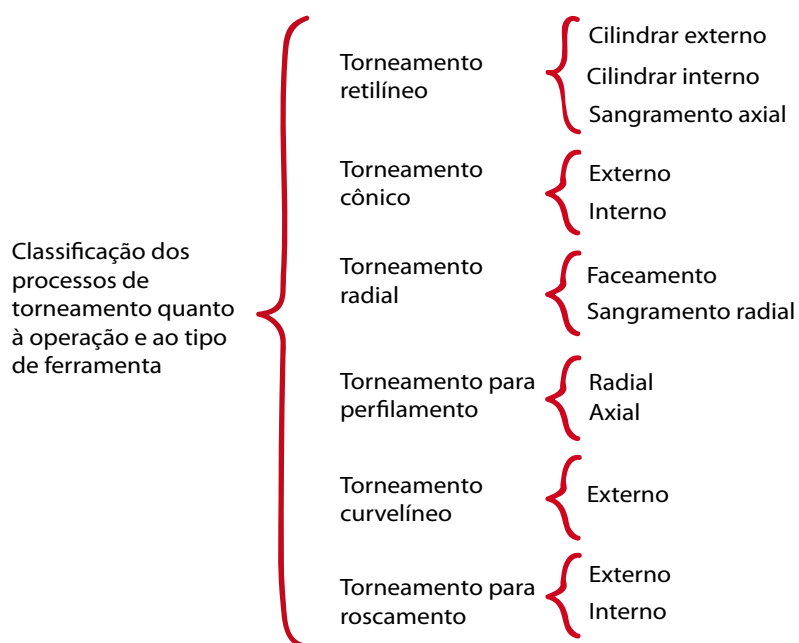
Aline da Silva Regis (2015)

Figura 330 - Representação do movimento giratório e coplanar  
Fonte: do Autor

20 São peças da placa do torno, dispostas a 120 graus, que servem para prender a peça na placa, que posteriormente será usinada.

21 É a trajetória definida pela ferramenta que é paralela ao plano e eixo da peça.

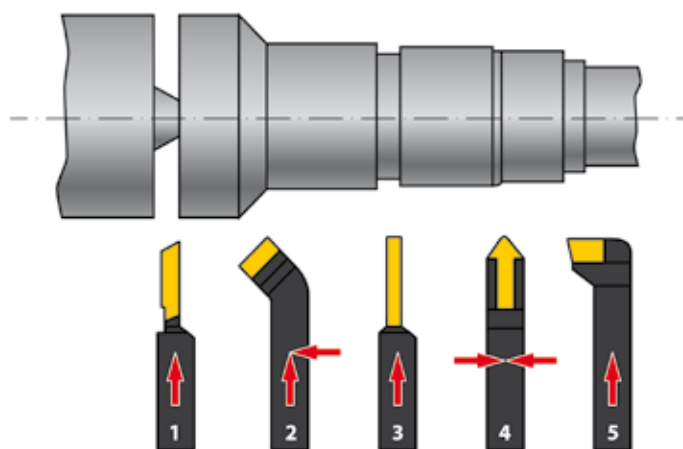
O processo de torneamento também é classificado quanto às suas operações de usinagem, que envolve diferentes tipos de ferramentas, bem como trajetórias diferenciadas. Os processos de torneamento classificam-se em:



Andréia Silva (2015)

Figura 331 - Classificação dos processos de torneamento  
Fonte: do Autor

As figuras, a seguir, apresentam um resumo das ferramentas utilizadas nas operações de torneamento.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 332 - Ferramentas para operações de torneamento (a)  
Fonte: do Autor

Na figura anterior, está representado um grupo de ferramentas de toronar para as seguintes operações: cortar (1), cilindrar à direita (2), sangrar (3), alisar (4) e facear à direita (5).

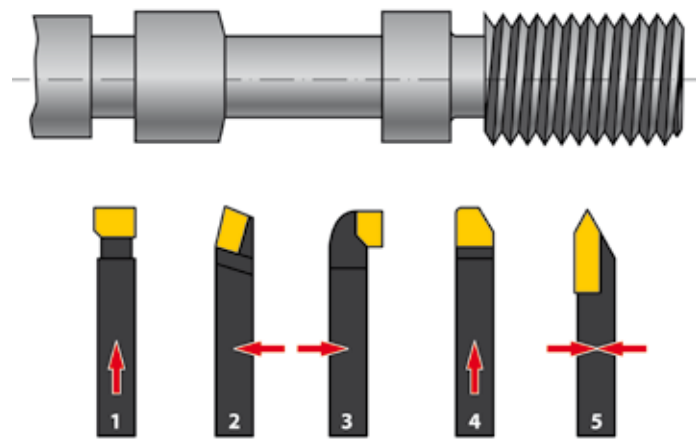


Figura 333 - Ferramentas para operações de torneamento (b)  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

Na figura anterior, o grupo de ferramentas representado é: sangrar<sup>22</sup> grande dimensão (1), desbastar à direita (2), cilindrar<sup>23</sup> e facear<sup>24</sup> à esquerda (3), formar (4) e rosca (5).

### Movimentos do processo de usinagem no torneamento

Para usinar uma peça, é necessário que ocorram os movimentos realizados pela peça, ferramenta ou de ambos.

Quando ocorre o movimento da peça e da ferramenta, diz-se que houve o movimento relativo. Os movimentos subdividem-se em movimentos ativos e passivos. Quando ocorre um movimento no processo e este provoca a remoção de cavacos, diz-se que ocorreu um movimento ativo. Movimentos que não provocam a remoção de cavacos são denominados movimentos passivos. Movimentos de usinagem ativos são movimento de corte, movimento de avanço e movimento efetivo de corte.

Os movimentos de usinagem que não provocam a remoção de cavaco de forma direta, são os movimentos de usinagem passivos. Estes movimentos são classificados como movimento de aproximação, movimento de ajuste/profundidade, movimento de correção e movimento de recuo.

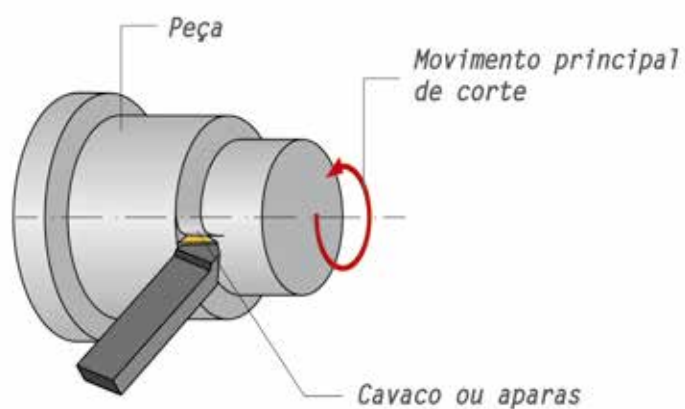
#### a) Movimento de corte

É o movimento que ocorre entre a ferramenta e a peça, provocando a remoção de cavaco durante uma única rotação da peça ou em um curso da ferramenta. Geralmente este movimento ocorre através da rotação da peça, no caso do torneamento, ou da ferramenta no caso do fresamento.

22 Operação realizada no torno que consiste em abrir um canal cilíndrico na peça.

23 É a retirada de material da peça, para lhe conferir o formato de um cilindro.

24 Operação realizada no torno que consiste em criar uma superfície plana, perpendicular ao eixo da peça.

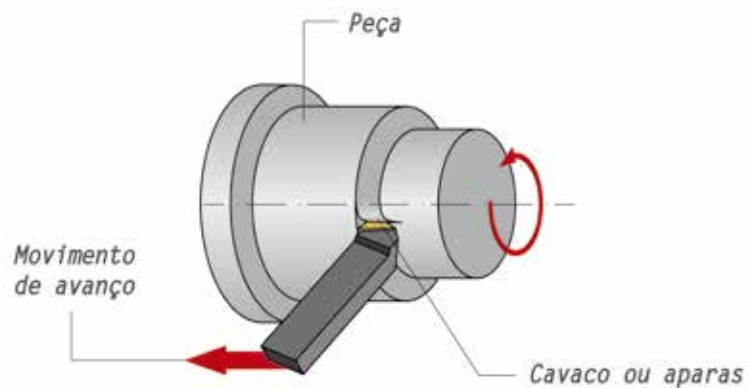


Aline da Silva Regis (2015)

Figura 334 - Movimento de corte  
Fonte: do Autor

### b) Movimento de avanço (f)

Este movimento acontece entre a ferramenta e a peça que, juntamente com o movimento de corte, provoca a retirada de cavaco ao longo do comprimento da peça.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 335 - Movimento de avanço  
Fonte: do Autor

### c) Movimento de ajuste ou penetração (a)

É o movimento que ocorre entre a ferramenta e a peça. Nele é predeterminada a espessura da camada de material a ser removida em forma de cavaco.

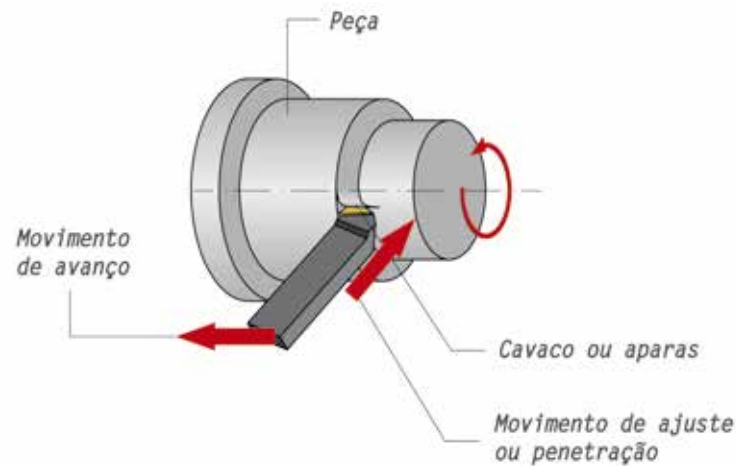


Figura 336 - Movimento de ajuste ou penetração  
Fonte: do Autor.

#### d) Movimento efetivo de corte

O movimento efetivo de corte é o resultado do movimento contínuo de avanço e do movimento de corte, que envolve o movimento de rotação da peça e coplanar da ferramenta.

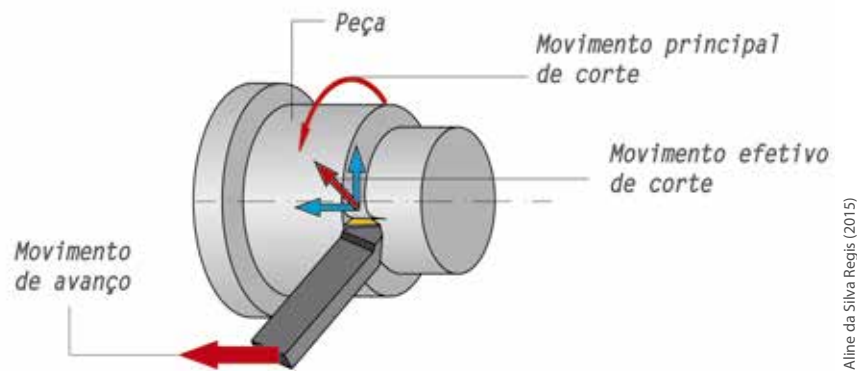


Figura 337 - Movimento efetivo de corte  
Fonte: do Autor

#### Velocidade de corte para torneamento

A velocidade de corte é um parâmetro muito importante, pois se for selecionada de maneira adequada, há maior rendimento, produtividade e vida útil da ferramenta.

Os fabricantes de ferramentas buscam melhorias contínuas para estabelecer os parâmetros de corte que tragam maior rendimento para seus clientes e existem vários estudos sobre velocidade de corte e ferramentas para os mais variados tipos de materiais. Como regra prática, pode-se adotar:

##### a) Material a ser torneado

- 1) Material duro → velocidade de corte menor.

2) Material macio → velocidade de corte maior.

**b) Material da ferramenta a ser utilizada**

1) Ferramenta de pastilha de carboneto → velocidade de corte maior.

2) Ferramenta de aço rápido → velocidade de corte menor.

**c) Tipo de operação de torneamento**

1) Desbastar → velocidade de corte menor.

2) Acabamento → velocidade de corte maior.

**d) Dimensão ou diâmetro da peça a ser torneada**

1) Peça com diâmetro grande → menor rotação.

2) Peça com diâmetro pequeno → maior rotação.

Os dados anteriormente mencionados podem ser utilizados como regra geral na falta de tabelas mais precisas. O ideal é utilizar tabelas atualizadas, pois as velocidades de corte e conseqüentemente as rotações serão as mais adequadas.

**Cálculo de velocidade de corte para torneamento**

Para calcular a velocidade de corte no torneamento, deve-se empregar a seguinte fórmula:

$$V_c = \frac{\pi \times d \times n}{1000}$$

$V_c$  = Velocidade de corte (m/min);  
 $\pi$  = Constante (3,1416);  
 $d$  = Diâmetro da peça (mm);  
 $n$  = Rotação por minuto da peça (rpm).

Como a unidade de medida da velocidade de corte ( $V_c$ ) é dada em metros por minuto (m/min), devemos dividir o resultado por 1000, pois as dimensões da peça são fornecidas em milímetros (mm).

Uma vez conhecida a fórmula, é preciso compreender como ela deve ser aplicada. Acompanhe o exemplo a seguir.

Sabendo que o diâmetro da peça é 80 mm e a rotação da peça por minuto é igual a 160 rpm, qual é a velocidade de corte correta?

$$V_c = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \quad V_c = \frac{3,1416 \times 80 \times 160}{1000} \quad V_c = \frac{40212,48}{1000}$$

**Resposta:  $V_c = 40,212\text{m/min}$**

### Cálculo da rotação da peça por minuto - rpm

Adaptando a fórmula da velocidade de corte ( $V_c$ ), é possível calcular a rotação da peça por minuto. Para calcular a rotação da peça por minuto ( $n$ ), adota-se a seguinte fórmula:

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times d}$$

$V_c$  = Velocidade de corte (m/min);  
 $\pi$  = Constante (3,1416);  
 $d$  = Diâmetro da broca (mm);  
 $n$  = Rotação por minuto da peça (rpm).

Sabendo que a velocidade de corte do aço ao carbono SAE 1030 é de 200 m/min para a usinagem de desbaste utilizando pastilha de carboneto e que o diâmetro da peça é de 55 mm, qual a rotação por minuto da peça?

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times d} \quad n = \frac{200 \times 1000}{3,1416 \times 55} \quad n = \frac{20000}{172,88}$$

**Resposta:  $n = 1157,48$  rpm**

### Cálculo do avanço da ferramenta por minuto

Para que possamos calcular o avanço da ferramenta por minuto, necessitamos saber qual é o avanço da ferramenta por rotação e qual é o número de rotação por minuto da peça que será usinada. Para esse cálculo, é utilizada a seguinte fórmula:

$$A = f \times \text{rpm}$$

$A$  = Avanço da ferramenta por minuto (mm/min);  
 $f$  = Avanço que a ferramenta executa por rotação (mm);  
 $\text{rpm}$  = Rotação por minuto da peça.

Sabendo que o avanço da ferramenta por rotação é de 0,8 mm e que o número de rotação por minuto da peça é de 550 rpm, qual é o avanço da ferramenta por minuto?

$$A = f \times \text{rpm} \quad A = 0,8 \times 550$$

**Resposta:  $A = 440$ mm/min**

Portanto, a ferramenta efetuará um movimento longitudinal de 440 mm a cada minuto de usinagem.

### Operação em balanço ou com uso de contra ponta

As operações muito realizadas no torneamento são cilindrar interno e externo.

A operação de cilindrar externo pode ser realizada em balanço ou com o auxílio de uma contraponta<sup>25</sup>.

A operação de cilindrar em balanço, sem o auxílio da contraponta tem mais possibilidades de apresentar problemas de tolerâncias dimensionais, de forma e de qualidade do acabamento.

Para a operação de cilindrar em balanço, recomenda-se que o comprimento livre para fora das castanhas seja menor ou igual a 1,5 vezes o diâmetro do material da peça que será usinada. Este procedimento eliminará vibrações, flexão do material e impedirá maiores problemas com a peça que está sendo usinada. A figura, a seguir, ilustra a relação  $L/D$  que deve ocorrer na fixação da peça em balanço na operação de torneamento cilíndrico externo.

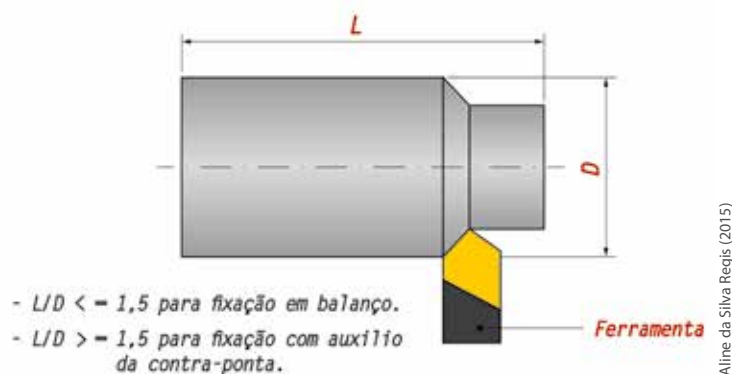


Figura 338 - Fixação da peça em balanço  
 Fonte: do Autor

A figura, a seguir, ilustra a relação  $L/D$  que deve ocorrer na fixação da peça com o auxílio de uma contra-ponta na operação de torneamento cilíndrico externo.

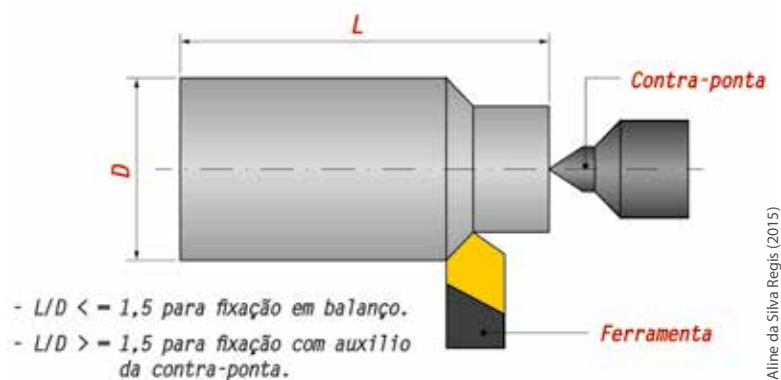
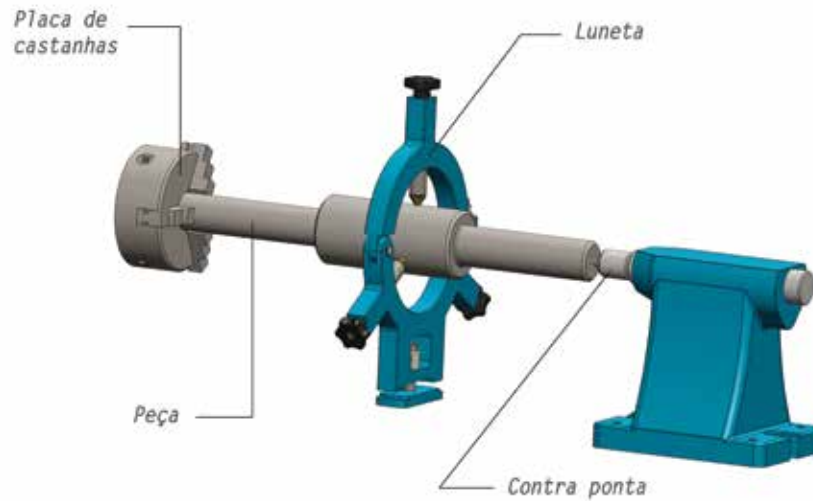


Figura 339 - Fixação da peça com contra-ponta  
 Fonte: do Autor

<sup>25</sup> É um acessório utilizado para apoiar as extremidades do material a ser torneado externamente, mantendo a referência entre a linha de centro da peça e do eixo da máquina.

Quando houver um comprimento maior que 1,5 vezes o diâmetro, recomenda-se a utilização de uma contraponta para evitar o surgimento de vibrações e flexão do material.

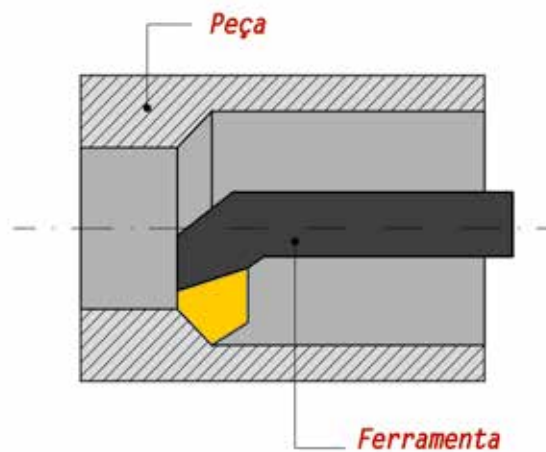
Na usinagem de grandes comprimentos, e principalmente com diâmetros pequenos, mesmo utilizando contraponta, existirá a chance do material flexionar e ocorrer problemas de tolerância dimensional e de forma. Para esses casos, é necessário que, além da contraponta, também seja utilizado um acessório chamado de luneta, que deverá ser instalado entre a placa de castanhas e a contraponta. A figura, a seguir, ilustra a aplicação da luneta para apoio e estabilização de peças compridas na operação de torneamento cilíndrico externo.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 340 - Fixação da peça com uso de luneta e contraponta  
Fonte: do Autor

No torneamento cilíndrico interno, os problemas surgem por causa da dificuldade de refrigeração da saída de cavaco e vibrações, principalmente quando se faz uso de ferramentas delgadas.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 341 - Torneamento cilíndrico interno  
Fonte: do Autor

A figura anterior exemplifica a operação de torneamento cilíndrico interno.

Nesta situação, quanto menor o furo, maiores são as dificuldades para refrigerar e extrair o cavaco.

A vibração tende a ser maior, pois é preciso utilizar ferramentas com o corpo mais delgado<sup>26</sup>, o que favorece a vibração e leva a erros de tolerância.

### 7.3.2 FRESAMENTO

O processo de fresamento apresenta algumas diferenças em relação ao torneamento. No torneamento, a peça executa o movimento de rotação e a ferramenta produz o movimento coplanar de translação<sup>27</sup>.

No fresamento, os movimentos são inversos ao do torneamento. No fresamento, a peça executa o movimento de translação e a ferramenta, que é denominada de fresa, gira continuamente, conforme ilustrado nas figuras, a seguir.

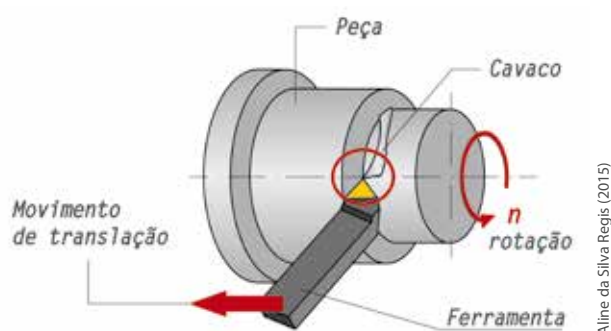


Figura 342 - Comparação da cinemática do processo de torneamento e fresamento  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

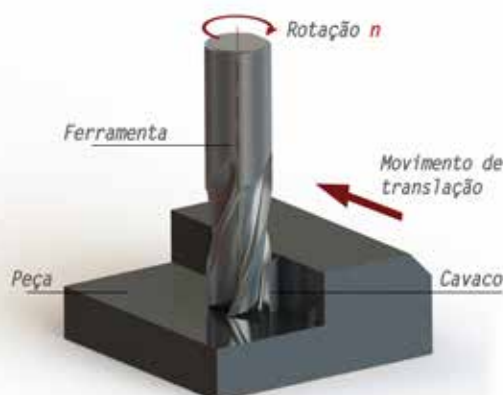


Figura 343 - Comparação da cinemática do processo de torneamento e fresamento  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

<sup>26</sup> É quando uma peça ou ferramenta tem pequena espessura. É fina.

<sup>27</sup> É o deslocamento paralelo, em linha reta, na mesma direção e no mesmo sentido de um objeto ou peça.

Outra diferença entre os processos é que no torneamento são fabricadas peças com simetria de revolução, já na usinagem por fresamento, obtêm-se peças prismáticas<sup>28</sup>, conforme é possível observar na figura, a seguir.

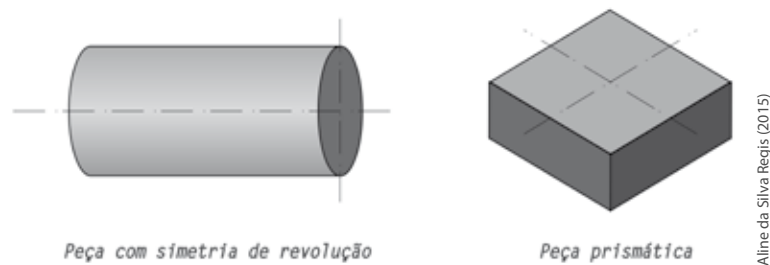


Figura 344 - Formas geradas nas operações de torneamento e fresamento  
Fonte: do Autor

### Tipos de fresamento

O processo de fresamento pode ser realizado através de duas operações distintas, utilizando ferramentas apropriadas para cada operação. O fresamento pode ser frontal, em que é utilizada uma ferramenta chamada fresa de topo, ou o fresamento pode ser tangencial (periférico), utilizando uma fresa cilíndrica ou tangencial. A operação de fresamento também pode ter movimentos concordantes e discordantes. Quando o movimento de avanço da mesa da fresadora levar a peça contra o movimento de rotação dos dentes da fresa, o movimento é denominado de discordante. Caso o avanço da mesa leve a peça no mesmo sentido de rotação dos dentes da fresa, este movimento é denominado de concordante.

#### a) Fresamento tangencial

Nesta operação, os dentes ativos da ferramenta situam-se na periferia da superfície cilíndrica da fresa (ferramenta), sendo o seu eixo paralelo com a superfície da peça que está sendo usinada.

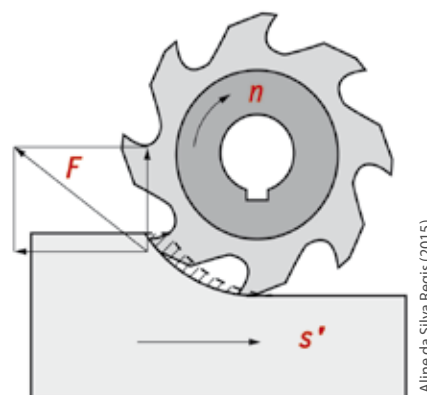


Figura 345 - Fresamento tangencial com movimento discordante  
Fonte: do Autor

28 Que tem a forma de um prisma. É uma barra que segue uma reta com área transversal uniforme.

### b) Fresamento frontal

Na operação de fresamento frontal, os dentes ativos da ferramenta situam-se na parte frontal da fresa, sendo o eixo da ferramenta posicionado perpendicular à superfície da peça que será usinada. Na figura, a seguir, é possível visualizar o movimento do conjunto peça e ferramenta concordante.

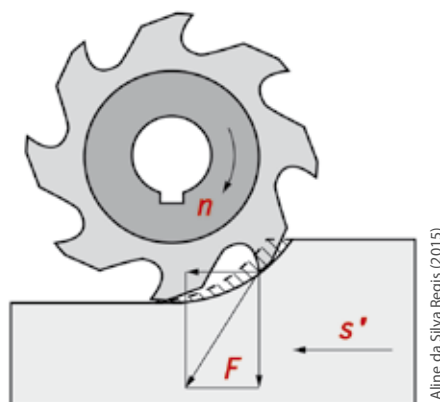


Figura 346 - Fresamento frontal com movimento concordante  
Fonte: do Autor

### Cálculo dos parâmetros de corte para o fresamento

Se os parâmetros de corte não forem bem definidos, haverá problemas de qualidade nas peças usinadas, bem como menor vida útil das ferramentas utilizadas no processo. Tudo isso afetará a produtividade e aumentará os custos operacionais.

Para realizar a definição dos parâmetros de corte no processo de fresamento, é preciso inicialmente determinar a velocidade de corte. O valor da velocidade de corte pode ser calculado ou retirado de tabelas que são encontradas em diversas literaturas sobre fundamentos de usinagem, ou em tabelas fornecidas pelos fornecedores de ferramentas. A fórmula para calcular a velocidade de corte é:

$$V_c = \frac{\pi \times d \times n}{1000}$$

$V_c$  = Velocidade de corte (m/min);  
 $\pi$  = Constante (3,1416);  
 $d$  = Diâmetro da fresa (mm);  
 $n$  = Rotação por minuto da fresa (rpm).

Na figura, a seguir, encontra-se um modelo de tabela para definir o valor da velocidade de corte para o fresamento nas operações de desbaste e acabamento, utilizando ferramentas de aço rápido e de metal duro.

VELOCIDADE DE CORTE PARA FRESAR (m/min)				
MATERIAL A SER USINADO	MATERIAL DA FERRAMENTA			
	AÇO RÁPIDO		METAL DURO	
	DESBASTE	ACABAMENTO	DESBASTE	ACABAMENTO
Aço 400 N/mm <sup>2</sup>	35	50	170	230
Aço 600 N/mm <sup>2</sup>	25	35	130	180
Aço 800 N/mm <sup>2</sup>	18	25	80	120
Aço de ferramenta	15	20	35	55
Aço fundido	20	30	110	150
Ferro fundido	25	38	130	180
Ferro fundido duro	12	18	50	75
Ferro fundido mole	18	28	75	120
Bronze mole	60	90	300	400
Bronze duro	30	50	150	200
Latão macio	60	90	300	400
Latão duro	40	60	200	300
Alumínio	100	150	250	300

Tabela 1 - Tabela de velocidade de corte para fresar em (m/min)  
 Fonte: Adaptado de (CUNHA, 2006, p. 194)

Para usinar um bloco de aço com resistência de 600 N/mm<sup>2</sup>, pelo processo de fresamento utilizando uma fresa de topo de 40 mm e 10 dentes, cujo material é o aço rápido, qual é a velocidade de corte?

Analisando a tabela anterior, na linha onde temos o Aço com 600 N/mm<sup>2</sup> de resistência, a velocidade de corte corresponde a 25 m/min para a operação de desbaste e 35 m/min para a operação de acabamento.

Conhecendo o valor da velocidade de corte, é preciso saber o valor da rotação por minuto (n) adequada para a ferramenta. Neste caso, é preciso adotar a seguinte fórmula:

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times d}$$

V<sub>c</sub> = Velocidade de corte (m/min);

π = Constante (3,1416);

d = Diâmetro da fresa (mm);

n = Rotação por minuto da fresa (rpm).

Para calcular a rotação por minuto adequada para fresar o bloco de aço nas operações de desbaste e acabamento, aplica-se a seguinte fórmula:

**Operação de desbaste:**

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times d} \quad n = \frac{25 \times 1000}{3,1416 \times 40} \quad n = \frac{25000}{125,664}$$

**Resposta: n = 198,94 rpm****Operação de acabamento:**

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times d} \quad n = \frac{35 \times 1000}{3,1416 \times 40} \quad n = \frac{35000}{125,664}$$

**Resposta: n = 278,52 rpm**

Rotações superiores ao que foi calculado poderão ser utilizadas, desde que não ultrapasse a faixa de velocidade de corte recomendada pelo fabricante da ferramenta e também se a máquina oferecer condições de estabilidade (robustez) para que a operação de usinagem possa ser realizada.

**FIQUE ALERTA**

Quando a máquina não dispuser das rotações por minuto que foram calculadas para as operações que devem ser realizadas, sejam de desbaste ou acabamento, deve-se utilizar a rotação disponível na máquina, que seja mais próxima daquela que foi calculada, para evitar o desgaste prematuro da ferramenta.

Também devemos conhecer o avanço que a mesa faz por volta da fresa. Para isso, é necessário conhecer o valor que cada dente avança e o número de dentes da fresa. O valor que cada dente avança é extraído das tabelas fornecidas pelos fabricantes de ferramentas. Para calcular o avanço por volta da fresa, emprega-se a fórmula a seguir:

$$av = ad \times z \quad \text{onde: } \begin{array}{l} av = \text{avanço por volta da fresa (mm);} \\ ad = \text{avanço por dente da fresa (mm);} \\ z = \text{número de dentes da fresa.} \end{array}$$

Os dados para a seleção do avanço por dente de fresas de aço rápido do tipo cilíndrica e de topo podem ser extraídos da tabela, a seguir:

ESCOLHA DO AVANÇO POR DENTE PARA FRESAS DE AÇO RÁPIDO		
MATERIAL A SER USINADO	TIPO DE FRESA	AVANÇO POR DENTE (mm)
Aço até 600 N/mm <sup>2</sup>	CILÍNDRICA	0,22
Aço de 600 - 900 N/mm <sup>2</sup>		0,20
Aço de 900 - 1100 N/mm <sup>2</sup>		0,17
Aço acima de 1100 N/mm <sup>2</sup>		0,10
Ferro fundido até 180 HB		0,22
Ferro fundido acima de 180 HB		0,18
Latão		0,24
Metais leves		0,10
Cobre		0,26
Aço até 600 N/mm <sup>2</sup>		DE TOPO
Aço de 600 - 900 N/mm <sup>2</sup>	0,22	
Aço de 900 - 1100 N/mm <sup>2</sup>	0,22	
Aço acima de 1100 N/mm <sup>2</sup>	0,12	
Ferro fundido até 180 HB	0,25	
Ferro fundido acima de 180 HB	0,18	
Latão	0,25	
Metais leves	0,12	
Cobre	0,26	

Tabela 2 - Exemplo de tabela de avanço por dente da fresa em (m/min)  
Fonte: do Autor

Uma vez que os cálculos da velocidade de corte e da rotação por minuto da fresa já foram realizados, é preciso determinar o avanço por volta da fresa cujo número de dentes é igual a 10.

$$av = ad \times z \quad av = 0,22 \times 10 \quad av = 2,2 \text{ mm}$$

Conforme é possível observar neste cálculo, o avanço por volta da fresa é de 2,2 milímetros.

Tendo calculado o avanço por volta da fresa, é preciso calcular o avanço da mesa da fresadora, empregando-se a seguinte fórmula.

$$am = av \times n$$

onde:  $am$  = avanço da mesa (mm/min);  
 $av$  = avanço por volta da fresa (mm);  
 $n$  = número de rotações da fresa.

$$am = av \times n \quad am = 2,2 \times 198,94 \quad am = 437,67 \text{ mm/min} - \text{Para a operação de desbaste.}$$

$$am = av \times n \quad am = 2,2 \times 278,52 \quad am = 612,74 \text{ mm/min} - \text{Para a operação de acabamento.}$$

Portanto, os parâmetros de corte para usinagem de um bloco de aço com resistência de  $600 \text{ N/mm}^2$ , pelo processo de fresamento utilizando uma fresa de topo de 40 mm e 10 dentes, cujo material da fresa é aço rápido, será:

#### **Parâmetro de corte para operação de desbaste**

$$Vc = 25 \text{ m/min}$$

$$n = 198,94 \text{ rpm}$$

$$av = 2,2 \text{ mm por volta da fresa;}$$

$$am = 437,67 \text{ mm/min}$$

#### **Parâmetro de corte para operação de acabamento**

$$Vc = 35 \text{ m/min}$$

$$n = 278,52 \text{ rpm}$$

$$av = 2,2 \text{ mm por volta da fresa;}$$

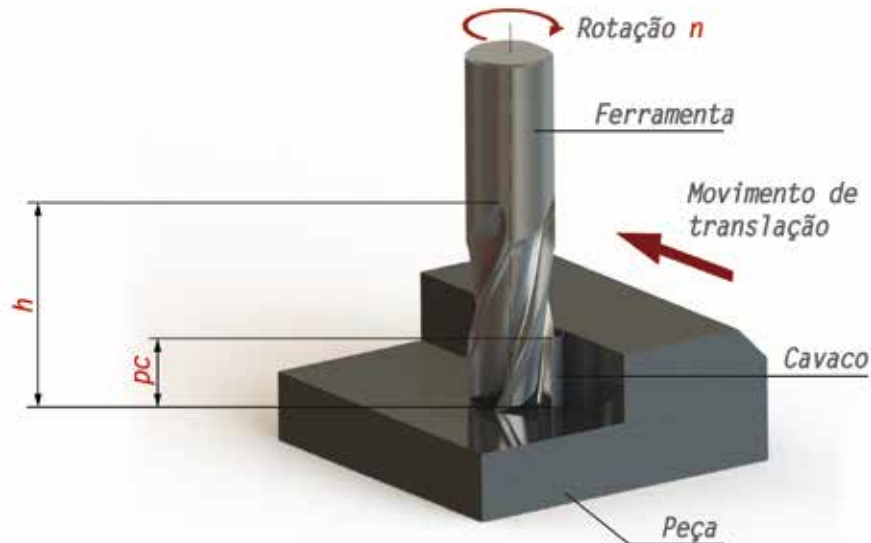
$$am = 612,74 \text{ mm/min}$$

A profundidade de corte (**pc**) irá determinar quantos passes o operador da máquina realizará para retirar o sobremetal da peça. O operador deverá medir a peça, comparar com a medida do desenho, para então saber quanto há de sobremetal e aí determinar o número de passes<sup>29</sup> que será realizado.

A profundidade de corte também pode ser encontrada em tabelas fornecida pelos fabricantes de ferramentas. Com o passar do tempo, o operador irá adquirir experiência e saberá quando poderá realizar passes de desbaste com espessura superior ao recomendado pelas tabelas. Para isso, ele analisará as condições da máquina, tipo de material que está sendo usinado e o tipo de ferramenta que será utilizada no processo. Visando assegurar maior vida útil do equipamento e da ferramenta, recomenda-se que na operação de desbaste não seja ultrapassado  $1/3$  da altura da fresa.

---

<sup>29</sup> É o número de vezes que a ferramenta irá remover a espessura ou camada de sobremetal da peça na forma de cavaco.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 347 - Regra prática para adoção da profundidade de corte (pc)  
Fonte: do Autor



As pesquisas sobre materiais, ferramentas, lubrificantes, refrigerantes etc. caminham a passos largos no meio industrial. Por este motivo, o melhor local para você encontrar os melhores valores para os parâmetros de usinagem, tais como velocidade de corte, rotação por minuto, avanço, profundidade de corte, são nas tabelas disponibilizadas nos sites dos fabricantes e nos balcões dos revendedores.

### 7.3.3 RETIFICAÇÃO

A retificação é um dos processos mais utilizados para conferir às peças o acabamento superficial desejado, além do que, pode ser aplicado praticamente em todos os metais que possuem a característica de serem dúcteis e poderem ser endurecidos. Com a retificação, pode-se conseguir ótimos acabamentos, onde a rugosidade ( $R_a$ ) pode chegar até  $0,025\mu\text{m}$ .

Conforme Fitzpatrick (2013, p. 310),

[...] retificação de precisão é um processo abrasivo onde o metal é removido com um rebolo, em uma operação que acontece geralmente após um torneamento, furação e fresagem. Essa operação melhora o acabamento superficial e a exatidão e, além disso, dá forma ao metal que foi endurecido além da capacidade padrão das ferramentas de corte padrão.

Já Diniz (2003, p. 229) afirma que:

[...] define a retificação como sendo um processo de usinagem muito utilizado na indústria metal-mecânica. Muitas das peças usinadas têm a retificação como a última operação de usinagem de uma ou várias de suas superfícies. É um processo que age por abrasão e suas principais características são a possibilidade de obtenção de tolerâncias apertadas (tolerância dimensional entre IT4 e IT6 e tolerância geométrica compatível) e baixas rugosidades ( $R_a$  de 0,2 a  $1,6\mu\text{m}$ ); isto é, baixa capacidade de remoção de cavaco. Assim, em geral, é um processo de acabamento.

No processo de retificação, a ferramenta utilizada é denominada de rebolo, que gira por sobre a superfície da peça, que também pode girar ou não. A peça, ou o rebolo, desloca-se segundo uma trajetória determinada, podendo, deste modo, a retificação ser tangencial<sup>30</sup> ou frontal.



Figura 348 - Processo de retificação externa

- **Rebolo**

Rebolo é a ferramenta utilizada no processo de retificação, ou nas operações de retificação. Estes são compostos por grãos abrasivos que podem ser de óxido de alumínio, carboneto de silício, nitreto de boro e diamante, e também por um aglomerante que une os grãos abrasivos. O aglomerante pode ser vitrificado, como, por exemplo, a argila aquecida, ou resinoide que podem ser compostos de plásticos flexíveis. O aglomerante vitrificado é o mais utilizado na composição dos rebolos, ultrapassando os 70%.

É importante observar durante o processo de retificação se está sendo atendida a relação entre a rugosidade ( $R_a$ ), a granulação do abrasivo e a profundidade de corte, porque isso contribuirá para a exatidão dimensional e o bom acabamento da peça.

---

30 É o processo de retificação que ocorre com a superfície de revolução do rebolo.

Rugosidade é a irregularidade micrométrica que se forma na superfície das peças durante o processo de usinagem. No caso da retificação, pode ser causada por desbalanceamento do rebolo ou por problema na constituição, irregularidades no movimento da mesa, ou desgaste da máquina.

Para rugosidade Ra  $\sqrt{12.5}$ , a granulação do rebolo deve ser de 40 a 50 e a profundidade de corte de 10 a 30  $\mu\text{m}$ .

Para rugosidade Ra  $\sqrt{6.3}$ , a granulação do rebolo deve ser de 80 a 100 e a profundidade de corte de 5 a 15  $\mu\text{m}$ .

Para rugosidade Ra  $\sqrt{0.8}$ , a granulação do rebolo deve ser de 200 a 300 e a profundidade de corte de 1 a 8  $\mu\text{m}$ .

A tabela, a seguir, indica o estado de superfícies em desenhos técnico e segue a norma NBR 8404/1984.

CLASSE DE RUGOSIDADE	RUGOSIDADE RA (VALOS DE UM)
N12	50
N11	25
N10	12,5
N9	6,3
N8	3,2
N7	1,6
N6	0,8
N5	0,4
N4	0,2
N3	0,1
N2	0,05
N1	0,025

Tabela 3 - Classe de rugosidade, conforme NBR 8404/1984

Fonte: do Autor

Para melhor entendimento, verifique, na tabela, a seguir, um comparativo das rugosidades entre os processos de usinagem.

TABELA DE RUGOSIDADE												
Grupos de Rugosidade	▽			▽▽			▽▽▽			▽▽▽▽		
Rugosidade máxima valores em Ra (µm)	50			6,3			0,8			0,1		
(GRADE)Classes de rugosidade	N12	N11	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1
Rugosidade máxima valores em Ra (µm)	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025
INFORMAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS DE USINAGEM												
Serrar	[Barra com 3 segmentos: branco, preto, hachurado]											
Limar	[Barra com 3 segmentos: branco, preto, hachurado]											
Plainar	[Barra com 3 segmentos: branco, preto, hachurado]											
Tornear	[Barra com 3 segmentos: branco, preto, hachurado]											
Furar	[Barra com 3 segmentos: branco, preto, hachurado]											
Rebaixar	[Barra com 3 segmentos: branco, preto, hachurado]											
Alargar	[Barra com 3 segmentos: branco, preto, hachurado]											
Fresar	[Barra com 3 segmentos: branco, preto, hachurado]											
Brochar	[Barra com 3 segmentos: branco, preto, hachurado]											
Raspar	[Barra com 3 segmentos: branco, preto, hachurado]											
Retificar(frontal)	[Barra com 3 segmentos: branco, preto, hachurado]											
Retificar(lateral)	[Barra com 3 segmentos: branco, preto, hachurado]											
Alisar	[Barra com 3 segmentos: branco, preto, hachurado]											
Superfinish	[Barra com 3 segmentos: branco, preto, hachurado]											
Lapidar	[Barra com 3 segmentos: branco, preto, hachurado]											
Polir	[Barra com 3 segmentos: branco, preto, hachurado]											
[Ícone: Caixa branca]	Faixa para desbaste superior											
[Ícone: Caixa preta]	Rugosidade realizável com usinagem comum											
[Ícone: Caixa hachurada]	Rugosidade realizável com cuidados e métodos especiais											

Tabela 4 - Tabela de rugosidade  
 Fonte: Adaptado de (CUNHA, 2006, p. 497)

Como em todo processo, sempre há algumas regras práticas que podem direcionar o início do processo até que se tenha mais informações de artigos técnicos, livros e no site dos fabricantes de rebolos. Por esse motivo, é importante fazer algumas observações durante o processo, tais como:

- ao retificar um material mole, a velocidade da mesa deve ser maior do que para um material duro;

**VALORES DE REFERÊNCIA PARA VELOCIDADE DE CORTE  $V_c$ ; VELOCIDADE DE AVANÇO  $V_f$ , RELAÇÃO DE VELOCIDADE  $q$** 

Material	Retífica plana						Retífica cilíndrica					
	Retífica tangencial			Retífica lateral			Retífica externa			Retífica interna		
	$V_c$ m/s	$V_f$ m/min	$q$	$V_c$ m/s	$V_f$ m/min	$q$	$V_c$ m/s	$V_f$ m/min	$q$	$V_c$ m/s	$V_f$ m/min	$q$
Aço	30	10-35	80	25	6-25	50	35	10	125	25	19-23	80
Ferro fundido	30	10-35	65	25	6-30	40	25	11	100	25	23	65
Metal duro	10	4	115	8	4	115	8	4	100	8	8	60
Ligas de alumínio	18	15-40	30	18	24-45	20	18	24-30	50	16	30-40	30
Ligas de cobre	25	15-40	50	18	20-45	30	30	16	80	25	25	50

Tabela 5 - Velocidade de corte e velocidade de avanço na retificação  
Fonte: Adaptado de (Fischer, 2008)

b) deve-se verificar o rebolo que será utilizado no processo e conferir a velocidade periférica; se for rebolo de liga vitrificada, a velocidade periférica deve ser até 33m/s; se for de liga resinoide, a velocidade pode ser maior e chegar até 45 m/s;

c) ao retificar material mole, observar se o rebolo é duro; e, se o material for duro, verificar se o rebolo é macio.

**SELEÇÃO DE REBOLOS**

Valores de referência para seleção de rebolos (sem diamante e nitrito de boro)

Retificação cilíndrica externa

Material	Abra-sivo	Desbaste		Acabamento com $\emptyset$ de rebolo				Acabamento fino	
		Granu-lometria	Dureza	até 500 mm		acima de 500 mm		Granu-lometria	Dureza
				Granu-lometria	Dureza	Granu-lometria	Dureza		
Aço sem têmpera	A	54	M-N	80	M-N	60	L-M	180	L-M
Aço temperado, ligado, não ligado	A	46	L-M	80	K-L	60	J-K	240-500	H-N
Aço temperado alta liga	A, C	80	M-N	80	N-O	60	M-N	240-500	H-N
Metal duro, cerâmica	C	60	K	80	K	60	K	240-500	H-N
Ferro fundido	A, C	60	L	80	L	60	L	100	M
Metais não fer, p.ex, Al, Cu, CuZn	C	46	K	60	K	60	K	-	-

Retificação cilíndrica

Material	Abra-sivo	Diâmetro do rebolo em mm							
		até 20		acima de 20 até 40		acima de 40 até 80		acima de 80	
		Granu-lometria	Dureza	Granu-lometria	Dureza	Granu-lometria	Dureza	Granu-lometria	Dureza
Aço sem têmpera	A	80	M	60	L-M	54	L-M	46	K
Aço temperado, ligado, não ligado	A	80	K-L	120	M-N	80	M-N	80	L
Aço temperado alta liga	A, C	80	J-K	100	K	80	K	60	J
Metal duro, cerâmica	C	80	G	120	H	120	H	80	G
Ferro fundido	A	80	L-M	80	K-L	60	M	46	M
Metais não fer, p.ex, Al, Cu, CuZn	C	80	I-J	120	K	60	J-K	54	J

Retificar plano tangencial									
Material	Abra- sivo	Rebolo copo		Rebolo reto				Segmentos de rebolo	
		D < 300 mm		D < 300 mm		D > 300 mm		rebolo	
		Granu- lometria	Dureza	Granu- lometria	Dureza	Granu- lometria	Dureza	Granu- lometria	Dureza
Aço sem têmpera	A	46	J	46	J	36	J	24	J
Aço temperado, ligado, não ligado	A	46	J	60	J	46	J	36	J
Aço temperado alta liga	A	46	H-J	60	I-J	46	I-J	36	I-J
Metal duro, cerâmica	C	46	J	60	J	60	J	46	J
Ferro fundido	A	46	J	46	J	46	J	24	J
Metais não fer, p.ex, Al, Cu, CuZn	C	46	J	60	J	60	J	36	J

Tabela 6 - Seleção de rebolos  
Fonte: Adaptado de (Fischer, 2008)

Nas operações de retificação, é importante observar a utilização de rebolos com granulação grossa e aglomerante vitrificado para a operação de desbaste, e granulação média com aglomerante vitrificado para operação de semiacabamento. No caso da operação de retificação fina, a granulação deverá ser fina e o aglomerante resinoide.

Para selecionar um rebolo, recomenda-se que suas dimensões sejam especificadas na seguinte ordem:

- 1) tipo do rebolo;
- 2) diâmetro externo;
- 3) espessura;
- 4) diâmetro do furo.

Para especificar o rebolo, é preciso seguir a seguinte ordem:

- 5) tipo de abrasivo;
- 6) tamanho do grão;
- 7) dureza;
- 8) porosidade;
- 9) liga;
- 10) símbolo do fabricante (opcional);
- 11) avisos de segurança (Ex.: 1650 rpm - máxima rotação permitida).

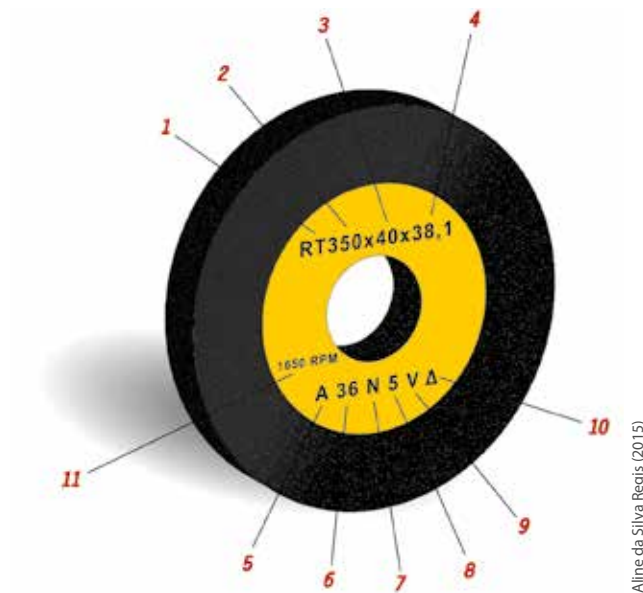
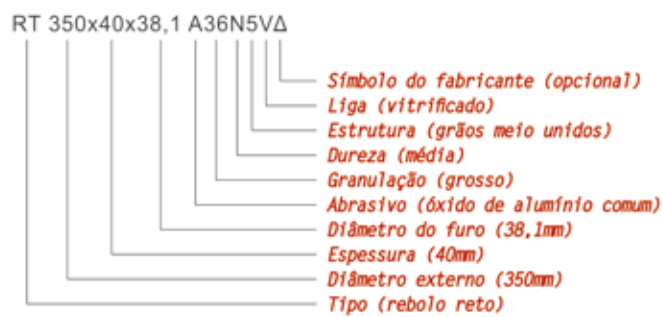


Figura 349 - Identificação do rebolo

Figura 350 - Detalhamento da Especificação e dimensões de um rebolo  
Fonte: Adaptado de (CUNHA, 2006, p. 369).

O quadro, a seguir, apresenta a classificação comumente usada para especificar os tipos de rebolos.

ABREVIÇÃO	TIPO DE REBOLO	ABREVIÇÃO	TIPO DE REBOLO
RT	Rebolo reto	PR	Prato
AN	Anel	PI	Pires
UL	Rebaixado de um lado	FA	Faca
DL	Rebaixado dos dois lados	SG	Segmento
CR	Copo reto	TI	Tijolo
CC	Copo cônico	ESP	Rebolos especiais
CH	Chanfrado	PM	Ponta Montada

Quadro 1 - Tipos de rebolos  
Fonte: Adaptado de (ABNT, 2008, p. 21)

O quadro, a seguir, apresenta a classificação dos tipos de abrasivos.

SÍMBOLOS	COMPOSTO
A	Óxido de alumínio cinza
AA	Óxido de alumínio branco
C	Carboneto de silício preto
GC	Carboneto de silício verde
A+AA+DA	Óxido de alumínio cinza + branco

Quadro 2 - Classificação quanto ao tipo dos Abrasivos  
Fonte: Adaptado de (CUNHA, 2006, p. 369).

A granulação é a denominação utilizada para se definir o tipo de abrasivo e o número que define o tamanho do grão. Quanto mais fino for o grão, maior será seu número na escala granulométrica. Ex.: A16 (A) Tipo do abrasivo; (16) Tamanho do grão.

GRÃO ABRASIVO
Muito Grosso 6 - 16
Grosso 20 - 54
Médio 60 - 120
Fino 150 - 240
Muito fino 280 - 500
Pó 600 - 1.600

Quadro 3 - Classificação quanto à granulação  
Fonte: Adaptado de (CUNHA, 2006, p. 369)

A representação de dureza indica a força de coesão dos grãos abrasivos. Quanto maior a dureza, menor será a chance dos grãos se desligarem. Determina-se a dureza de acordo com o material a ser retificado. A dureza dos rebolos é classificada em ordem crescente por letras, que vão de A até Z.

SÍMBOLOS	CLASSIFICAÇÃO
A-B-C-D	Para rebolos extremamente macios
E-F-G	Para rebolos muito macios
H-I-J-K	Para rebolos macios
L-M-N-O	Para rebolos de dureza média
P-Q-R-S	Para rebolos duros
T-U-V-W	Para rebolos muito duros
X-Y-Z	Para rebolos extremamente duros

Quadro 4 - Classificação da dureza dos rebolos  
Fonte: (ABNT, 2008, p. 20)



### CURIOSIDADES

Você sabia que a sigla NBR foi aprovada pela ABNT, que significa Norma Brasileira. Normalmente ela é acompanhada do número da norma, data ou outra informação pertinente, como por exemplo: NBR 15230/2008. .

Estrutura (porosidade) são os vazios não ocupados pela liga, juntamente com os grãos abrasivos. A porosidade exerce o papel de elemento de refrigeração do calor que é gerado pelo atrito entre o rebolo e o material. Nos quadros, a seguir, você encontrará a classificação da estrutura e da liga.

SÍMBOLOS	CLASSIFICAÇÃO
De 1 a 4	Para rebolos de aglomeramento fechado dos grãos
De 5 a 7	Para rebolos de aglomeramento médio dos grãos
De 8 a 12	Para rebolos de aglomeramento aberto dos grãos
Acima de 12	Os rebolos são classificados como super porosos

Quadro 5 - Estrutura (porosidade)  
Fonte: Adaptado de (ABNT, 2008)

SÍMBOLOS	COMPOSTO
V	Vitrificando
B	Resinoide
R	Borracha
E	Goma laca
O	Oxicloreto de magnésio

Quadro 6 - Liga  
Fonte: Adaptado de (CUNHA, 2006)

No quadro, a seguir, estão descritas as abreviaturas usadas para especificar os rebolos.

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
A	Altura total	F	Furo
Ac	Ângulo do chanfro	J	Largura da ponta plana
Ad	Altura da depressão	Lp	Largura da parede plana
C	Largura mínima do rolamento	Pa	Profundidade do rebaixo de um lado
Cb	Comprimento da bucha	Pb	Profundidade do rebaixo do outro lado
Cc	Comprimento da parte cilíndrica	Pr	Profundidade da depressão
D	Diâmetro externo	R	Raio da curvatura
Db	Diâmetro da base	Ra	Raio da parte cônica
Df	Diâmetro no fundo	Rb	Raio da ponta
Dr	Diâmetro do rebaixo	Pr1	Profundidade da depressão de um lado

Eb	Espessura da borda	Pr2	Profundidade da depressão do outro lado
Ef	Espessura do furo	U"	Medida de referência na face
Ep	Espessura da parede		

Quadro 7 - Abreviaturas usadas para especificar os rebolos  
Fonte: (ABNT NBR 15230, 2008)



### CURIOSIDADES

ABNT significa Associação Brasileira de Normas Técnicas e é o órgão responsável pela normalização no Brasil.

A velocidade empregada na peça também influencia no rebolo. "Aumentando-se a velocidade da peça, o rebolo se comporta como mais mole. Inversamente, quando a velocidade da peça diminui, o rebolo se comporta como mais duro." (CUNHA, 2006, p. 372).

MATERIAL	DESBASTE	ACABAMENTO	RETIFICAÇÃO INTERNA
Alumínio	18 a 21	18 a 21	48
Bronze, latão, cobre	18 a 20	18 a 21	42
Ferro fundido	15 a 18	15 a 18	36
Aços liga	9	9 a 12	24 a 30
Aço temperado	12	15 a 18	24 a 32
Aço não temperado	9 a 12	12 a 15	18 a 24
Ferramentas e chapas	22	32	
Superfícies cilíndricas	27	32	
Superfícies planas	20	32	
Superfícies internas	10	32	
Operação de desbastar com rebolo de liga vitrificada	25	32	
Operações de desastar com rebolo resinoide	35	47	
Rebolos de corte	50	80	
Disco de comando de válvula	10	25	

Quadro 8 - Velocidade dos rebolos (m/s.)  
Fonte: Adaptado de (CUNHA, 2006)

A figura, a seguir, apresenta os principais padrões de perfis de rebolos.

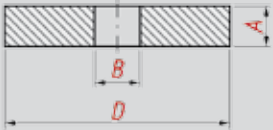
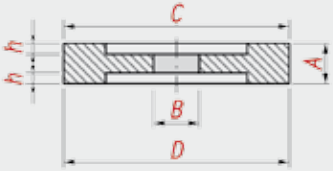
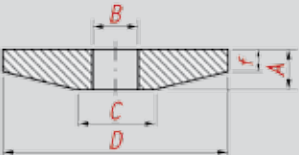
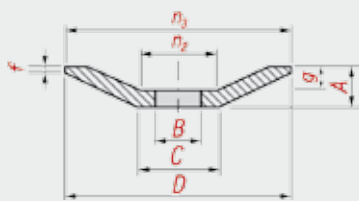
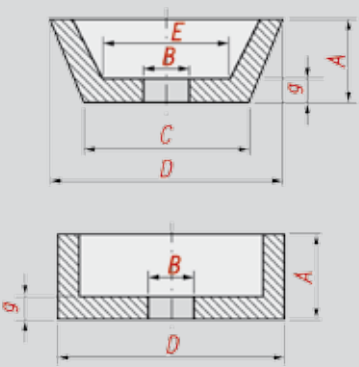
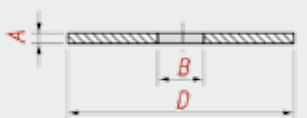
FORMA DOS REBOLOS E SEU EMPREGO		
	A1 A2 A3	Rebolo plano: rebarbação à mão livre, retificação plana, afiação de ferramentas.
	B2	Rebolo de ensablagem dupla: retificação cilíndrica entre pontas; afiação, retificação sem centros.
	C1 C2	Rebolo bisotado: rebarbação, esmerilhamento à mão livre.
	D1	Rebolo de prato: afiação de ferramentas.
	E1 E2 E3 E4 E7	Rebolo de copo cônico: retificação cilíndrica, faceamento, afiação de ferramentas. Rebolo de copo cilíndrico: retificação cilíndrica interior, faceamento vertical, afiação de ferramentas.
	G7	Rebolo de corte.

Figura 351 - Forma dos rebolos e seu emprego  
Fonte: Adaptado de (ROUILLER, 2004)

Os perfis de rebolos ajudam na seleção ou especificação para compra, e podem ser acessados nos sites e catálogos dos fornecedores de ferramentas.

### 7.3.4 FURAÇÃO

O processo de furação ocorre com muita frequência nas áreas produtivas. Ele pode ser realizado através de usinagem, utilizando brocas helicoidais<sup>31</sup>, com punções<sup>32</sup> em prensas, por eletroerosão, por remoção química, feixes de energia etc.



Figura 352 - Processo de furação com broca helicoidal

Conforme Diniz (2001, p. 183),

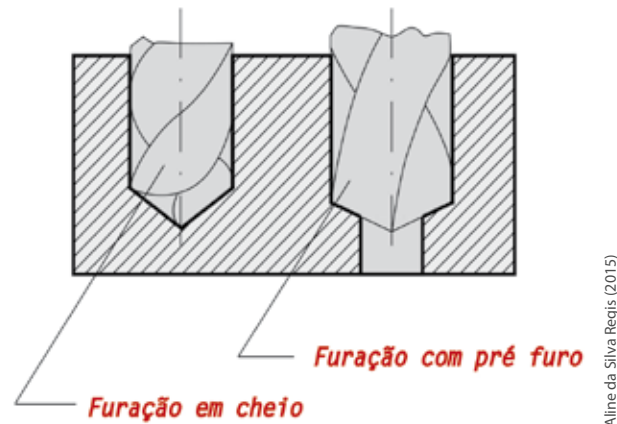
[...]o processo de furação é um dos processos de usinagem mais utilizados na indústria manufatureira. A grande maioria das peças de qualquer tipo de indústria tem pelo menos um furo, e somente uma parte muito pequena dessas peças já vem com o furo pronto do processo de obtenção da peça bruta (fundição, forjamento etc.).

O processo de furação acontece através do movimento relativo de rotação entre a peça e a ferramenta multi ou monocortante, denominada de broca. O movimento relativo e coincidente entre o eixo longitudinal da broca com o da peça é que garante o corte do material.

A grande maioria das peças, depois de passar pelo processo primário de fabricação, são levadas para o setor de usinagem onde ocorre a furação em cheio ou o aumento no diâmetro de pré-furos.

31 É uma ferramenta de corte com formato cilíndrico e provida de canais em forma de hélice em seu comprimento, tendo a ponta cônica afiada com ângulo pré-determinado.

32 Ferramenta que é fixada no cabeçote superior da prensa (martelo), cuja função pode ser a de perfurar ou dar forma à superfície de contato.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 353 - Tipos de furação com brocas helicoidais  
Fonte: do Autor

Apesar da importância que o processo de furação com brocas helicoidais tem para as indústrias, houve poucos avanços tecnológicos. Apesar de encontrarmos ferramentas de aço rápido, de metal duro, de cerâmica, de nitreto de boro, de diamante e de aço rápido revestido com nitreto de titânio, o processo de furação ainda é muito lento se comparado com o torneamento e o fresamento.

Quanto ao material de fabricação das brocas helicoidais, apesar de existirem diversos tipos, a broca mais utilizada é a de aço rápido.

As siglas SS (aço rápido comum), H SS1 (aço rápido de alta rotação), HM ou MD (metal duro) servem para identificar o material das brocas.



## CASOS E RELATOS

### CONSUMO ELEVADO DE BROCAS

Na empresa FixaFort, no setor de furação de parafusos para móveis, o consumo de brocas helicoidais aumentou em 30%.

Foi solicitado então ao técnico de processos que investigasse as causas do problema para corrigi-lo. Ao analisar os parâmetros do processo de usinagem, o mesmo constatou que as brocas não estavam sendo afiadas com o mesmo ângulo de ponta solicitado na folha de processos, pois vários operadores eram novos e não receberam treinamento adequado sobre afiação das brocas. A folha de processo especificava um ângulo de ponta de 118 graus, pois o material era aço e estavam com ângulos mais agudos, em torno de 90 a 100 graus.

Outro ponto não menos importante que foi constatado refere-se à qualidade da refrigeração das brocas. Ao verificar o óleo refrigerante, constatou-se que a concentração de óleo solúvel na água era inferior ao especificado. A folha de processos descrevia uma concentração de 3% de óleo solúvel para cada litro de água e o encontrado foi 1,5%.

O motivo para isso também foi a falta de treinamento, pois os operadores, ao detectarem o nível de óleo baixo no tanque, apenas estavam adicionando água e não conferiam o percentual da concentração de óleo, e isso estava desgastando prematuramente as brocas.

### Principais partes e ângulos das brocas

A figura, a seguir, apresenta os principais ângulos e partes das brocas helicoidais. É importante salientar que o ângulo de ponta normalmente mais utilizado no processo de furação é o de  $118^\circ$ .

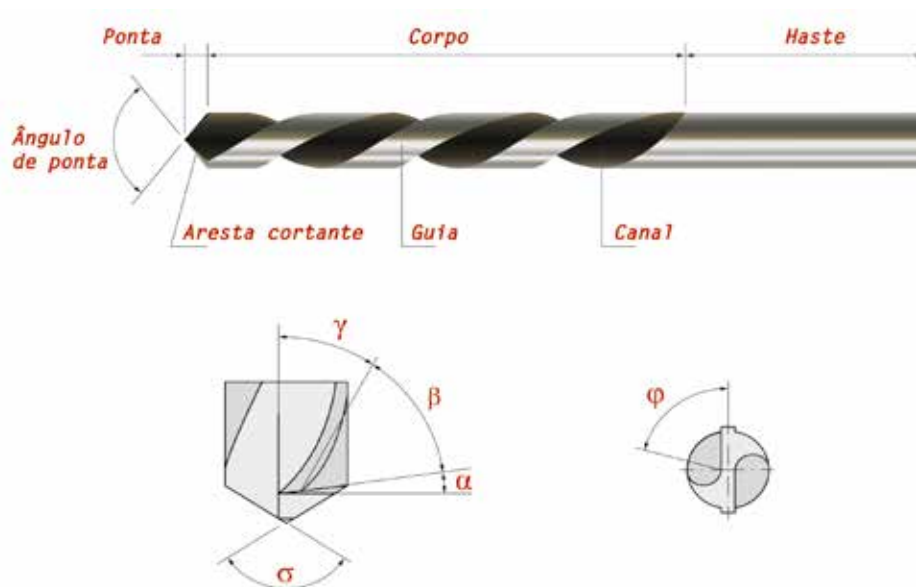


Figura 354 - Principais ângulos e partes das brocas helicoidais  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

De acordo com a figura anterior, existem os seguintes ângulos:

$\alpha$  = Ângulo de incidência;

$\beta$  = ângulo de cunha;

$\sigma$  = Ângulo de ponta;

$\varphi$  = Ângulo do gume;

$\gamma$  = Ângulo de saída.

Conforme o material que se deseja furar, é preciso verificar se os ângulos da broca estão de acordo com a operação desejada.

MATERIAL A FURAR	ÂNGULO DE PONTA ( $\sigma$ )	ÂNGULO DE SAÍDA ( $\gamma$ )	ÂNGULO DE FOLGA ( $\alpha$ )
Aços ao carbono	118 a 124°	20 a 30°	12 a 15°
Aços muito duros, aços-manganês, trilhos	140°	20 a 30°	12 a 15°
Latão e bronze	130°	10 a 15°	15°
Ligas de alumínio e cobre	120 a 130°	35 a 40°	12°
Ligas de magnésio	80 a 110°	35 a 40°	10°
Fibra, ebonite e madeira	50 a 80°	35 a 40°	10°
Mármore, plástico e baquelite	80 a 90°	35 a 40°	10°

Quadro 9 - Seleção dos ângulos da broca  
Fonte: Adaptado de (CUNHA, 2006)

Outro ponto importante a ser observado antes de realizar a furação de uma peça é sobre a precisão conseguida ao efetuar um furo com a broca. Nem todas as oficinas possuem brocas e máquinas ferramentas com capacidade para usinar furos precisos. Neste caso, antes de escolher a broca, deve-se calcular o desvio, para então determinar sua bitola.

A tabela, a seguir, é orientativa e auxilia no cálculo do desvio e definição do diâmetro correto da broca.

AUMENTO NO DIÂMETRO DO FURO UTILIZANDO BROCA HELICOIDAL				
DIÂMETRO DA BROCA (mm)	METAL LEVE		AÇO	
	MACIO	DURO	MACIO	DURO
5	0,45	0,25	0,16	0,12
10	0,75	0,4	0,18	0,14
15	0,9	0,48	0,2	0,16
20	1	0,52	0,22	0,18

Quadro 10 - Variação do diâmetro na furação com broca  
Fonte: Adaptado de (CUNHA, 2006)

Ao realizar um furo com uma broca de 5,0 mm em uma peça de aço macio, o aumento no diâmetro do furo seria de 0,16 mm. Como a broca utilizada foi de 5,0 mm, somando a este 0,16 mm, o furo ficará com 5,16 mm de diâmetro. Para conseguir precisão, é necessário diminuir 0,16 mm do diâmetro da broca, que é de 5,0 mm. Então:  $5,0 - 0,16 = 4,84$  mm. Este é o diâmetro da broca para que a furação fique o mais próximo possível da dimensão de 5,0 mm.

Dependendo da natureza do trabalho, geometria da peça e precisão requerida, existe a possibilidade de se utilizar um alargador para ajustar o furo.

Se houver a necessidade de fazer um furo preciso, existem brocas de metal duro com precisão milésima, mas para isso é necessário a utilização de conjunto de fixação e máquinas precisas.



### FIQUE ALERTA

Mesmo levando em consideração os valores da tabela, se a broca não estiver bem afiada e as arestas cortantes estiverem desiguais, a furação tende a ser ainda maior do que a variação da tabela.

### Parâmetro de corte no processo de furação

Como o corte é um processo muito comum e fácil de se realizar, seus parâmetros podem ser negligenciados. É comum o operador esquecer de realizar a correta seleção da velocidade de corte, utilizar a rotação inadequado e utilizar brocas mal afiadas. Para evitar erros que impactem em custos adicionais, problemas de qualidade, produtividade e riscos de acidentes, é preciso calcular corretamente os parâmetros de corte no processo de furação. Para iniciar o cálculo da velocidade de corte, adota-se a seguinte fórmula:

$$V_c = \frac{\pi \times d \times n}{1000}$$

$V_c$  = Velocidade de corte (m/min);  
 $\pi$  = Constante (3,1416);  
 $d$  = Diâmetro da fresa (mm);  
 $n$  = Rotação por minuto da fresa (rpm).

A tabela, a seguir, apresenta os dados de velocidade de corte e avanço por rotação da broca de aço rápido.

VELOCIDADE DE CORTE PARA FURAR COM BROCA DE HSS (m/min)						
MATERIAL DA PEÇA USINADA	VELOCIDADE DE CORTE ( $V_c$ ) EM m/min	DIÂMETRO DA BROCA EM MILÍMETRO				
		2 - 3	>3 - 6	> 6 - 12	>12 - 25	>25 - 50
Avanço $f$ em mm/rotação						
AÇOS DE BAIXA RESISTÊNCIA	40	0,05	0,10	0,15	0,25	0,35
AÇOS DE ALTA RESISTÊNCIA	20	0,04	0,08	0,10	0,15	0,20
AÇOS INOXIDÁVEIS	12	0,03	0,06	0,08	0,12	0,18
FERRO FUNDIDO	20	0,10	0,20	0,30	0,40	0,60
LIGAS DE ALUMÍNIO	45	0,10	0,20	0,30	0,40	0,60
LIGAS DE COBRE	60	0,10	0,15	0,30	0,40	0,60
TERMOPLÁSTICOS	50	0,10	0,15	0,30	0,40	0,60
PLÁSTICOS TERMORRÍGIDOS	25	0,05	0,10	0,18	0,27	0,35

VELOCIDADE DE CORTE PARA FURAR COM BROCA DE METAL DURO (m/min)						
MATERIAL DA PEÇA USINADA	VELOCIDADE DE CORTE (Vc) EM m/min	DIÂMETRO DA BROCA EM MILÍMETRO				
		2 - 3	>3 - 6	>6 - 12	>12 - 25	>25 - 50
		Avanço f em mm/rotação				
AÇOS DE BAIXA RESISTÊNCIA	90	0,05	0,10	0,15	0,25	0,40
AÇOS DE ALTA RESISTÊNCIA	80	0,08	0,13	0,20	0,30	0,40
AÇOS INOXIDÁVEIS	40	0,08	0,13	0,20	0,30	0,40
FERRO FUNDIDO	100	0,10	0,15	0,30	0,45	0,70
LIGAS DE ALUMÍNIO	180	0,15	0,25	0,40	0,60	0,80
LIGAS DE COBRE	200	0,12	0,16	0,30	0,45	0,60
TERMOPLÁSTICOS	80	0,05	0,10	0,20	0,30	0,40
PLÁSTICOS TERMORRÍGIDOS	80	0,05	0,10	0,20	0,30	0,40

Tabela 7 - Velocidade de corte e avanço por rotação da broca  
Fonte: Adaptado de (FISCHER et al., 2008)

Na prática, qual é a velocidade de corte adequada para furar com uma broca de 10,0 mm, cuja rotação é de 1150 rpm?

$$V_c = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \quad V_c = \frac{3,1416 \times 10 \times 1150}{1000} \quad V_c = \frac{36128,4}{1000} \quad V_c = 36,13 \text{ m/min}$$

Agora que você já sabe como encontrar o valor da velocidade de corte, é possível conhecer o valor da rotação por minuto (n) adequada para a cada diâmetro de broca. Para tanto, é preciso empregar a seguinte fórmula:

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times d}$$

Vc = Velocidade de corte (m/min);  
 $\pi$  = Constante (3,1416);  
d = Diâmetro da broca (mm);  
n = Rotação por minuto da peça (rpm).

Utilizando a fórmula do cálculo da rotação por minuto da broca, é preciso calcular a rpm adequada para furar um bloco de aço ao carbono SAE 1045 com uma broca de aço rápido com 15,0 mm. Pela tabela, sabe-se que a velocidade de corte é de 20 m/min. Então:

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times d} \quad n = \frac{20 \times 1000}{3,1416 \times 15} \quad n = \frac{20000}{47,124} \quad n = 424,41 \text{ rpm}$$

Para finalizar, é preciso calcular o avanço por minuto da broca, já que o avanço por volta da broca é encontrado na tabela anterior, e aplicar a seguinte fórmula:

$$V_f = f \times n$$

onde:  $V_f$  = avanço por minuto da broca (mm/min);  
 $f$  = avanço por volta da broca em mm;  
 $n$  = número de rotações por minuto da broca (rpm).

Pela tabela anterior, sabe-se que, para uma broca de 15,0 mm, o avanço por volta é de 0,15 mm e a rotação da broca é de 424,41 rpm. Sendo assim, aplica-se a fórmula:

$$V_f = f \times n \quad V_f = 0,15 \times 424,41 \quad V_f = 63,66 \text{ mm/min.}$$

Pelos cálculos realizados, para a usinagem de um furo de 15 mm em um bloco de aço SAE 1045, os parâmetros de corte são os seguintes:

$$V_c = 20 \text{ m/min.}$$

$$n = 424,41 \text{ rpm.}$$

$$V_f = 63,66 \text{ mm/min}$$

### 7.3.5 BROCHAMENTO

O brochamento é o processo de fabricação que realiza a usinagem através do arrancamento de aparas<sup>33</sup>, realizado com auxílio de uma ferramenta denominada de brocha. A brocha é uma ferramenta multicortante<sup>34</sup>, que possui vários formatos (quadrado, cilíndrico, hexagonal, retangular etc.). Esta ferramenta é constituída por uma haste cônica dentada, cujas dimensões dos dentes crescem progressivamente ao longo de seu comprimento. O movimento de progressão dos dentes é denominado de avanço e é muito importante, porque é realizado de forma progressiva, permitindo que em uma única operação aconteça a usinagem completa, iniciando pelo desbaste grosseiro até chegar ao ponto de acabamento. Por causa do aquecimento causado pelo atrito do arranque das aparas ou cavacos, o processo deve ser refrigerado com óleo solúvel ou óleo de corte.

<sup>33</sup> Retirada de material (cavacos em forma de lascas), pela ação de uma ferramenta de corte.

<sup>34</sup> São ferramenta que dispõem de múltiplas facas de corte; já as monocortantes, apresentam apenas uma.

O equipamento para realizar o processo de brochamento pode ser manual, com movimento retilíneo de vai e vem realizado através de uma alavanca ligada a uma cremalheira<sup>35</sup> fixada no eixo árvore (comum nas operações de abertura de rasgos de chaveta<sup>36</sup>), ou equipamentos hidráulicos, que promovem o movimento retilíneo uniforme. O tamanho do equipamento dependerá da necessidade de força para a usinagem dos perfis.

### Partes de uma brocha



Figura 355 - Brocha interna de tração  
Fonte: Adaptado de (SECCO et al., 2009a)

### Processo de arrancamento das aparas ou cavacos

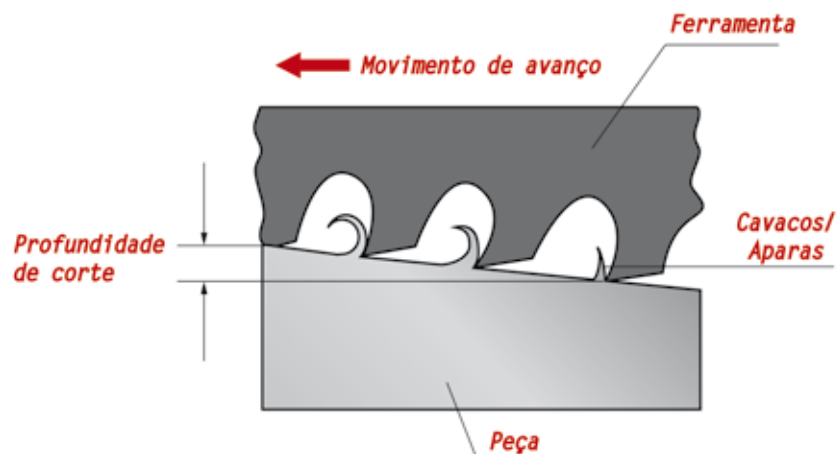


Figura 356 - Processo de desbaste por brochamento  
Fonte: do Autor

35 A cremalheira pode ser considerada como uma coroa dentada com diâmetro primitivo infinitamente grande. É usada para transformar movimento giratório em longitudinal.

36 Fenda ou canal aberto por uma ferramenta de corte sobre um eixo ou no interior do furo central de uma polia, engrenagem, acoplamento etc., cujas dimensões são tabeladas e se equivalem às dimensões da chaveta.

### Formas construtivas das Ferramentas (Perfil das brochas)

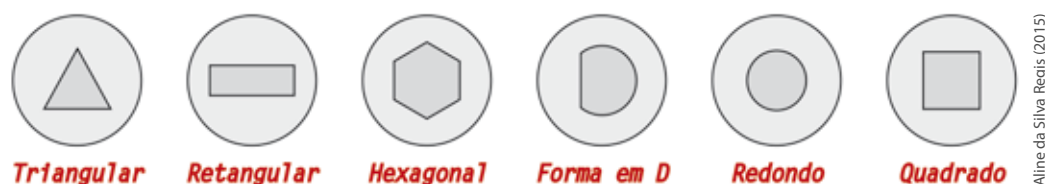


Figura 357 - Exemplo de perfis das brochas  
Fonte: do Autor

Como pode ser observado na figura anterior, as brochas são muito semelhantes, sendo que a maior diferença entre elas está no formato do perfil que será usinado.

#### 7.3.6 BRUNIMENTO

O brunimento é o processo de usinagem por abrasão que é realizado em peças semiacabadas que passaram por outros processos de usinagem, como torneamento, mandrilhamento<sup>37</sup>, fresamento, retificação interna etc. Este processo tem por objetivo conferir uma geometria precisa ao furo da peça, criar raios e proporcionar um bom acabamento superficial.

O processo de brunimento pode ser aplicado para a usinagem de peças de geometria plana como rasgos e canais, peças planas cilíndricas, perfis de roscas, perfis de engrenagens, furos cilíndricos e lobulares<sup>38</sup> e de perfis externos variados.

A ferramenta de brunir, ou brunidores, são constituídos de segmentos ou pedras abrasivas montadas em grupos, formadas por uma liga vitrificada de carboneto de silício que normalmente é aplicado no brunimento de peças de ferro fundido e materiais não ferrosos, como camisas<sup>39</sup> e bloco de motores.

Outra liga empregada neste processo é o óxido de alumínio, que é aplicado no brunimento de peças de aço, como, por exemplo, tubos hidráulicos. Existem também os superabrasivos, compostos de Nitreto de Boro Cúbico Cristalino (CBN), utilizado para brunir peças de aço temperado e também os abrasivos de diamante, que podem ser utilizados em peças de aço, ferro fundido, metal duro, cerâmica etc.

37 Processo de usinagem destinado à obtenção de superfícies de revolução, utilizando uma ou várias ferramentas de barra. Durante a operação, a ferramenta gira e a peça ou a ferramenta se deslocam simultaneamente, segundo uma trajetória pré-determinada.

38 Elemento formado por um ou mais segmentos de círculo que se multiplica formando um conjunto, muito utilizado como rotores de bombas hidráulicas.

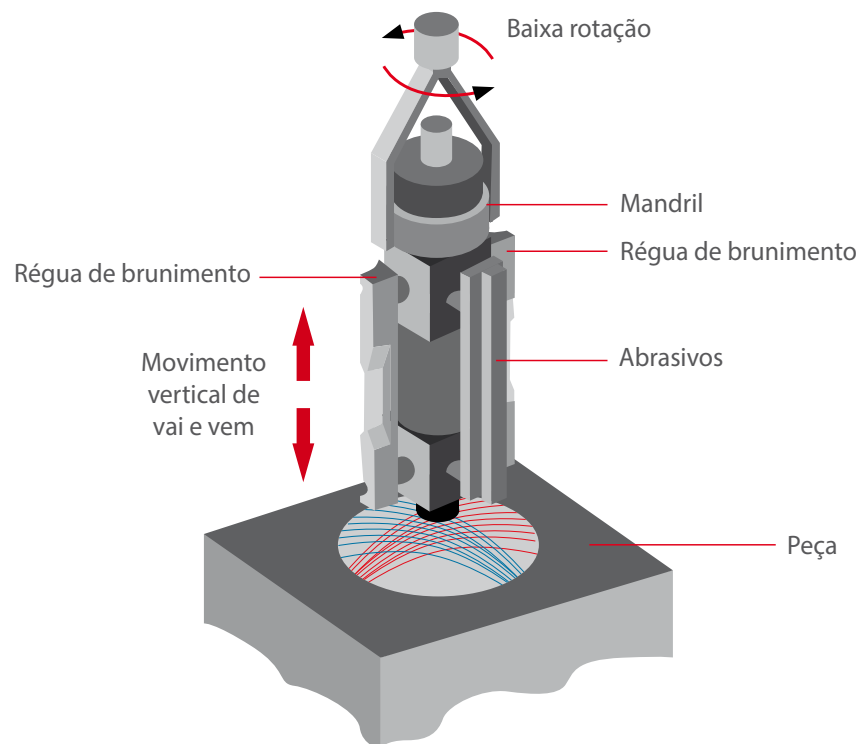
39 São tubos cilíndricos de ótimo acabamento superficial e perfeita tolerância dimensional, que são utilizados para guiar o êmbolo de cilindros hidráulicos e pneumáticos e montar as tampas ou mancais de vedação.

**CURIOSIDADES**

Nitreto de Boro Cúbico Cristalino (CBN) - é um material relativamente jovem, empregado na fabricação de insertos, pastilhas e pedras abrasivas para os processos de usinagem. Ele foi introduzido nos processos produtivos nos anos 1950 e mais largamente nos anos 1980, por causa da exigência de alta estabilidade e potência das máquinas-ferramentas.

Para realizar o processo de brunimento, é necessária uma máquina de brunir, mão de obra, uma ferramenta e óleo lubrificante. O maior custo do processo de brunimento é com a mão de obra, por isso deve ser bem administrado.

As principais vantagens do brunimento são: a redução do consumo de óleo lubrificante, o excelente acabamento superficial, a precisão do processo e a remoção de ovalização.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 358 - Processo de brunimento  
Fonte: Do Autor

A figura anterior ilustra o conjunto para brunir sendo introduzido na peça, no início do processo de brunimento.



## RECAPITULANDO

---

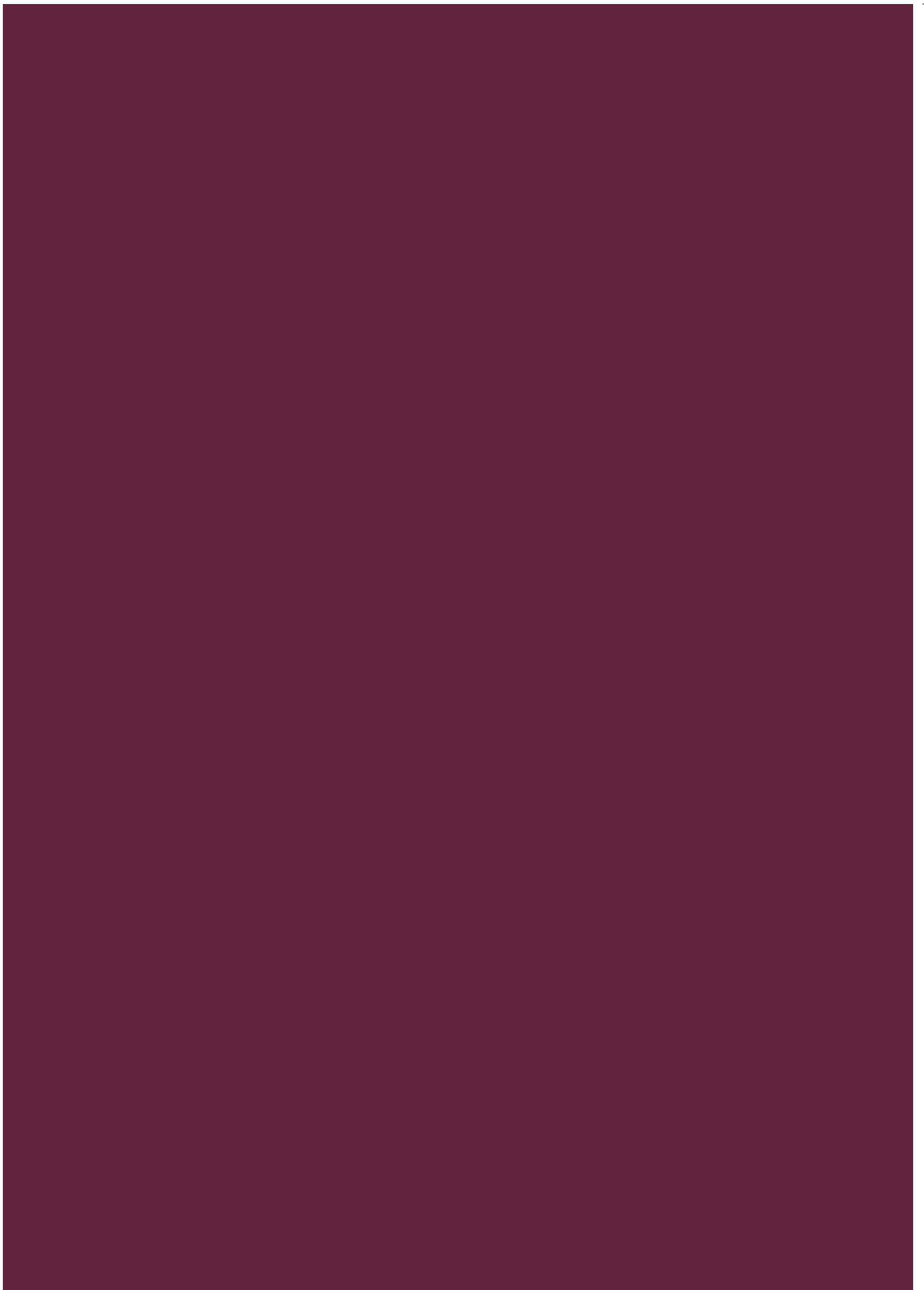
Neste capítulo, você estudou os principais processos de fabricação utilizados pelas indústrias de transformação. Inicialmente teve a oportunidade de identificar os processos de corte, que estão divididos em corte mecânico, térmicos, termoquímico e químico. Além disso, percebeu que a escolha para utilizar cada um deles depende da tecnologia necessária para atender a produção da peça ou produto, de fatores econômicos, da produtividade exigida e de segurança. Também conheceu os equipamentos e insumos envolvidos no processo.

Outro assunto estudado está relacionado aos processos de conformação, os preparativos que envolvem cada processo e sua importância para atender à demanda de produção das indústrias. Os processos de conformação garantem a repetibilidade do processo com grande qualidade, como é o caso da conformação de fixadores pelos processos de forjamento a quente e a frio, que são produzidos aos milhares no espaço de uma hora apenas.

Também estudou sobre os principais processos de fabricação por usinagem, que exigem o emprego de grande tecnologia em máquinas e ferramentas, treinamento de seus técnicos e muita atenção na seleção dos parâmetros de usinagem adequados, que irão, juntamente com a correta execução e escolha dos equipamentos adequados, fabricar produtos precisos e de grande valor agregado.

---







Você sabe identificar o que são materiais? Sabe classificá-los e descrever suas características e tipos? No processo produtivo metalmecânico existem ferramentas, máquinas e equipamentos que são amplamente utilizados no processo de transformação da matéria-prima em produto acabado. Você sabe quais máquinas e ferramentas são utilizados nesse processo? Sabe identificar os elementos de máquinas existentes em uma máquina ou equipamento e como é feita sua lubrificação?

Este capítulo tem por objetivo desenvolver competências voltadas a:

- a) identificar os tipos de elementos de máquinas;
- b) identificar máquinas e equipamentos utilizados na área mecânica;
- c) identificar ferramentas;
- d) identificar materiais de construção mecânica.

Bom estudo!

## 8.1 ELEMENTOS DE MÁQUINA

Nesta seção, você estudará alguns tipos de elementos de máquinas, suas características e aplicação. Antes de fabricar uma máquina, como, por exemplo, um torno, é preciso projetá-lo, detalhando e desenhando todos os componentes necessários para a construção de seus conjuntos, tais como: engrenagens, parafusos, rolamentos, porcas<sup>1</sup>, eixos, mancais<sup>2</sup>, correias, molas etc.

Portanto, todos os componentes dessa máquina são considerados elementos de máquinas e serão divididos por classes, conforme exposto a seguir:

---

<sup>1</sup> É um elemento de máquina com forma prismática ou cilíndrica, metálica e não metálica, com um furo roscado, no qual se encaixa um parafuso de mesma rosca.

<sup>2</sup> É um elemento de máquina cuja função é a de apoiar e suportar os eixos. Os mancais podem ser de deslizamento (com buchas) ou de rolamento.

- a) elementos de fixação = rebites, pinos, cavilhas, cupilhas ou contra pinos, parafusos, porcas, arruelas, anéis elásticos e chavetas;
- b) elementos de transmissão = engrenagens, polias e correias, correntes, rodas de atrito, roscas, cames, acoplamentos e cabos de aço;
- c) elementos de apoio = buchas, guias, rolamentos, mancal ou caixa para rolamento e mancal de deslizamento;
- d) elementos elásticos = molas helicoidais de tração, de compressão, de torção e molas planas.

### 8.1.1 TIPOS, CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES DE ELEMENTOS DE MÁQUINA

#### Parafusos

São elementos de máquinas utilizados para unir peças por tempo indeterminado. Isto facilita os processos de montagem e desmontagem de máquinas, além de agilizar o processo de manutenção. Ex.: fechamento das tampas, fixação de estruturas metálicas, fixação de rodas de veículos e componentes em máquinas etc.

Os parafusos são componentes muito importantes na fabricação de um equipamento, pois geralmente apenas a estrutura da máquina é fixada por solda, outros componentes geralmente são fixados pelos parafusos. A seguir, serão apresentados alguns tipos de parafusos e suas aplicações.

**a) Parafuso com cabeça sextavada:** é um dos mais usados na indústria, utilizado em máquinas operatrizes, montagens de estruturas e equipamentos em geral. Geralmente é feito de aço ou carbono, porém também podem ser fabricados de latão, inox etc.



Figura 359 - Parafuso com cabeça sextavada

**b) Parafuso com cabeça cilíndrica e sextavado interno:** São parafusos de aço tratados termicamente, aplicados em trabalhos que exigem maior resistência. Usados na manutenção de máquinas e ferramentas, na fixação de ferramentas e dispositivos.



Thinkstock ([20--?])

Figura 360 - Parafuso com cabeça cilíndrica e sextavado interno

**c) Parafuso com cabeça escareada e com fenda:** São geralmente usados em trabalhos leves, onde a cabeça do parafuso deva ficar embutida, proporcionando um melhor acabamento e também para que se evite algum tipo de acidente, ou que outras partes da máquina colidam com o mesmo por ter a cabeça exposta.



Thinkstock ([20--?])

Figura 361 - Parafuso com cabeça escareada e com fenda

**d) Parafuso com cabeça abaulada e fenda Philips:** São parafusos usados onde se exige um melhor acabamento na montagem, além deste tipo de fenda garantir maior eficiência no aperto, evitando que a chave escape, como no caso do parafuso de fenda simples.



Thinkstock ([20--?])

Figura 362 - Parafuso com cabeça abaulada e fenda Philips

**e) Parafuso com cabeça abaulada sextavado interno:** Utilizado em locais onde se necessita um bom acabamento, não seja admissível que a chave escape no momento da aplicação, e seja necessário maior torque de aperto e maior rapidez de montagem, podendo ser utilizado, para isso, uma parafusadeira.



Thinkstock ([20--7])

Figura 363 - Parafuso cabeça abaulada sextavado interno

**f) Parafuso autoatarraxante com cabeça escareada:** Utilizado em chapas metálicas e, como o nome já indica, o mesmo corta a rosca na chapa, no momento da aplicação. Pode também ser aplicado na madeira ou em paredes de alvenaria, com a utilização de buchas de nylon. É muito comum este parafuso ser encontrado com cabeça tipo panela e fenda simples.



Thinkstock ([20--7])

Figura 364 - Parafuso autoatarraxante com cabeça escareada

Estes são apenas alguns dos vários tipos de parafusos que existem. Além do formato da cabeça e do corpo do parafuso, é muito importante especificar o material com que o parafuso é fabricado, pois, dependendo do tipo de trabalho, existe um parafuso apropriado. O material mais comum é o aço carbono, também existem os parafusos fabricados em aço liga, aço inoxidável, ligas de cobre e, raramente, são feitos de outros tipos de materiais especiais.

A norma ABNT-EB 168 determina as propriedades e também os ensaios de parafusos e peças roscadas similares à rosca ISO, com o diâmetro até 39 mm de qualquer forma e que seja de material de aço carbono ou aço liga. A norma agrupa os parafusos através da sua classe e de suas propriedades mecânicas, sempre considerando a resistência à tração, ao escoamento e ao alongamento. A seguir, observe uma tabela com estes valores.

CLASSE DE RESISTÊNCIA	RESISTÊNCIA À TRAÇÃO		RESISTÊNCIA AO ESCOAMENTO	DUREZA BRINELL	
	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>		N/mm <sup>2</sup>	HB
	Mínima	Máxima			
3.6	300	490	180	90	150
4.6	400	550	240	100	170
4.8	400	550	320	100	170
5.6	500	700	300	140	215
5.8	500	700	400	140	215
6.8	600	800	480	170	245
8.8	800	1000	640	225	300
10.9	1000	1200	900	280	365
12.9	1200	1400	1080	330	425
14.9	1400	1600	1260	390	---

Tabela 8 - Resistência mecânica para parafusos métricos  
Fonte: do Autor

Para escolher o parafuso adequado, deve-se selecionar o diâmetro externo, o comprimento do corpo, o comprimento da parte roscada, o tipo da cabeça e o tipo de rosca que será usado.

Quanto ao tipo de rosca, os parafusos podem ser fabricados com rosca grossa ou com rosca fina. Isto dependerá de sua aplicação. As roscas normalmente são fabricadas com perfil triangular e ângulo de 60 graus, mas podem ter também 55 graus, como é o caso dos parafusos em polegada Whitworth. É importante deixar claro que as roscas podem ser fabricadas com outros ângulos de filetes, isso dependerá da norma e da aplicação.

Além desses pontos, é preciso verificar as normas de resistência à tração, o limite de escoamento para os parafusos do sistema métrico, e também a resistência à tração e a dureza para o sistema inglês.

No sistema métrico, existe a norma DIN 267 e ISO 898/parte 1, que identifica o parafuso por dois algarismos e um algarismo na porca. No parafuso, os dois algarismos indicam o seguinte: o primeiro algarismo, multiplicado por 100, dará o valor da resistência à tração (N/mm<sup>2</sup>) do material parafuso. Para se obter o limite de escoamento (Le), é preciso multiplicar o primeiro algarismo pelo segundo e, em seguida, multiplicar por dez. O valor será o limite de escoamento (N/mm<sup>2</sup>). Na porca, há apenas um algarismo, que indica o valor da resistência à ruptura e à tração do parafuso de mesma classe (RT).

Ex.: Parafuso métrico classe 8.8

$$RT = 8 \times 100 = 800\text{N/mm}^2$$

$$Le = 8 \times 8 \times 10 = 640\text{N/mm}^2$$

No sistema métrico, a norma exige que seja gravada a classe de resistência e a marca do fabricante na cabeça dos parafusos e no corpo das porcas, a partir da classe 8.8. Para classes inferiores, fica a critério da fabricante gravá-los ou não.

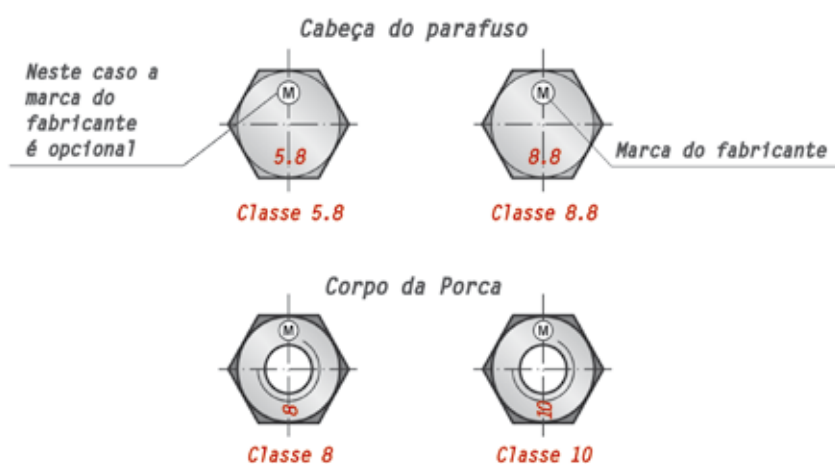


Figura 365 - Marcações exigidas por norma para série métrica

Fonte: do Autor

No sistema inglês, existe a norma SAE J429, que é marcada na cabeça do parafuso e na porca. A marcação é conforme a tabela a seguir.

MATERIAL	RT	DUREZA	IDENTIFICAÇÃO
Aço SAE 1010 a 1020	490N/mm <sup>2</sup>	85-100RC	
Aço SAE 1035 a 1045	800N/mm <sup>2</sup>	19-30RC	
Aço SAE 1035 a 1045 temp. rev.	840N/mm <sup>2</sup>	23-40RC	
Aço SAE 4140, 8642, 5147 temp. rev.	930N/mm <sup>2</sup>	28-39RC	
Aço SAE 4140, 8642, 5147 temp. rev.	1050N/mm <sup>2</sup>	32-38RS	

Tabela 9 - Resistência mecânica para parafusos em polegada

Fonte: do Autor

Na série polegada, a norma exige que sejam gravados o grau de resistência e a marca do fabricante na cabeça dos parafusos e no corpo das porcas, a partir do grau 5. Para graus de resistência inferiores, fica a critério da fabricante gravá-los ou não.

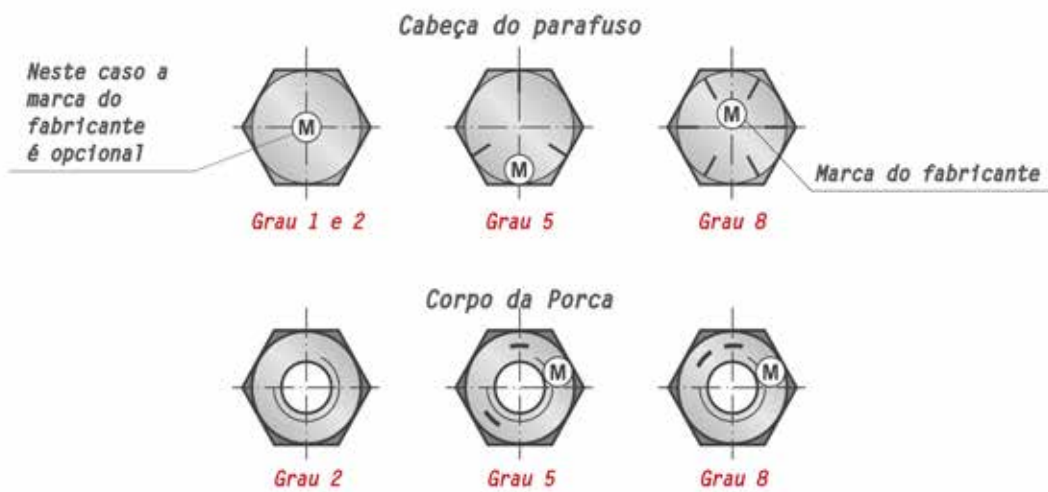


Figura 366 - Marcações exigidas por norma para série polegada  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

## Porcas

São peças cilíndricas ou prismáticas, com um furo central, com rosca onde os parafusos são rosqueados. Podem ter vários formatos: sextavado, quadrado, redondo etc. São utilizadas para unir peças ou até, em alguns casos, fazer regulagens. A seguir, você conhecerá os principais tipos de porcas.

**a) Porca Castelo:** São porcas em formato hexagonal com entalhes, que coincidem de dois em dois, para que na hora do aperto seja executado um furo no parafuso e possa ser colocado uma trava (cavilha ou contrapino), que passará pelos entalhes da porca.



Figura 367 - Porca castelo  
Fonte: SENAI/SC (2015)

**b) Porca Cega:** Usada em trabalhos em que se deseja um melhor acabamento, como, por exemplo, em metais sanitários, pois um dos lados da porca é fechado, não deixando transparecer a ponta do parafuso. Geralmente construída de aço ou latão, e quase sempre cromada.



Thinkstock ([20--?])

Figura 368 - Porca cega

**c) Porca Borboleta:** Tem esse nome por ter duas saliências parecidas com asas de borboleta. É usada em montagens em que se necessita fazer desmontagens muito frequentes e rápidas, de forma manual.



Thinkstock ([20--?])

Figura 369 - Porca borboleta

**d) Contraporca:** Usada em trabalhos que sofrem impactos e/ou vibrações constantes. Trata-se de uma porca com espessura mais fina, o que proporciona um aperto contra a porca que está fixada ao parafuso.



Thinkstock ([20--?])

Figura 370 - Contraporca

**Arruelas tipos e aplicações:**

São peças cilíndricas com um furo central, é geralmente fina, usada para proteger superfícies, retirar folgas, evitar que a cabeça do parafuso sofra desgaste e tenha um perfeito assentamento no momento do aperto, além de evitar que o parafuso solte em caso de vibrações. Geralmente construída de aço e latão, mas quando se deseja algum tipo de vedação, usa-se alumínio, cobre, fibra ou couro. A seguir, você conhecerá os principais tipos de arruelas.

**a) Arruela Lisa:** É feita frequentemente em aço, utilizada sob a porca para impedir que cause danos à extensão das peças e distribuir a força de aperto.



Figura 371 - Arruela lisa

**b) Arruela de Pressão:** Construída em aço mola de perfil retangular. Como esta arruela tem um corte em uma das extremidades, quando é apertada entre a porca e a superfície da peça, sofre uma pressão, proporcionando o travamento da porca pelo efeito mola, devido à sua ductilidade.



Figura 372 - arruela de pressão

**c) Arruela Estrelada:** É uma peça cilíndrica com dentes na parte externa ou interna do seu diâmetro e geralmente é fabricada em aço mola. No momento do aperto, esses dentes são pressionados, fazendo o travamento da porca. Em alguns casos, quando se usa uma porca com entalhes, faz-se o travamento encaixando o dente externo da arruela com o entalhe da porca.



Thinkstock (20--?)

Figura 373 - Arruela estrelada

## Roscas

É uma saliência que contorna uma superfície cilíndrica ou cônica em forma helicoidal, que se desenvolve em forma constante, interna ou externamente. A esta elevação é denominada de filete. Conforme quadro, a seguir, é possível fabricar roscas com vários perfis, que dependerá da norma e da aplicação.

TIPOS DE ROSCA	
	<p>Perfil de rosca triangular:</p> <p>É o mais encontrado, utilizando em parafusos, porcas e tubos.</p>
	<p>Perfil de rosca trapezoidal:</p> <p>Empregado na fabricação de fuso para transmitir movimentos.</p>
	<p>Perfil de rosca redonda:</p> <p>Utilizado para fabricação de parafusos com diâmetros grandes, para que possam suportar grandes esforços. É um parafuso fácil de ser estampado.</p>
	<p>Perfil de rosca dente de serra:</p> <p>Este perfil é utilizado quando o esforço é feito em apenas um sentido.</p>
	<p>Perfil de rosca quadrada:</p> <p>É um perfil não muito comum nos dias de hoje, mas ainda é utilizado em peças que sofrem grandes choques.</p>

Tabela 10 - Perfis de rosca

Fonte: do Autor

Quanto ao sentido de direção do giro e a inclinação dos filetes em relação ao eixo do parafuso, a rosca pode ser à esquerda ou à direita. Na rosca à direita, o filete sobe da direita para a esquerda e na rosca esquerda, o filete sobe da esquerda para a direita. Quando o parafuso gira no sentido anti-horário, a rosca é à esquerda; quando a parafuso gira no sentido horário, é à direita. Na grande maioria casos, as roscas são à direita. As roscas à esquerda são utilizadas em casos especiais ou por segurança, quando por exemplo um eixo roscado gira com grande velocidade em sentido horário e pode vir a soltar. No caso das roscas triangulares, estas podem ser fabricadas em três sistemas:

- a) métrico (ISO): que pode ser rosca normal ou rosca fina, e o ângulo do perfil da rosca é de 60 graus;
- b) whitworth: sistema inglês em que toda medida aparece em polegada, tanto o diâmetro como o número de fios e o ângulo do perfil da rosca é de 55 graus;
- c) americano (UNS, UNC, UNF): norma americana e o ângulo do perfil da rosca é de 60 graus.

### Chavetas

É um elemento de fixação usado para fazer a união de diversos elementos de máquinas, tais como engrenagens, acoplamentos, polias, cames etc., em eixos e árvores. É construída em aço e seu formato geralmente é retangular ou semicircular. O formato e as dimensões seguem orientações da norma DIN.

- a) Chaveta encaixada e embutida – DIN 6886;
- b) Chaveta de unha – DIN 6887;
- c) Chaveta meia cana – DIN 6889 e 6881;
- d) Chaveta plana 6883 e 6884;
- e) Chaveta tangencial – DIN 271 e 268;
- f) Chaveta paralela – DIN 6885;
- g) Chaveta de disco tipo woodruff – DIN 6888.



Figura 374 - Eixo Chavetado

As chavetas podem ser classificadas em: Chavetas de cunha, chaveta paralela e chaveta de disco. Acompanhe os tipos de chavetas no quadro, a seguir.

<p>Chaveta de cunha:</p> 	<p>Semelhante a uma cunha, tem uma face inclinada para ajudar no momento da junção das peças. Estas chavetas se classificam em dois grupos: longitudinal e transversal.</p>
<p>Chaveta de cunha longitudinal</p> 	<p>Pode ser com cabeça ou sem cabeça, é usada em roldanas, rodas, volantes etc. São fixadas na extensão do eixo. Estas chavetas podem ser encontradas de diversos tipos: encaixadas, meia cana, plana embutida e tangencial.</p>
<p>Chaveta de cunha transversal</p> 	<p>São usadas em peças que transmitem movimentos retilíneos e rotativos alternados.</p>
<p>Chavetas paralelas:</p> 	<p>São chavetas sem inclinação com as faces paralelas e seu ajuste é feito através das suas faces laterais, com as laterais do rasgo que fica no eixo e na peça. Não possuem cabeça, podem ser retas ou arredondadas e, em alguns casos, são fixadas por parafusos ao eixo.</p>
<p>Chaveta de disco ou meia-lua do tipo woodruff:</p> 	<p>Utilizada em eixos cônicos. Por sua forma, adaptam-se à conicidade do fundo do rasgo do elemento externo.</p>

Tabela 11 - Classificação das chavetas  
Fonte: do Autor

## Tolerância

É o ajuste dimensional da chaveta, e é retirado de tabelas que levam em consideração o tamanho da chaveta e sua aplicação. Normalmente a tolerância é aplicado nas cotas de altura ( $h$ ), de largura ( $b$ ), comprimento ( $l$ ) e altura dos rasgos ( $t_1$  e  $t_2$ ). Veja exemplo na tabela abaixo.

		TOLERÂNCIAS PARA RASGOS DE CHAVETA															
Largura do rasgo do eixo $b$		ajuste forte		P 9													
		ajuste leve		N9													
Largura do rasgo do cubo $b$		ajuste forte		P 9													
		ajuste leve		JS 9													
Desvio admissível para $d1$		$\leq 22$				$\leq 130$				$> 130$							
Prof. do rasgo do eixo $t1$		+ 0,1				+ 0,2				+ 0,3							
Prof. do rasgo do cubo $t2$		+ 0,1				+ 0,2				+ 0,3							
Desvio admissível do compr. $l$		6...28				32...80				90...400							
Tolerância no comprimento para		chaveta		- 0,2		- 0,3		- 0,5									
		rasgo		+ 0,2		+ 0,3		+ 0,5									
$d1$	acima até	6	8	10	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85	95	110
		8	10	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85	95	110	130
	$b$	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32
	$h$	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	14	14	16	18
	$t1$	1,2	1,8	2,5	3	3,5	4	5	5	5,5	6	7	7,5	9	9	10	11
	$t2$	1	1,4	1,8	2,3	2,8	3,3	3,3	3,3	3,8	4,3	4,4	4,9	5,4	5,4	6,4	7,4
	$l$	6	6	8	10	14	18	20	28	36	45	50	56	63	70	80	90
	de até	20	36	45	56	70	90	110	140	160	180	200	220	250	280	320	360
Comprimentos nominais $l$		6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320 mm															
→		Chaveta paralela DIN 6885 - A - 12 x 8 x 56: Formato A, $b = 12$ mm, $h = 8$ mm, $l = 56$ mm															

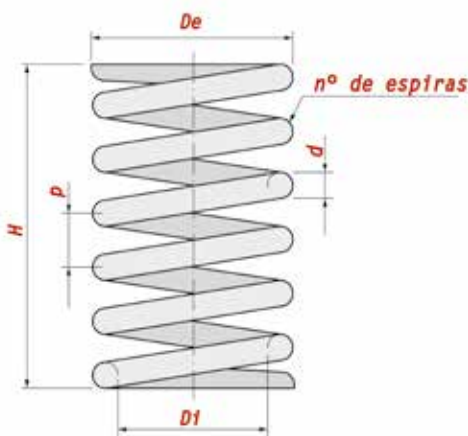
Tabela 12 - Dimensões das chavetas paralelas conforme DIN 6885  
Fonte: Adaptado de (Fischer, 2008)

## Molas Helicoidais

São elementos elásticos fabricados em arame de aço, com seção retangular, circular ou quadrada, e são amplamente utilizadas nas indústrias. As molas helicoidais possuem três tipos de formatos: cilíndrico, cônico e bicônico. A capacidade de carga da mola é determinada pelo material utilizado, espessura e perfil do arame. Para diferenciar as molas quanto à carga que são indicadas, é empregada a cor verde para representar molas para cargas leves, azul para cargas médias, vermelho para cargas pesadas e amarelo para cargas extrapesadas.

**a) Mola Helicoidal de Compressão:** Como o nome já diz, a compressão acontece quando esta mola sofre uma carga, fazendo com que a mesma se comprima, voltando ao estado original assim que a força for retirada ou cessar.

$D_e$ : diâmetro externo;  
 $D_i$ : diâmetro interno;  
 $H$ : comprimento da mola;  
 $d$ : diâmetro da seção do arame;  
 $p$ : passo da mola;  
 $n^\circ$ : número de espiras da mola.

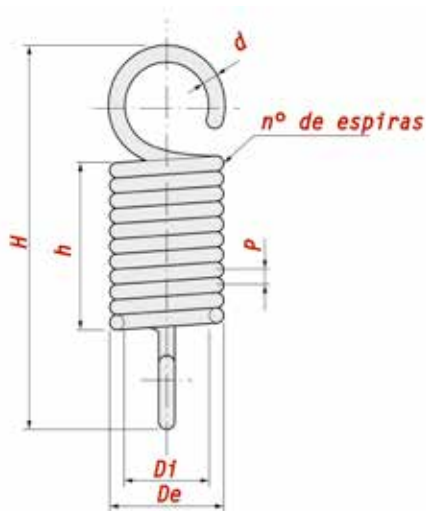


Aline da Silva Regis (2015)

Figura 375 - Mola helicoidal de compressão  
Fonte: do Autor

**b) Mola Helicoidal de Tração:** Trabalham de forma diferente da mola de compressão, pois na posição de repouso, as espiras estão todas juntas e quando sofre uma força de tração, elas se afastam, aumentando o seu comprimento. Ao cessar a força, elas voltam ao estado de repouso.

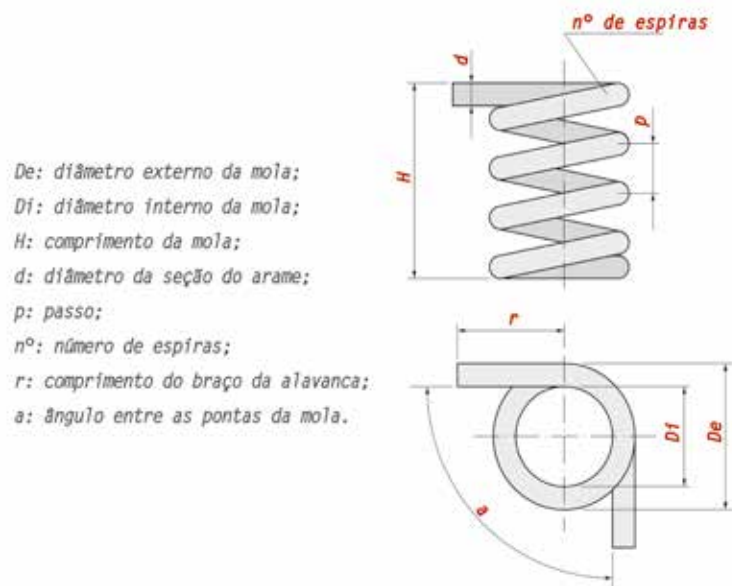
$D_e$ : diâmetro externo;  
 $D_i$ : diâmetro interno;  
 $d$ : diâmetro da seção do arame;  
 $p$ : passo;  
 $n^\circ$ : número de espiras da mola.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 376 - Mola helicoidal de tração  
Fonte: do Autor

**c) Molas Helicoidais de Torção:** Esta mola tem suas espiras juntas umas às outras e o seu extremo é formado por hastes diferentes. As forças exercidas sobre estas molas são perpendiculares ao seu eixo, provocando um movimento de rotação. É muito utilizada em dispositivos e portas que necessite retorno automático.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 377 - Molas helicoidais de torção  
Fonte: do Autor

## Cabos de aço

É um elemento usado para guias, cabos de acionamento, tirantes, elevação de cargas, efetuar o transporte de peças, sendo um acessório utilizado amplamente em guindastes, talhas, pontes rolantes etc. e podem ser encontrados em vários diâmetros e tipos.

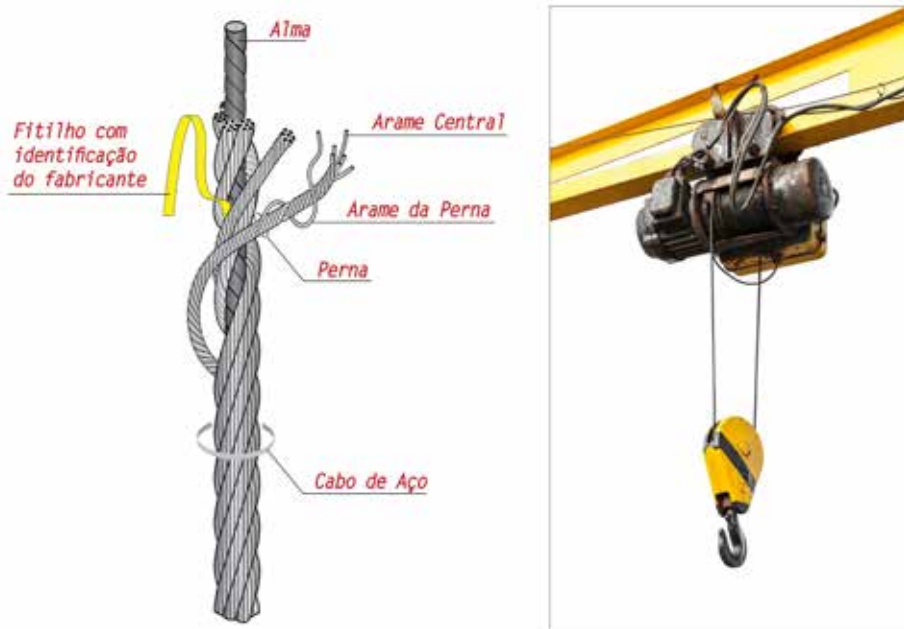


Figura 378 - Cabos de aço

Aline da Silva Regis (2015)

Os cabos de aço são classificados quanto à sua composição, em três tipos:

**a) Warrington:** Na sua composição existe pelo menos uma camada constituída por arames de dois diâmetros diferentes e alternados. Eles possuem boa resistência ao desgaste e a fadiga.

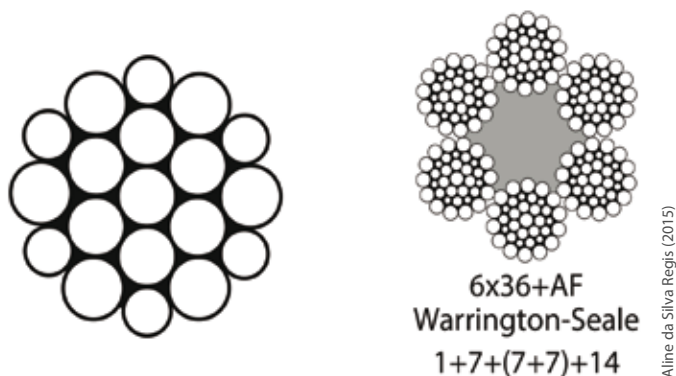


Figura 379 - Warrington  
Fonte: (CABLEMAX, 2010)

**b) Seale:** Nesta composição, existem pelo menos duas camadas adjacentes com o mesmo número de arames. Os arames da camada externa possuem diâmetro maior para aumentar a resistência ao desgaste.

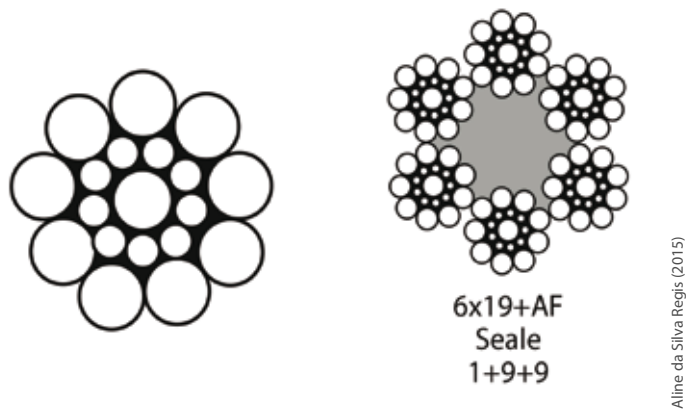


Figura 380 - Seale  
Fonte: (CABLEMAX, 2010)

**c) Filler:** Esta composição possui arames de diâmetros muito finos entre duas camadas, cujo objetivo é reduzir o desgaste entre os arames, aumentar a área de contato, a resistência ao amassamento e a flexibilidade do cabo.

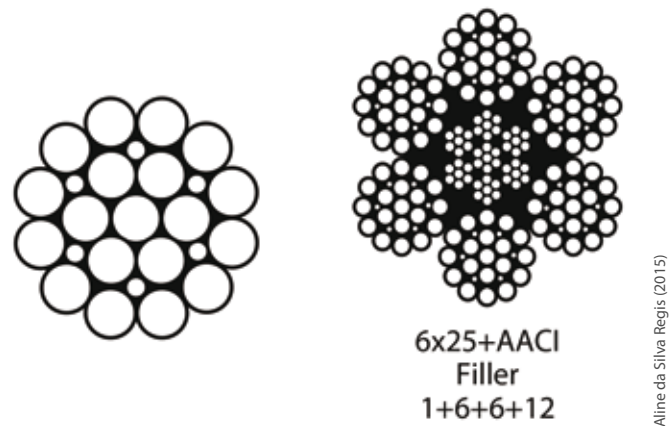


Figura 381 - Filler  
Fonte: (CABLEMAX, 2010)

Quanto a torção os cabos de aço podem ser:

- quando, da sua fabricação, as pernas do cabo de aço são torcidas da esquerda para a direita, diz-se que o cabo de aço é de torção à direita;
- quando as pernas são torcidas da direita para a esquerda, diz-se que o cabo de aço é de torção à esquerda;
- quando os arames são torcidos em direção opostas à torção das próprias pernas, esta será uma torção regular;
- quando os arames das pernas são torcidos no mesmo sentido que o das próprias pernas, este denomina-se cabo de torção Lang.

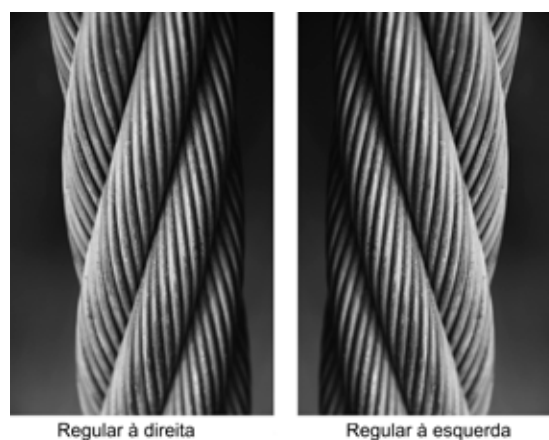


Figura 382 - Tipo de torção dos arames dos cabos de aço  
Fonte: Do Autor

A alma do cabo de aço se divide em alma de fibras e de aço.

**a) Alma de fibras:** As mais usadas são as de fibras naturais (sisal ou rami). Também existem as de fibra artificiais de polipropileno, que são usadas em casos especiais, por terem o custo mais elevado. Este tipo de fibra é mais vantajoso, pois não se desintegra em contato com a água e outras substâncias agressivas.

**b) Almas de aço:** Este tipo de alma faz com que o cabo de aço resista mais ao amassamento e amplie sua resistência à tração.

Quanto à classificação de sua construção, os cabos de aço podem ser: cordoalhas<sup>3</sup>, cabos e não rotativos.

### Diâmetro do cabo de aço

O diâmetro nominal do cabo de aço é aquele pelo qual é designado. Para que possamos determinar o diâmetro real do cabo, devemos medi-lo em uma parte reta do arame, em duas posições com espaçamento mínimo de um metro. Em cada posição devemos efetuar duas medições, com defasagem de 90°, do diâmetro do círculo circunscrito, sendo que a média dessas quatro medições deve ser o diâmetro real do cabo de aço.

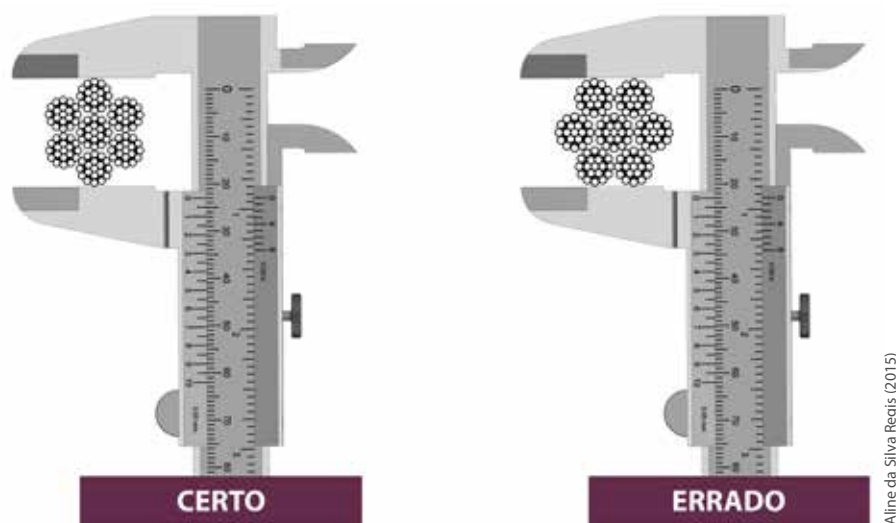


Figura 383 - Método de medição do diâmetro do cabo de aço  
Fonte: Do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

A resistência dos cabos de aço é designada através da tensão de rompimento dos fios e a área total do seguimento em diagonal, de todos os arames.

A carga de ruptura efetiva é denominada através de ensaios feitos em laboratório, onde os cabos de aço são submetidos a testes de ruptura.

3 São cabos fabricados de aço, com tratamento térmico e químico nos arames e estes são produzidos com espessuras maiores.

## Lubrificação

Os cabos de aço devem ser lubrificados para que estejam protegidos contra a corrosão e também para reduzir o desgaste devido ao movimento relativo dos arames, das pernas e do cabo contra as paredes da polia e tambor.

Caso não exista um plano de lubrificação o cabo oxidará, criará porosidade, perda de área metálica e por consequência redução da capacidade de carga. Devido ao movimento relativo dos arames e pernas do cabo contra as paredes da polia e tambor, a falta de lubrificação provocará o desgaste do cabo e também por consequência a redução da capacidade de carga.

Por fim, a corrosão, causada pela falta de lubrificação, deixará os arames do cabo quebradiços. A lubrificação do cabo de aço é tão importante quanto a lubrificação de uma máquina, sendo que o lubrificante deve ser aplicado quando o cabo passa pelo tambor ou polias, pois neste momento ocorre a abertura das pernas na parte superior do cabo.

O lubrificante adequado para o cabo de aço deve possuir as seguintes características:

- Ser quimicamente neutro;
- Possuir boa aderência;
- Possuir a viscosidade adequada para resistir a carga e poder penetrar entre as pernas e arames;
- Proteger contra a corrosão;
- Ser compatível com o lubrificante original aplicado pelo fabricante do cabo.



Figura 384 - Método de lubrificação manual  
Fonte: do Autor

Almeida da Silva Regis (2015)

## Inspeção do cabo

Para que os cabos de aço possam ter uma vida útil maior e segura, é necessário que sejam feitas inspeções visual e periódica.

A inspeção visual deve ser realizada diariamente para verificar possíveis danos nos cabos que inviabilizem sua utilização. Em casos suspeitos, uma pessoa qualificada deve efetuar uma análise mais profunda.

A inspeção periódica deve ter sua frequência definida após a análise de fatores como: tipo do equipamento, condições ambientais, condições de operação, resultados de inspeções anteriores e tempo de serviço do cabo de aço.

É importante que os resultados das inspeções sejam registrados. A inspeção dos cabos de aço deve ser feita em intervalos que não excedam a seis meses, devendo ter sua frequência reduzida quando a vida útil estiver próxima. O resultado das inspeções deve ser registrado em local apropriado, em meio físico ou digital. Durante as inspeções, é necessário que o inspetor observe fatores como, número de arames rompidos, desgaste externo, corrosão e deformações.

As deformações comumente encontradas são:

- a) Ondulação;
- b) Amassamento;
- c) Gaiola de passarinho;
- d) Alma saltada;
- e) Dobra ou nó.



Figura 385 - Deformações de cabos de aço por excesso de carga  
Fonte: do Autor

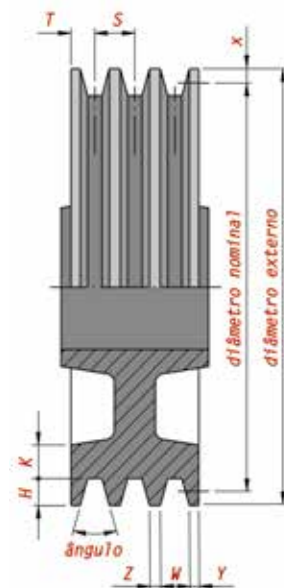
### **Critério de substituição**

Mesmo que o cabo de aço tenha trabalhado em condições ideais, chegará o momento que sua vida útil chegará, pois haverá degradação natural e fadiga.

Não existe uma regra que determine o momento exato da substituição do cabo de aço. A decisão dependerá da avaliação de um profissional qualificado que deverá comparar as condições do cabo, após inspeção realizada com base em critérios de descarte contemplados em normas. Recomendamos para esse caso as normas NBR ISO 4309, ASME B30.2 e ASME B30.5

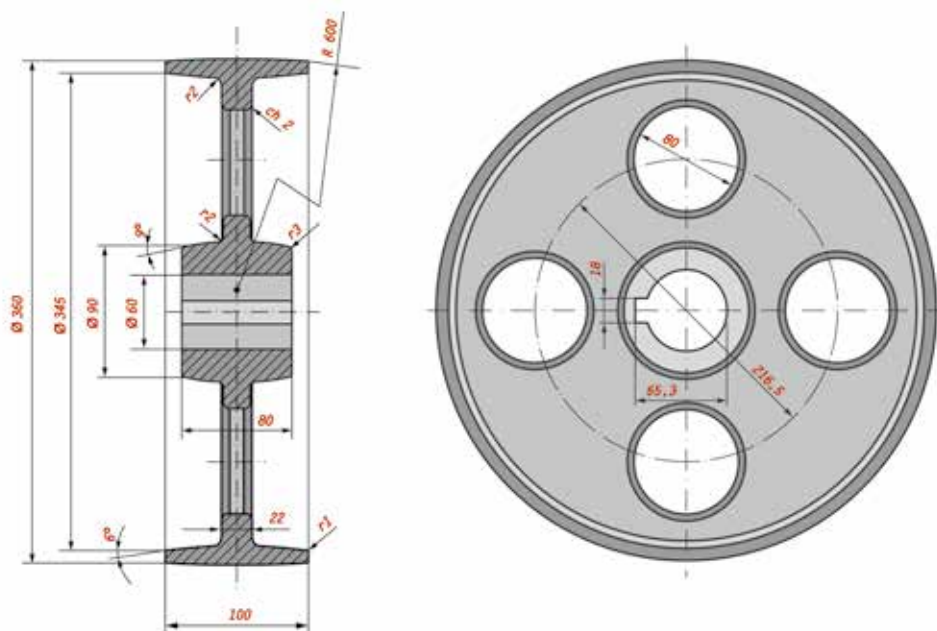
## Polias

É um elemento de máquina em forma circular, que podem ser planas, abauladas ou com canais. São montadas em eixos de motores, eixos árvore e promovem os movimentos das máquinas e equipamentos através das correias. A polia fixada ao motor denomina-se polia motora, e a polia fixada à máquina é chamada de polia movida.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 386 - Polia trapezoidal  
Fonte: do Autor



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 387 - Polia plana abaulada  
Fonte: do Autor

Os materiais empregados na construção das polias são:

- a) ferro fundido;
- b) ligas leves (alumínio);
- c) aços;
- d) materiais sintéticos.

Quanto ao tipo, as polias são classificadas como:

- a) polia plana;
- b) polia abaulada;
- c) polia escalonada;
- d) polia com guia;
- e) polia em "V" simples;
- f) polia em "V" múltipla;
- g) polia dentada.

As polias devem ser conservadas da seguinte forma:

- a) os canais devem ser perfeitos, sem desgastes;
- b) não deve haver impurezas, graxas ou óleos nos canais das polias;
- c) o alinhamento deve ser feito com uma régua paralela, que deve encostar em toda face das duas polias. Em hipótese alguma as polias devem trabalhar desalinhadas. O alinhamento também pode ser realizado com maior precisão, utilizando dispositivos próprios a laser.

### **Correias**

São elementos de máquinas que proporcionam movimento de rotação através de duas polias onde uma é a motora e a outra movida. São utilizadas quando a distância entre os eixos é muito extensa, impossibilitando o uso de engrenagens. Os tipos de correias mais comuns são: plana, trapezoidal e dentada.

**a) Correia Plana:** São correias utilizadas em máquinas que possuem o comprimento entre eixos muito extenso. Estas correias possuem emendas. Por isso, devem ser bem alinhadas para que, quando se movimentem, não saiam de cima das polias.



Thinkstock ([20--?])

Figura 388 - Correia plana

**b) Correia Dentada:** São elementos de transmissão utilizados em acionamentos onde é necessário alto torque, ou que formem transmissões positivas (sincronismo) e livres de problemas de deslizamento e alteração da velocidade angular, antes só conseguidas com a utilização de correntes e engrenagens diretas. Estes sistemas de transmissão, não necessita de lubrificação, não esticam com o uso, são resistentes à corrosão e funcionam com baixo nível sonoro. As correias dentadas, devido a sua excelente resistência à abrasão, possuem vida útil longa, livre de problemas onde elementos metálicos, como correntes e engrenagens, resistem pouco tempo. As correias dentadas são muito utilizadas em prensas mecânicas, acionamento de britadores, laminadoras, equipamentos automatizados, máquinas ferramentas, impressoras, acionamento de válvulas e virabrequim etc.



Thinkstock ([20--?])

Figura 389 - Correia dentada

**c) Correia Trapezoidal em "V":** São correias desenvolvidas para motores que precisam girar mais de duas polias e com rendimento satisfatório, com o mínimo de escorregamento. São construídas de borracha com cordoalhas internas, para evitar que estiquem com a carga e tensionamento. Levam vantagens em relação às polias planas, pois as correias em "V" trabalham dentro dos canais das polias, fazendo com que dificilmente escapem, devido ao efeito da cunha dos canais em "V".

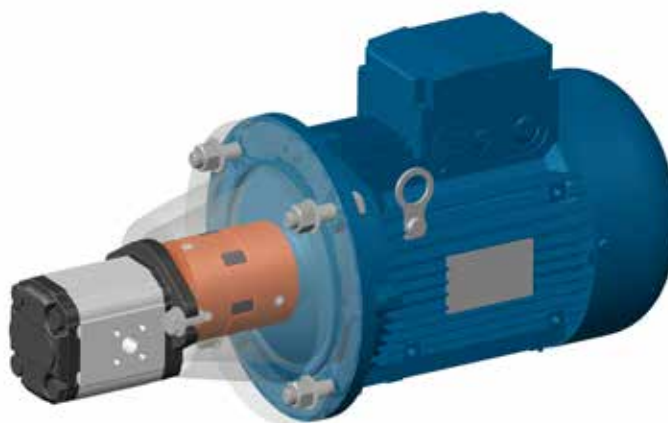


Aline da Silva Regis (2015)

Figura 390 - Correia trapezoidal em "V"

### Acoplamentos

São elementos de máquinas constituídos por duas ou três peças, que montadas, promovem a ligação entre dois eixos e possibilitam a transmissão de rotação e potência entre dois eixos árvores. Ex.: Junção do motor com uma bomba hidráulica.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 391 - Junção de motor com bomba hidráulica utilizando acoplamento elástico  
Fonte: do Autor

### Classificação

Os acoplamentos são classificados em fixos, elásticos e comutáveis ou móveis:

#### Fixos ou rígidos

São usados para unir eixos-árvores e funcionam como se fosse uma única peça. Esse tipo de acoplamento permite o alinhamento dos eixos-árvores de forma bastante precisa. O acoplamento rígido ou fixo não é encontrado no comércio, e portanto deve ser fabricado.

**a) Acoplamento fixo com flange parafusado:** Esse tipo de acoplamento é utilizado quando se pretende conectar eixos-árvores, e é próprio para transmissão de grande potência e baixa velocidade.

**b) Acoplamento de luva de compressão ou aperto:** Facilitam a manutenção, pois são montados e removidos sem problema de alinhamento dos eixos-árvores.

**c) Acoplamento de discos ou pratos:** É usado em transmissão de grandes potências, como nas árvores das turbinas e suas superfícies de contato, podem ser lisas ou dentadas.

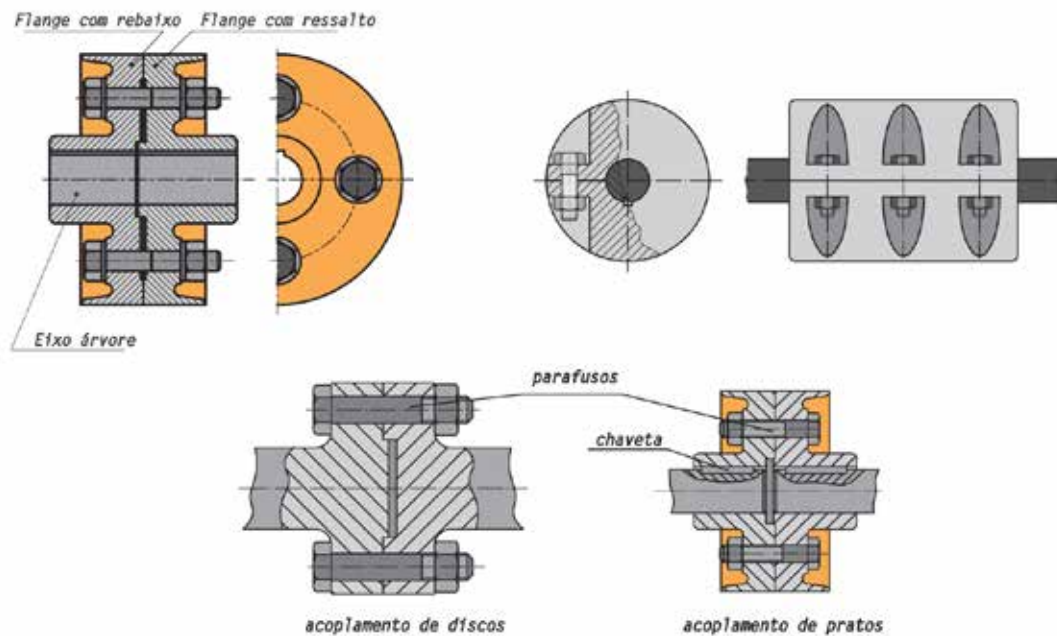


Figura 392 - Acoplamentos fixos ou rígidos  
Fonte:

Aline da Silva Regis (2015)

## Elásticos

Os acoplamentos elásticos tornam as transmissões mais suaves, pois absorvem os esforços causados pelo torque de partida e pequenos desalinhamentos. Eles permitem o funcionamento do conjunto, mesmo com desalinhamento e são construídos de forma articulada e elástica. Permitem compensar até 6 graus de ângulo de torção e deslocamento angular axial. Os principais tipos são:

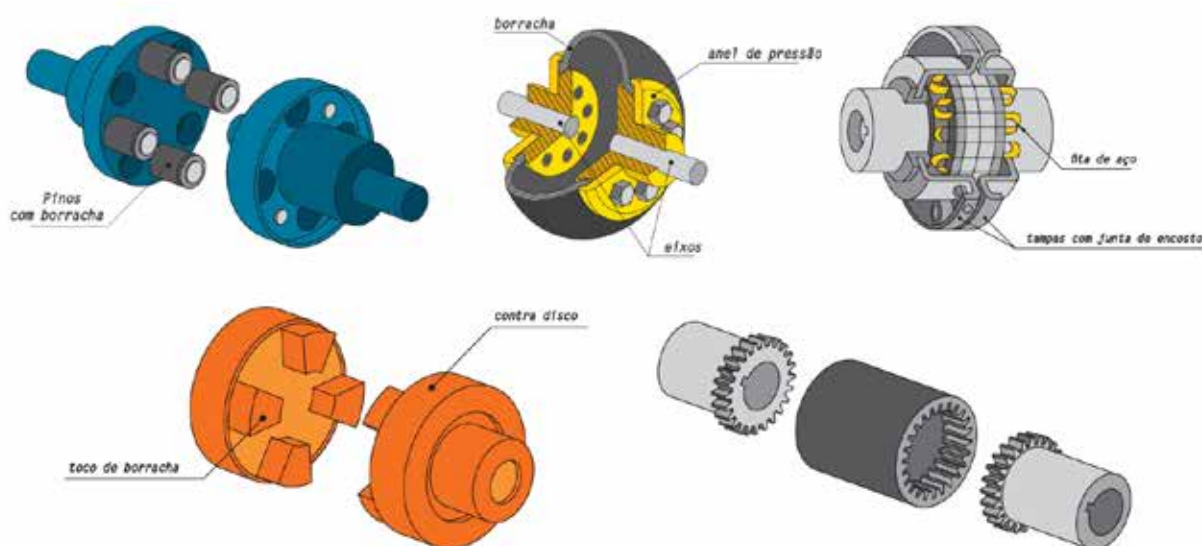
**a) Acoplamento elástico de pino:** Os componentes transmissores são pinos revestidos de borracha. Este tipo de acoplamento permite trabalho em posição horizontal e vertical e aceitam reversões de movimentos. Não necessita de lubrificação e pode ser encontrado para aplicação em máquinas com carga leve, moderada e pesada.

**b) Acoplamento Perflex:** É um acoplamento unido por ligação de borracha, pressionado por anéis. Permite o deslocamento longitudinal dos eixos.

**c) Acoplamento elástico de garras:** São formados por saliências de borrachas que encaixam no contradisco, onde transmitem movimento de rotação.

**d) Acoplamento de dentes arqueados:** Possuem dentes levemente curvados no sentido axial e podem ficar fora de alinhamento até 3 graus. O anel que faz o acoplamento dos eixos tem duas carreiras de dentes separadas por uma saliência central.

**e) Acoplamento elástico de fita de aço:** É provido de dois cubos com flanges ranhuradas onde nestas é montada uma grade elástica que faz a união dos dois cubos. As flanges são envolvidas por duas tampas e retentores para evitar que a graxa inserida para lubrificação escape. Apesar de ser um acoplamento flexível requer que os eixos-árvores estejam bem alinhados para evitar vibrações excessivas.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 393 - Acoplamentos elásticos  
Fonte:

### Acoplamentos móveis ou comutáveis

São utilizados em conjuntos onde é necessário o jogo longitudinal dos eixos-árvores. Esse tipo de acoplamento permite a transmissão de força e de movimento somente quando são acionados. Por este motivo são classificados como móveis ou comutáveis. O movimento é transmitido de uma árvore para outra quando um cubo se conecta ao outro através do encaixe de um ou mais ressaltos. O acoplamento móvel necessita de sincronismo para que a adaptação da forma possa ser engatada, isto é, quando as duas árvores possuem a mesma velocidade (a velocidade de uma em relação a outra é igual a zero).

**a) Acoplamento de garras e de dentes:** É comum encontrarmos esse tipo de acoplamento em aventais (carros de tornos) e caixas de engrenagens de máquinas-ferramentas convencionais.

**b) Acoplamento por atrito:** A transmissão se faz através do atrito entre as superfícies das flanges. Este tipo de acoplamento permite o acionamento mesmo que não haja sincronismo entre os eixos-árvores. O atrito entre os mesmos é acentuado através de força mecânica, por mola ou ar comprimido

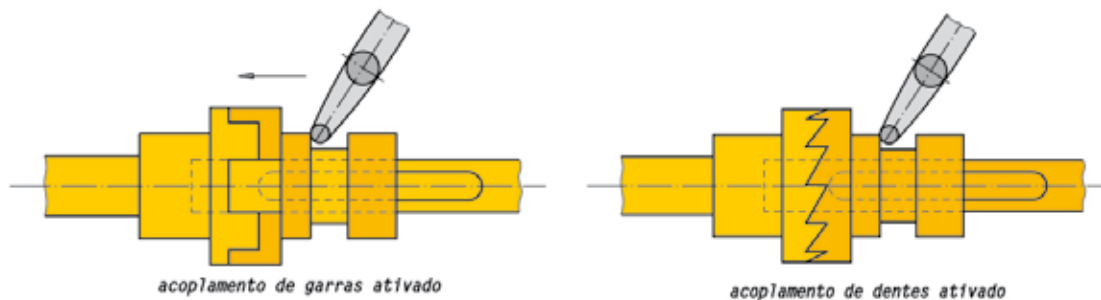


Figura 394 - Acoplamentos móveis ou comutáveis

Fonte:

Aline da Silva Regis (2015)

### Montagem de acoplamentos

Os principais cuidados durante a montagem dos acoplamentos são:

- a) evitar colocar as flanges a frio;
- b) se for montar as flanges a frio usar prensa, pois, golpes provocam deformações;
- c) efetuar o alinhamento das flanges o mais centralizado possível, mesmo para acoplamentos elásticos;
- d) fazer verificação da folga entre as flanges e do alinhamento e concentricidade das flanges com os eixos-árvores;
- e) conferir se todos os elementos estão devidamente acoplados antes de ligar o equipamento.

### Lubrificação de acoplamentos

O melhor procedimento de lubrificação é aquele recomendado pelo fabricante ou então o procedimento que consta no manual da máquina onde o mesmo está instalado. Regras para lubrificação:

- a) usar óleo compatível com as guarnições do acoplamento;
- b) o lubrificante deve possuir qualidade equivalente a dos óleos minerais de primeira linha;
- c) graxa com ponto de gota igual a 150°C ou acima;
- d) usar óleo com alta resistência à centrifugação.
- e) a graxa deve possuir consistência NLGI - número 0, 1 e 2 com valor de penetração entre 250 e 300.

### Engrenagens

São elementos de máquinas, utilizados para fazer a transmissão de movimentos, modificarem a rotação e o sentido de direção de um equipamento sem deslizamento. Há três tipos de engrenagem, como as cilíndricas, cônicas e helicoidais.

**a) Engrenagens Cilíndricas:** São engrenagens com o formato cilíndrico e sua construção pode ser com dentes retos ou helicoidais.

**1) Dentes Retos:** São engrenagens usadas para transmitir movimentos entre eixos paralelos.

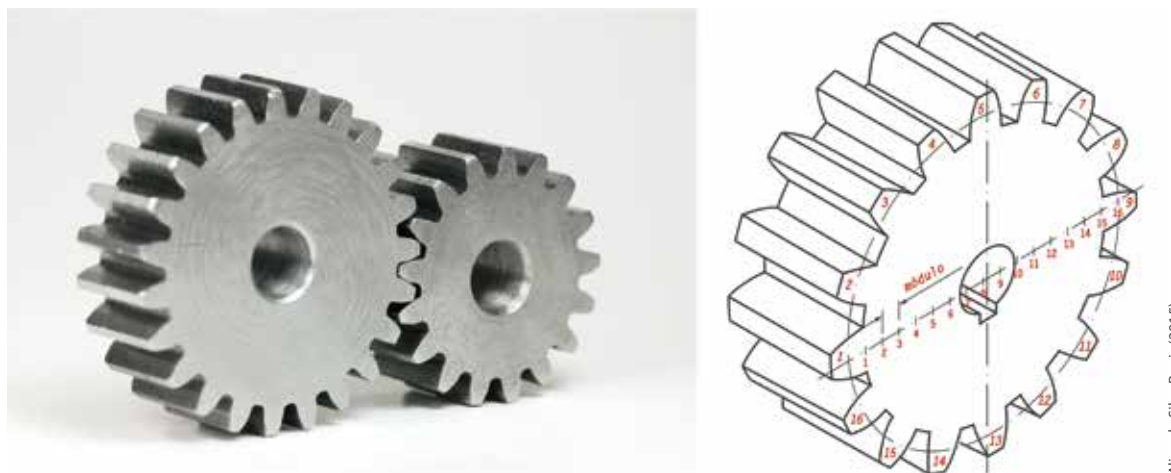
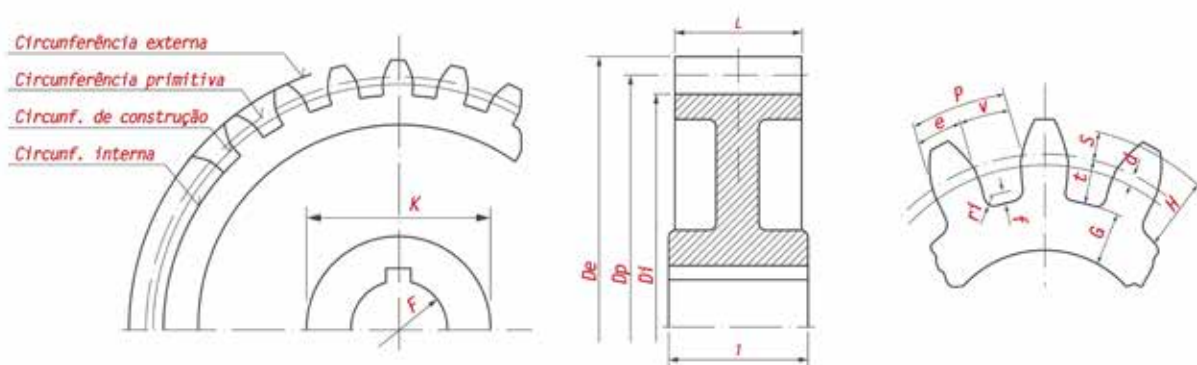


Figura 395 - Engrenagem dentes retos  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

A figura acima representa de forma esquemática a união de um par de engrenagens e um de seus elementos básicos que é o módulo ( $M$ ). O módulo é um número que caracteriza a roda dentada e se constitui em sua unidade de medida. O módulo é obtido, dividindo-se o diâmetro primitivo ( $D_p$ ) da engrenagem pelo seu respectivo número de dentes ( $e$ ) ou dividindo-se o passo ( $p$ ) por  $\pi$  ( $\pi$ ).

Na figura a seguir, poderemos observar os elementos básicos de uma engrenagem.



#### NOMENCLATURA DOS ELEMENTOS DAS ENGRENAGENS

$D_e$ - Diâmetro externo	$e$ - Espessura do dente	$H$ - Altura do dente	$d$ - Distância entre a circunferência primitiva e a de construção
$D_p$ - Diâmetro primitivo	$v$ - Vão do dente	$P$ - Passo	$F$ - Diâmetro do furo para o eixo
$D_i$ - Diâmetro interno	$s$ - Cabeça do dente	$G$ - Coroa da engrenagem	$K$ - Diâmetro do cubo
$M$ - Módulo	$t$ - Pé do dente	$f$ - Folga	$l$ - Largura do cubo
$N$ - Número de dentes	$L$ - Largura do dente	$r_1$ - Arredondamento	

Figura 396 - Nomenclatura dos elementos básicos de uma engrenagem  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

**2) Engrenagens Cilíndricas de Dentes Helicoidais:** As engrenagens com dentes helicoidais são utilizadas para transmissão de rotação em eixos reversos. Estas engrenagens trabalham com mais suavidade do que as de dente reto, isso faz com que o ruído seja menor e sempre haverá contato entre os dentes.



Figura 397 - Engrenagem cilíndrica de dentes helicoidais

**b) Engrenagens Cônicas de Dentes Retos:** São engrenagens em forma de cone, com dentes retos ou helicoidais. Essas engrenagens transmitem movimentos entre eixos concorrentes, que, se prolongados, encontrar-se-ão num mesmo ponto.



Figura 398 - Engrenagens cônicas de dentes retos

**c) Engrenagem Côncava e Parafuso Sem Fim:** Entre as engrenagens helicoidais, há a coroa, que é uma engrenagem helicoidal côncava e o fuso com rosca sem fim, que é uma engrenagem helicoidal de pequeno número de dentes (até seis dentes). O conjunto é responsável pela redução de velocidade e o aumento do torque no eixo de saída do equipamento. As engrenagens helicoidais possuem os dentes oblíquos em relação ao eixo.



Thinkstock ([20--?])

Figura 399 - Engrenagens Helicoidais

### Cremalheiras

São barras cilíndricas ou prismáticas que recebem a usinagem de múltiplos dentes e trabalham associadas a uma roda dentada, transformando o movimento rotativo da roda dentada em movimento retilíneo. Muito usada em portões eletrônicos, máquinas operatrizes, mesas de máquinas ferramentas, elevadores, viradores de linha etc.



Thinkstock ([20--?])

Figura 400 - Cremalheiras

### Correntes

São elementos de máquinas utilizados na execução de trabalhos que exercem força e movimentos sincronizados, em equipamentos cuja distância entre o eixo motor e movido não possam ser acionados por correias, engrenagens ou acoplamentos. As correntes levam vantagens sobre as correias, pois suportam grandes esforços. Igualmente como as correias, as correntes têm que trabalhar totalmente alinhadas, pois poderão desgastar ou danificar também as rodas dentadas em que estão acopladas.



Thinkstock ([20--?])

Figura 401 - Correntes

A transmissão da velocidade é executada através da montagem dos elos da corrente sobre os dentes da roda dentada. As folgas entre o elo e o dente da engrenagem causam pequenas oscilações durante os movimentos. Em alguns casos, são colocados dispositivos para diminuir essa oscilação, o que aumenta consideravelmente a velocidade da mesma.



Figura 402 - Transmissão por corrente

Conheça, a seguir, alguns casos onde podem ocorrer choques, grandes distâncias e folgas:

**a) Choques Periódicos:** Podem ocorrer quando existe muita oscilação devido à velocidade tangencial. Devem ser utilizados amortecedores especiais para resolver este problema.

**b) Grandes Distâncias:** Pode ocorrer quando a corrente é montada em equipamentos que possuem os eixos muito distantes entre si, causando “barriga” na corrente. Para resolver essa situação, devem ser instaladas guias na corrente.

**c) Grandes Folgas:** Onde existem grandes folgas entre os elos e os dentes da engrenagem, devem ser usados esticadores, para que ela possa ser eliminada.

Existem vários tipos de correntes, como, por exemplo, as de rolo, de buchas, de dentes, de articulação desmontável, de Gall e de Aço Redondo.

**a) Correntes de Rolos Simples, Duplo ou Triplo:** São construídas em aço temperado. Na montagem dessas correntes, são usadas talas externas e internas, pinos e bucha remanchada<sup>4</sup>, na tala interna. Essas correntes não trabalham em velocidade alta, mas, em compensação, suportam grandes esforços. São muito usadas em esteira transportadora.

<sup>4</sup> Que recebeu uma borda através de prensagem ou batidas.



Thinkstock ([20--?])

Figura 403 - Correntes de rolos

**b) Correntes de buchas:** São correntes que não possuem rolos, mas, em compensação, seus pinos e suas buchas são fabricados com maior robustez, que lhe dá maior resistência do que a corrente de rolo, só que com a desvantagem de se desgastar mais rapidamente.



Thinkstock ([20--?])

Figura 404 - Correntes de buchas

**c) Corrente de dentes:** Estas correntes são montadas através de várias talas em um mesmo pino. Por causa dessa construção, elas podem ser mais largas e muito resistentes.



Thinkstock ([20--?])

Figura 405 - Corrente de dentes

**d) Corrente de Articulação Desmontável:** São correntes empregadas em trabalhos pesados, pois seus elos são fundidos e seus pinos são fabricados de aço. São usados em esteira de jato de granalha<sup>5</sup>.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 406 - Corrente de articulação desmontável  
Fonte: (RESCOR, 2015).

**e) Corrente Gall e de Aço Redondo:** Usadas para transportar uma grande capacidade de carga e, por isso, são muito empregadas em trabalhos com baixa velocidade.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 407 - Corrente Gall  
Fonte: (DAIDO, 2014)



Thinkstock (20-?)

Figura 408 - Corrente de aço redondo

<sup>5</sup> Partículas de vidro ou esferas de aço, com tamanhos de grãos, que variam de acordo com o serviço de jateamento e são usadas como meio abrasivo para limpeza de peças ou de martelagem.

Conforme descrito por Melconian (2000, p. 275), o primeiro critério avaliado no dimensionamento das correntes é o critério de desgaste, pois implica diretamente na durabilidade da transmissão. De acordo com seus estudos, o alongamento provocado pelo desgaste deve ser no máximo de 3% do comprimento original da corrente.

## **Mancais**

Nas indústria, são encontrados dois tipos de mancais: os deslizantes, que são os mancais de fricção, devido ao atrito do eixo com as buchas; e os mancais de rolamentos, também conhecido como mancais antifricção.

### **a) Mancal de deslizamento**

A principal função do mancal de deslizamento é apoiar e direcionar os eixos. Os mancais deslizantes são componentes que servem de alojamento e guias para eixos que fazem o movimento de rotação nos equipamentos. Normalmente são utilizados quando o eixo suporta muito esforço e trabalha em baixa rotação. Com o avanço dos lubrificantes e sistemas de lubrificação, eles já podem ser utilizados também para altas rotações. Eles estão sujeitos ao atrito devido ao peso da carga e pela ação da força centrífuga proveniente da rotação do eixo que empurra contra as paredes de alojamento do eixo, também conhecido como bucha. A vida útil de um mancal de deslizamento depende muito de fatores como, por exemplo: o material de sua construção, o tipo de trabalho a executar, rotação, seu dimensionamento e, principalmente, a lubrificação.

Ao projetar um equipamento em que se utilizou um mancal deslizante, deve-se prever a praticidade de montagem e desmontagem dos mesmos, facilitando assim, os serviços de manutenção ou troca. Também é importante que eles sejam dimensionados dentro das medidas requeridas para suportarem a carga de trabalho a que estará sujeito. Além disso, o projeto deve respeitar as normas de segurança e também a questão ergonômica.

Como os mancais sofrem forças de atrito, é imprescindível um ótimo sistema de lubrificação, que, se não for automático, terá que ter um ótimo plano de lubrificação, porque em hipótese alguma pode faltar lubrificante, pois acarretará em aquecimento e desgaste da bucha e do eixo.

Os mancais também devem fazer parte de um plano de manutenção preventiva, que depende das instruções dos manuais, do ambiente, do tipo de serviço e outros atributos que determinarão periodicidade, tipo e quantidade de lubrificante e o método de aplicação ou lubrificação.

Os mancais de deslizamento, por sofrerem força de atrito, não devem, em hipótese alguma, trabalhar desalinhados, porque isso fará com que o eixo trabalhe forçando uma parte do mancal, além de provocar seu aquecimento e desgaste, assim como do próprio mancal.

O mancal de deslizamento apresenta as seguintes vantagens:

- a) facilidade na montagem;
- b) podem ser empregados em várias situações;
- c) dependendo do tipo de trabalho, tem o formato adequado.

Assim como esse equipamento apresenta algumas vantagens, há também desvantagens a serem consideradas, tais como:

- a) excesso de temperatura;
- b) devido ao atrito, o desgaste e a perda de rendimento são inevitáveis;
- c) não pode trabalhar desalinhado;
- d) sua lubrificação é indispensável.

Os mancais de deslizamento apresentam várias formas de construção, que são denominados de mancais de apoio, de flange ou tensor:



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 409 - Mancal de apoio  
Fonte: do Autor



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 410 - Mancal tipo flange  
Fonte: do Autor

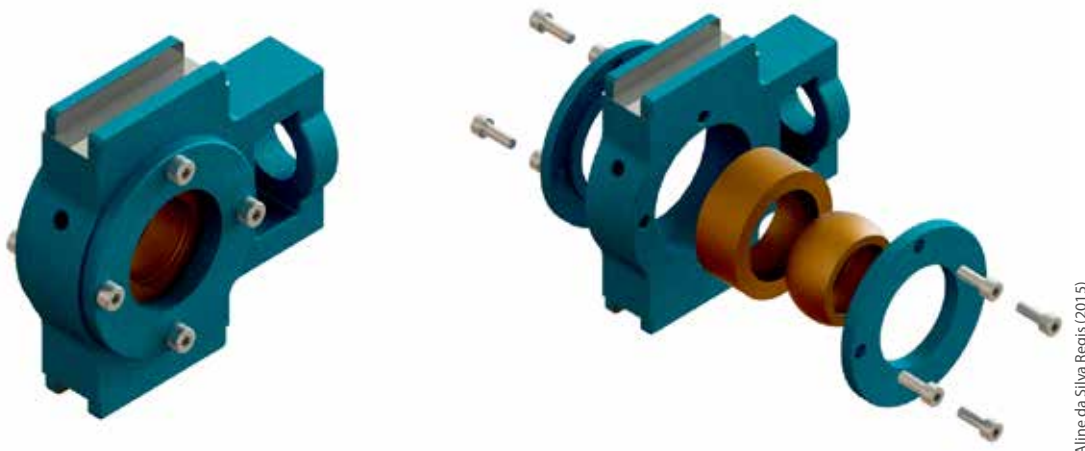


Figura 411 - Mancal tensor  
Fonte: do Autor

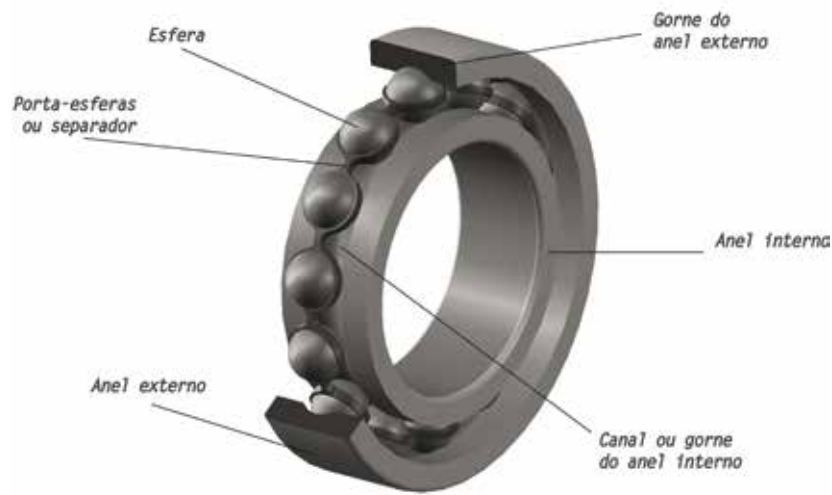
Aline da Silva Regis (2015)

Geralmente o corpo do mancal é construído de ferro fundido e, em alguns casos, de aço, dependendo do tipo de trabalho. Os materiais que compõem a bucha do mancal podem ser de vários tipos. Dependendo da sua utilização, são fabricados de:

- a) liga à base de estanho, antimônio e cobre;
- b) liga binária (cobre e chumbo);
- c) bronze à base de estanho;
- d) bronze à base de chumbo;
- e) bronze de alta resistência;
- f) alumínio;
- g) prata;
- h) ferro fundido;
- i) grafite (misturado ao cobre, bronze e plásticos);
- j) plásticos

### **b) Mancais de Rolamento**

O rolamento é um elemento de apoio que nos permite trabalhar com maior velocidade e menor atrito, se comparado com os mancais de deslizamento. Os mancais de rolamento são classificados através de seus elementos rolantes, que podem ser esferas, rolos ou agulhas. Os rolamentos podem ser minúsculos, como os encontrados em relógios, ou rolamentos gigantes, como os usados em navios.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 412 - Constituição de um rolamento  
Fonte:

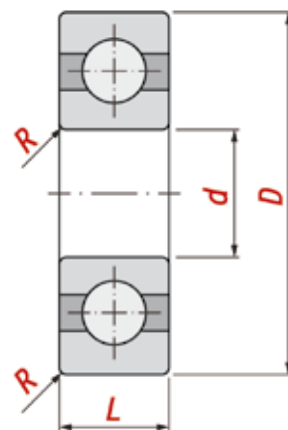
Para selecionarmos um rolamento adequado, é necessário observar os seguintes passos:

- dimensionamento do eixo;
- medida do diâmetro interno;
- medida do diâmetro externo,
- espessura;
- solicitação ou carga de trabalho;
- sentido da carga (radial, axial ou mista);
- rotação a que será exposto.

As dimensões e as características dos rolamentos são indicadas nas diferentes normas técnicas e nos catálogos de fabricantes.

#### Características dos rolamentos:

$D$ : diâmetro externo;  
 $d$ : diâmetro interno;  
 $R$ : raio de arredondamento;  
 $L$ : largura.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 413 - Características dos rolamentos  
Fonte: do Autor

Existem vários tipos de rolamentos. A seguir, vamos conhecer alguns deles.

**1) Rolamento rígido de uma carreira de esfera:** É o mais comum. Absorve pequenas cargas radiais e também cargas axiais, muito utilizado em rotações elevadas.



Thinkstock ([20-71])

Figura 414 - Rolamento rígido de uma carreira de esfera

**2) Rolamento de contato angular de uma carreira de esfera:** É um rolamento que suporta carga radial e axial apenas em uma direção. Este rolamento deve ser montado em par, pois só absorve carga axial em apenas um sentido.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 415 - Rolamento de contato angular de uma carreira de esfera  
Fonte: do Autor

**3) Rolamento autocompensador de duas carreiras de rolo:** Suportam serviços pesados e pequenos desalinhamentos. Suporta maior carga, porque a área de contato dos rolos é maior que a área das esferas.



Thinkstock ([20--?])

Figura 416 - Rolamento autocompensador de duas carreiras de rolo

**4) Rolamento de rolo cilíndrico:** Suportam grande carga radial. É um rolamento fácil de montar e desmontar, porque seus componentes são separados.



Thinkstock ([20--?])

Figura 417 - Rolamento de rolo cilíndrico

**5) Rolamentos de rolos cônicos:** Estes rolamentos suportam a carga radial e também a carga axial em um único sentido. O anel interno e externo desse rolamento pode ser separado, podendo ser montado um de cada vez. Estes rolamentos devem ser montados um contra o outro, porque suportam a carga axial em um único sentido. É comum o seu uso em árvores de máquinas ferramentas.



Thinkstock ([20--?])

Figura 418 - Rolamentos de rolos cônicos

**6) Rolamento axial de esfera:** São rolamentos que podem ser submetidos a cargas axiais elevadas, mas não suportam a carga radial. Para fazer o alinhamento correto das esferas, deve-se ter uma mínima carga axial atuando diretamente.



Thinkstock ([20--?])

Figura 419 - Rolamento axial de esfera

**7) Rolamento de Agulhas:** São usados quando o espaço radial é muito pequeno. A agulha tem o comprimento de três a dez vezes o seu diâmetro.



Thinkstock ([20--?])

Figura 420 - Rolamento de agulhas

Os rolamentos podem ser abertos nos dois lados, vedados ou blindados em apenas um lado ou em ambos os lados.

Os rolamentos são fixos em alojamentos projetados de acordo com as características do conjunto onde será instalado, ou em caixas ou mancais padronizados que podem ser adquiridos no mercado. Para facilitar a fixação sobre o eixo, alguns rolamentos podem fazer uso de buchas. As buchas de fixação são utilizadas na montagem onde se deseja fixar um rolamento com diâmetro interno cônico, em um eixo cilíndrico. O conjunto é composto por uma bucha, uma porca e uma arruela com trava.

### *Rolamento auto compensador de esferas*



Thinkstock ([20--7])

Figura 421 - Conjunto rolamento auto compensador, bucha, porca de fixação e arruela trava

Os rolamentos apresentam as seguintes vantagens:

- a) a lubrificação não é tão intensa quanto no mancal de deslizamento;
- b) o aquecimento e atrito são menores;
- c) podem ser encontrados internacionalmente com o mesmo padrão (medidas).
- d) tem pouca ou nenhuma folga.

Suas desvantagens são:

- a) sensível a choques;
- b) custo mais elevado;
- c) não suporta cargas tão elevadas.

Os rolamentos requerem alguns cuidados, como:

- a) efetuar sempre a lubrificação correta;
- b) eliminar qualquer ponto de oxidação;
- c) mantê-lo sempre isento de limalhas ou rebarbas;
- d) evitar usar estopa para limpá-los.

Os rolamentos também podem apresentar alguns defeitos, como, por exemplo:

- a) desgaste por falta de lubrificação;

- b) desgaste por partículas abrasivas em contato com os elementos rolantes;
- c) ferrugem.

Quando a carga no rolamento for maior do que o recomendado, a tendência do rolamento é girar em falso, provocando sua fadiga.

Além disso, ele pode apresentar falhas mecânicas. Portanto, ao fazer a montagem do rolamento, deve-se sempre verificar a carga que está sendo exercida sobre o mesmo, para que este não trabalhe forçado e cause o brinelamento, que é a depressão causada pelos rolos e esferas na pista do rolamento.

## 8.2 LUBRIFICAÇÃO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Você já ouviu falar em atrito e o que ele pode causar ao equipamento? Quando há o contato entre duas peças que se deslocam entre si, mesmo que estejam polidas, ocorre o atrito, que provoca o aquecimento e o desgaste das mesmas.

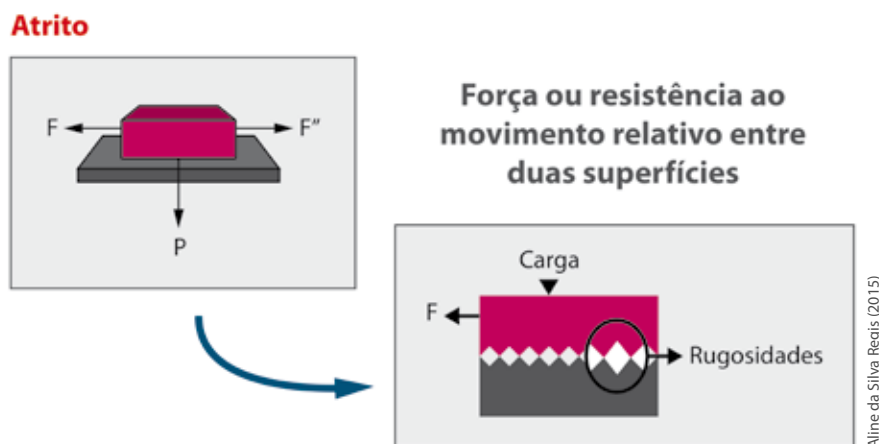


Figura 422 - Atrito  
Fonte: do Autor

Para minimizar este problema, lubrificamos os componentes de um conjunto, aplicando lubrificantes específicos ao tipo de trabalho, com o objetivo de reduzir o atrito, a temperatura e, conseqüentemente, o desgaste das peças. O lubrificante é interposto entre as superfícies em movimento, formando um filme lubrificante. Alguns circuitos de lubrificação possuem lubrificação forçada e o equipamento só parte se a bomba estiver ligada e o sistema pressurizado, para garantir que haja lubrificante em todos os pontos sujeitos ao desgaste pela ação do atrito.

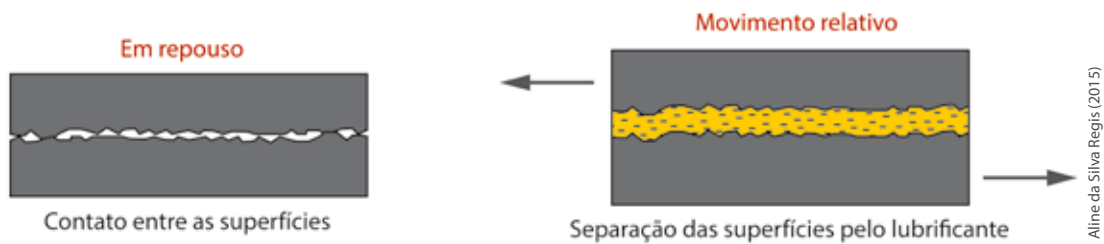


Figura 423 - Efeitos da lubrificação  
Fonte:

Existem vários tipos de lubrificantes que podem ser encontrados no estado líquido, pastoso ou sólido, de origem mineral, orgânico e sintético. Nas indústrias, os mais utilizados são os óleos e graxas minerais, mas também já estão sendo usados em locais críticos, graxas e óleos sintéticos.

**a) Óleos Minerais:** É um óleo proveniente do petróleo refinado com aditivos. Ele é um óleo transparente, incolor e de baixo custo. O óleo mineral pode ser parafínico, naftênico e misto.

**b) Graxas Minerais:** São mais consistentes do que o óleo mineral, porque são compostos por óleo e espessantes à base de cálcio, lítio, sódio, bário etc., mais os aditivos. A graxa mineral pode ser classificada quanto:

- 1) à aplicação (rolamentos, mancais);
- 2) às propriedades (consistência, resistência ao envelhecimento).

**c) Óleos Orgânicos:** Possuem elevada capacidade de lubrificação, mas com uma desvantagem: são extremamente caros e envelhecem rapidamente.

**d) Lubrificantes Sintéticos:** São óleos muito utilizados em motores a combustão e estão sendo introduzidos na indústria para a lubrificação de compressores de ar, redutores de grande porte etc., e provém da síntese química.

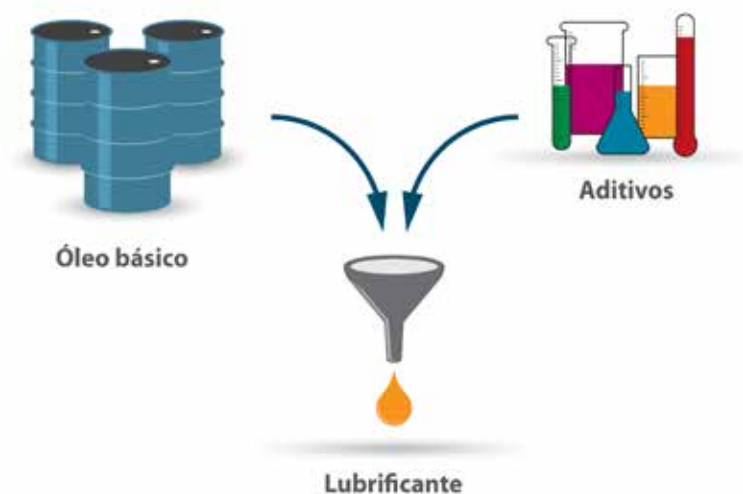


Figura 424 - Representação sintética da formação do lubrificante  
Fonte: do Autor

### Composição e bases dos lubrificantes

Os lubrificantes são compostos por 80 a 95% de óleo mineral refinado do petróleo ou sintético derivado de reações químicas, e de 5 a 20% de aditivos. Os lubrificantes de base mineral são misturas complexas e por isso podem ter suas propriedades comprometidas pela severidade do trabalho, caso sua cadeia seja comprometida pela ação de impurezas. Os lubrificantes de base sintética são compostos puros, sem ceras e outras impurezas, pois suas propriedades são feitas sob medida.



Figura 425 - Representação da composição e bases dos lubrificantes

Fonte: do Autor

### Método de lubrificação

O processo de lubrificação pode ser realizado através de métodos simples e manuais, ou por um sistema automatizado. Desta forma eles são classificados em métodos com perda total do lubrificante, com reaproveitamento do lubrificante ou selado.

#### Método de lubrificação com perda total

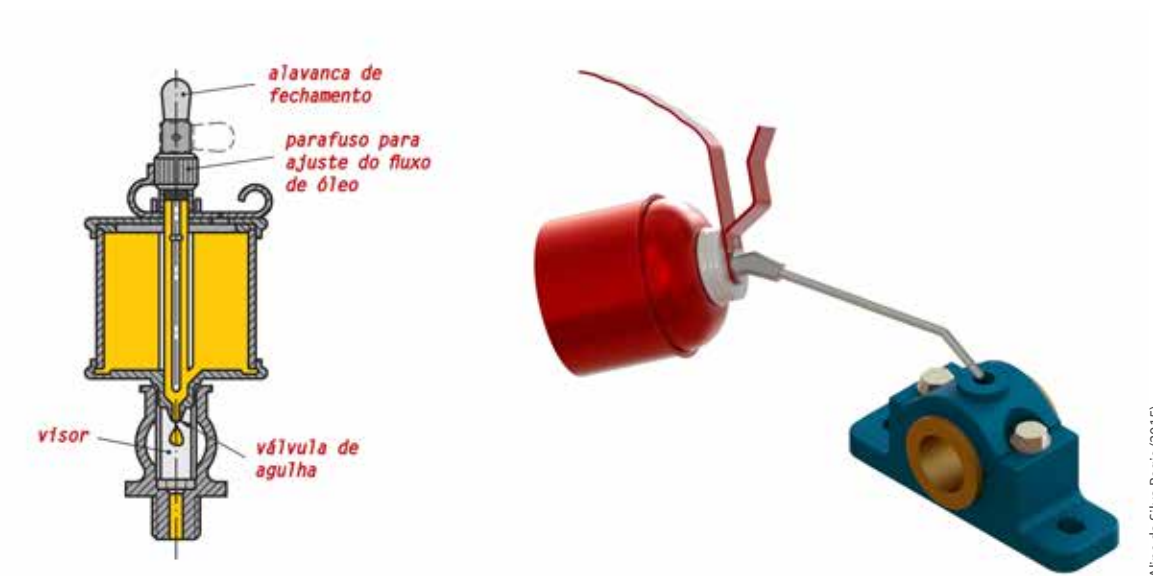
O método de lubrificação com perda total pode ser realizado de forma manual ou automática. Na forma manual, a lubrificação pode ocorrer das seguintes formas:

- a) com pincel ou espátula, onde se aplica uma película de graxa sobre a peça a ser lubrificada;
- b) por pistola ou bomba, onde o lubrificante é introduzido através de um pino graxeiro;
- c) por almotolia, copo conta gotas ou copo graxeiro, onde o lubrificante é derramado sobre o ponto a ser lubrificado, após o reservatório dos copos ou almotolia serem acionados de forma manual.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 426 - Lubrificação com pincel e com bomba através de pino graxeiro  
Fonte: do Autor



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 427 - Lubrificação com almotolia e copo conta gotas  
Fonte: do Autor

Na forma automática, a lubrificação pode ocorrer das seguintes formas:

a) com copo graxeiro, onde uma mola ou um gás se expandirá gradativamente empurrando a graxa para a saída;

b) através de copo com agulha ou vareta, onde uma agulha ou vareta que passa por um orifício e cuja ponta repousa sobre um eixo, é acionado quando este eixo gira, imprimindo um movimento alternativo à agulha, liberando o fluxo de lubrificante, que continua fluindo enquanto dura o movimento do eixo;

c) através de copo com mecha, onde o lubrificante flui através de um pavio (corda) que fica encharcado de óleo. A vazão depende da viscosidade do óleo, da temperatura do tamanho e traçado do pavio;

d) com sistema progressivo, onde o lubrificante (graxa ou a óleo), é bombeado para lubrificar um elevado número de pontos, independentemente de sua localização. Este método pode ser utilizado em sistemas com perda ou reaproveitamento do lubrificante.

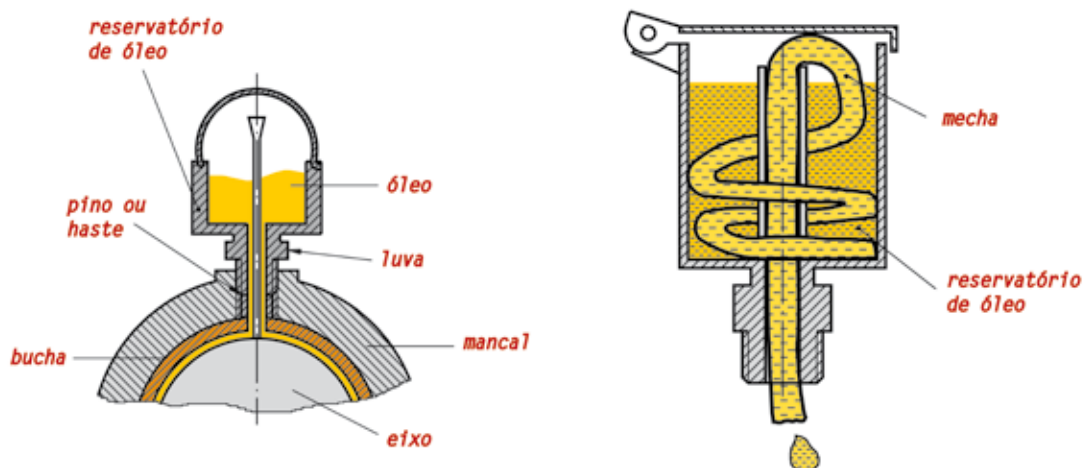


Figura 428 - Lubrificação com copo de vareta e mecha tipo sifão  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

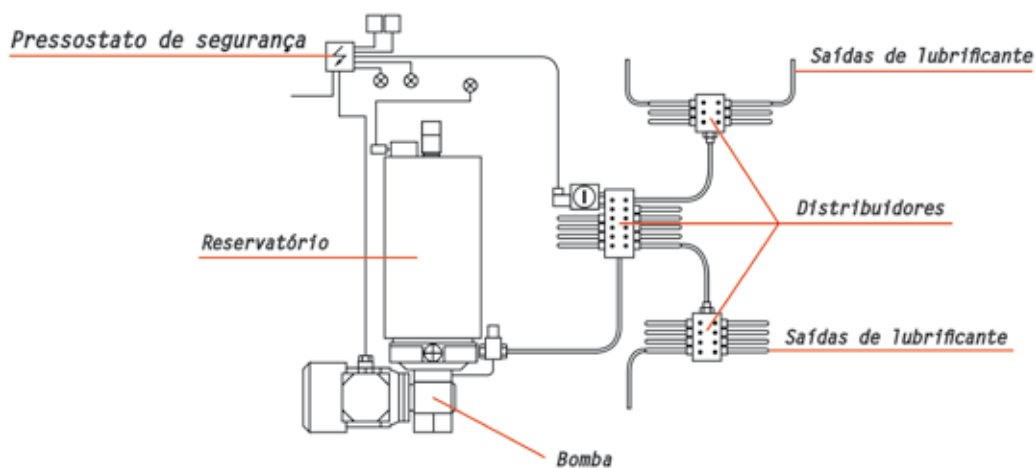


Figura 429 - Lubrificação automatizada pelo método centralizado progressivo  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

### Método de lubrificação selado ou com reaproveitamento

No método de lubrificação selado ou com reaproveitamento, a lubrificação acontece das seguintes formas:

a) por salpico, onde o lubrificante contido no cárter é borrifado através do contato entre as peças móveis e o lubrificante;

b) por anel ou corrente, onde o lubrificante fica em um reservatório abaixo do mancal e um anel, cuja parte inferior permanece mergulhada no óleo, passa em torno do eixo. Quando o eixo se movimenta, o anel acompanha esse movimento e o lubrificante é levado ao eixo e ao ponto de contato entre ambos. Se uma maior quantidade de lubrificante é necessária, utiliza-se uma corrente em lugar do anel. O mesmo acontecerá se o óleo utilizado for mais viscoso;

c) por banho, onde as peças a serem lubrificadas mergulham total ou parcialmente num recipiente de óleo. O excesso de lubrificante é distribuído por meio de ranhuras a outras peças. O nível do óleo deve ser constantemente controlado porque, além de lubrificar, ele tem a função de resfriar a peça. Esse tipo de lubrificação é empregado em mancais de rolamentos de eixos horizontais e em caixas de engrenagens;

d) por circulação, onde o óleo é bombeado de um depósito para as partes a serem lubrificadas. Após a passagem pelas peças, o óleo volta para o reservatório. O sistema pode conter ainda, bomba, válvulas, filtro e trocador de calor para os casos da lubrificação de equipamentos de grande critério operacional.

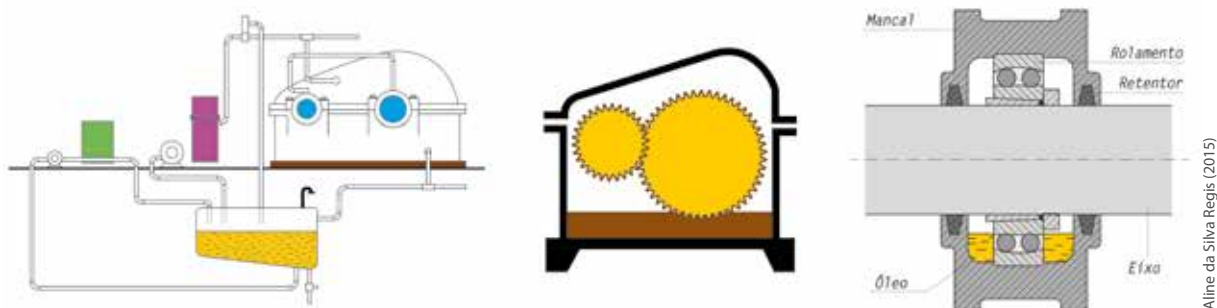


Figura 430 - Lubrificação por circulação e por banho  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

### Eficácia do processo

O processo mais adequado é aquele que garante a introdução do lubrificante nos pontos de trabalho na quantidade adequada, no tempo certo e com um custo adequado; fornecendo a segurança que o equipamento necessita. Por esses motivos, a lubrificação deve ser planejada e organizada se quiser ser eficaz. É importante ressaltar que os processos automatizados geram maior confiabilidade, pois enviam sempre a mesma quantidade de lubrificante, além de cumprirem com a periodicidade que foi determinada. Outro ponto importante, é a possibilidade de se instalar alarmes que indicam a falta de lubrificante no reservatório e/ou falhas no sistema, como pressão baixa ou distribuidores danificados.

## 8.3 MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Todos os produtos industrializados passam por processos de transformação. Dentro das indústrias, eles transformam materiais brutos em peças acabadas. Essa transformação acontece por meio de máquinas e equipamentos. Nesta seção, você conhecerá algumas máquinas utilizadas pelas indústrias, como tornos mecânicos, fresadoras mecânicas, furadeiras, retificadoras e serras.

### 8.3.1 TIPOS, CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES

Diversos são os tipos de máquinas operatrizes e máquinas ferramentas instaladas no parque fabril brasileiro. Cada uma delas foi adquirida visando atender à necessidade de fabricação de um determinado produto ou serviço. Os equipamentos de usinagem, na sua grande maioria, são dotados de recursos e acessórios que permitem a realização de várias operações, sem a necessidade de manipular a peça.

#### Furadeiras

As furadeiras são máquinas destinadas à usinagem de furos com diâmetros e comprimentos variados com o auxílio de uma ferramenta chamada de broca. Na indústria, as mais utilizadas são as furadeiras de bancada, as furadeiras de coluna e as furadeiras radiais.

**a) Furadeiras de bancada:** As furadeiras de bancada são amplamente usadas para usinagem de pequenos furos, e são amplamente utilizadas nas indústrias por causa da sua versatilidade. Elas podem ser transportadas para vários setores da empresa sem muitas dificuldades. Os furos produzidos por este tipo de furadeira são de baixa precisão.



Figura 431 - Furadeira de bancada

**b) Furadeira de coluna:** As furadeiras de coluna possuem um porte maior. Por isso, furam peças maiores. São constituídas de uma base, uma coluna principal, contendo os conjuntos de transmissão, e a mesa da furadeira. A coluna permite que a mesa e o sistema de transmissão possam ser girados ao seu redor.



Thinkstock (20-?)

Figura 432 - Furadeira de coluna

**c) Furadeira radial:** É empregada na usinagem de furos precisos em peças de grande porte. Apresenta uma estrutura robusta e avanços automáticos para deslocamento da broca em direção à peça. É uma máquina encontrada em menor quantidade nas indústrias.



Andraia Silva (2015)

Figura 433 - Furadeira radial

**FIQUE  
ALERTA**

Ao operar qualquer máquina ou equipamento, é imprescindível que sejam utilizados equipamentos de proteção individual, como óculos de segurança, por exemplo.

### 8.3.2 TORNOS MECÂNICOS

O torno mecânico é uma máquina ferramenta utilizada para a fabricação de peças cilíndricas, onde o movimento de rotação da peça, combinado com o avanço de uma ferramenta monocortante, realiza o corte do material com remoção de cavaco. O torno mecânico permite produzir peças cilíndricas com perfis variados, contendo ângulos, raios, rosca, entre outros. Os tornos mecânicos mais comuns encontrados nas indústrias são:

**a) Tornos mecânicos horizontais:** podem fabricar uma grande variedade de peças com certo grau de complexidade. O torno horizontal possui o eixo árvore, onde a peça é fixada paralelamente ao seu barramento. O tamanho do torno dependerá do tamanho da peça a ser usinada.



Figura 434 - Torno mecânico universal

**b) Tornos CNC (comando numérico computadorizado):** são máquinas que estão presentes atualmente em muitas empresas metalmeccânicas, porque realizam a usinagem da peça por meio de um programa que pode ser escrito manualmente ou com o auxílio de softwares. Esses programas possuem códigos que são processados pela máquina após serem inseridos em sua memória, que realiza a usinagem da peça de maneira automatizada. É uma máquina que realiza a usinagem com grande precisão e rapidez, sendo indicada para a produção de peças seriadas.



Figura 435 - Torno CNC

**c) Tornos verticais:** são destinados à usinagem de peças cilíndricas de grande porte.



Figura 436 - Torno vertical

**d) Tornos revolveres:** permitem a fixação de várias ferramentas em sua torre e otimizam a produção.

**e) Tornos automáticos:** utilizado principalmente para a usinagem de conexões de latão e seu acionamento e movimento é feito de forma automática, por um sistema de cames<sup>6</sup>. É um torno utilizado para usinagem de peças seriadas, devido a sua rapidez, porém com pequenos diâmetros.



Figura 437 - Torno automático

Fonte: Adaptado catálogo de tornos automáticos ERGOMAT.

Julio Cesar Borches (2015)

<sup>6</sup> É um elemento de máquina destinado à transmissão de movimentos, cuja superfície tem um formato especial. Normalmente a superfície possui uma excentricidade que produz movimento num segundo elemento denominado seguidor.

**CURIOSIDADES**

O site <http://tecmecanico.blogspot.com.br/2011/09/torno.html> apresenta uma pequena história sobre os tornos mecânicos e algumas curiosidades. Acesse e confira.

**CASOS E RELATOS****Peça quadrada no torno?**

João havia aberto uma pequena empresa, na qual executava serviços de usinagem e sua primeira máquina foi um torno mecânico universal. Como ele estava iniciando os trabalhos em sua empresa, não possuía muito dinheiro para investir em outros equipamentos de maneira que essa era a única máquina em sua oficina.

Determinado dia, João recebeu um pedido para que ele fizesse um furo cilíndrico no centro de uma peça quadrada. O mais viável seria que esse furo fosse feito em uma fresadora, pois essa máquina tinha melhores condições para atender a fabricação desta peça.

João lembrou das aulas que ele teve no SENAI e após algumas horas analisando o desenho da peça definiu uma maneira de executar aquele furo no torno. Ele lembrou que existia um dispositivo para fixação de peças quadradas no torno, chamado de placa de quatro castanhas, que permitia que essa peça fosse fixada facilmente. Então ele retirou a placa universal de três castanhas<sup>8</sup> e instalou a placa de quatro castanhas no torno, podendo assim realizar a furação no centro das peças quadradas. Portanto, ao se deparar com qualquer tipo de problema relacionado à usinagem, é ideal que seja realizado um estudo para encontrar uma solução. A criatividade é muito importante e pode ajudar no desenvolvimento profissional.

**8.3.3 FRESADORAS**

As fresadoras são máquinas operatrizes que realizam a operação de fresamento com o auxílio de uma ferramenta com uma ou mais facas, cortando o material com remoção de cavaco. A fresadora permite a confecção de peças complexas com vários perfis, como rasgos, ângulos, engrenagens, furações, fresamento plano, entre outros. A classificação das fresadoras é feita considerando-se a posição do seu eixo árvore em relação à mesa de trabalho. A seguir, estão relacionadas as principais fresadoras empregadas nas indústrias.

7 É um acessório do torno mecânico responsável por prender a peça a ser usinada.

a) Fresadora horizontal: seu eixo árvore fica paralelo à mesa da máquina, utilizada principalmente para a fabricação de engrenagens de dentes retos e dentes helicoidais.

b) Fresadora vertical: seu eixo árvore fica perpendicular à mesa da máquina e é utilizada para fresamento de peças com perfis complexos.

c) Fresadora ferramenta: seu eixo árvore pode ser rotacionado, fazendo com que ela trabalhe tanto na posição vertical, quanto na posição horizontal.



Thinkstock ((20--?))

Figura 438 - Fresadora ferramenta

**Fresadoras universais:** pode ser transformada tanto em fresadora vertical, quanto em horizontal, pois existe a possibilidade da troca de seus cabeçotes de fresamento.



Thinkstock ((20--?))

Figura 439 - Fresadora universal

**Fresadora CNC (comando numérico computadorizado):** utilizada para fresamento de peças complexas, como moldes, ou para produção seriada. Para fresagem de peças na fresadora CNC, é necessário que seja feito um programa que será inserido na máquina, e posteriormente ela processará essas informações e fará o fresamento da peça de forma automatizada.



Thinkstock ([20--7])

Figura 440 - Fresadora CNC vista interna

### 8.3.4 RETIFICADORAS

As retificadoras são máquinas utilizadas para o processo de usinagem por abrasão, ou seja, um rebolo é responsável pela remoção dos cavacos da peça. A retificadora produz uma superfície usinada com grande grau de precisão e acabamento. Este processo acontece posteriormente aos processos de torneamento ou fresamento, pois a remoção de cavaco que ocorre nesse tipo de equipamento é mínima, sendo que geralmente o sobremetal<sup>8</sup> deixado na peça para sua retificação é de apenas alguns décimos.

As retificadoras podem ser planas, cilíndricas ou sem centros (center less) dependendo da peça que será retificada.

**Retificadora plana:** Nessa máquina podem ser retificadas peças com superfícies planas, paralelas ou inclinadas, sendo que a peça geralmente é fixa na máquina por meio de uma base magnética.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 441 - Retificadora plana  
Fonte: do Autor

8 Excesso de material deixado na peça para que ela possa passar posteriormente por outro processo de usinagem.

**Retificadoras cilíndricas:** Nessa máquina podem ser retificadas peças com superfícies cilíndricas, externas ou internas, sendo que a peça é fixa em uma placa de aperto semelhante à placa do torno mecânico, que realiza um movimento de rotação. O reboło, por sua vez, também realiza um movimento de rotação, que entra em contato com a peça, removendo material.



Figura 442 - Retificadora cilíndrica

**Retificadora sem centros (*center less*):** É utilizada na produção em série de peças cilíndricas. O eixo a ser retificado passa por um disco de arraste, que fará com que ele tenha um movimento longitudinal, enquanto o disco, que contém o reboło<sup>9</sup>, realiza a retífica do eixo.



Figura 443 - Retificadora *center less*  
Fonte: do Autor

### 8.3.5 SERRAS

Quando é necessário serrar várias peças, ou peças de grandes dimensões, são utilizadas máquinas de serrar, que facilitam o trabalho e tornam sua execução mais rápida.

---

<sup>9</sup> Ferramenta de corte abrasiva utilizada na retificadora.

Existem vários tipos de máquinas de serrar. O que determinará qual máquina é a melhor para o uso é o tamanho do material que se deseja cortar, o tipo do material e a rapidez com que se deseja realizar a tarefa.

A seguir, serão apresentados alguns tipos de máquinas de serrar:

**Serras alternativas verticais e horizontais:** Esse tipo de serra realiza um movimento alternativo (vai e vem) do braço que suporta a da lâmina da serra para realização do corte do material.



Thinkstock ([20--7])

Figura 444 - Serra horizontal alternativa

**Serra de fita vertical:** A serra fita proporciona um corte contínuo, através de uma serra que passa por dois volantes. A serra fita proporciona, além de cortes em linha reta, cortes inclinados, ou em raios. As lâminas da serra são comercializadas em rolos e, dependendo da dimensão da máquina, elas são cortadas e soldadas em um comprimento específico para a máquina.



Thinkstock ([20--7])

Figura 445 - Serra fita

**FIQUE ALERTA**

Ao utilizar a serra fita para corte de materiais, é de grande importância que se tome muito cuidado, principalmente no final do corte da peça, reduzindo os riscos de um acidente de trabalho.

**Serra circular:** A serra circular é utilizada para realização de cortes retos, feitos com uma serra em formato de disco circular.



Thinkstock ([20-?])

Figura 446 - Serra circular para corte de aço

**SAIBA MAIS**

Para aprofundar seus conhecimentos, acesse o site: [http://www.arandanet.com.br/midiaonline/maquinas\\_metais/](http://www.arandanet.com.br/midiaonline/maquinas_metais/) e conheça mais sobre máquinas e metais.

## 8.4 FERRAMENTAS

As ferramentas têm um papel importantíssimo na fabricação mecânica, porque são responsáveis por dar forma às peças, cortando, dando um fino acabamento, apertando ou soltando parafusos etc. As ferramentas são indispensáveis no processo produtivo de uma empresa. A seguir, serão descritas algumas das ferramentas mais utilizadas na área mecânica, bem como a identificação suas características e aplicações.

### 8.4.1 TIPOS CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES

As ferramentas e dispositivos utilizados nos processos e máquinas para usinagem, seja de uso manual ou automático, são responsáveis por entrar em contato com o material a ser trabalhado e moldá-lo de acordo com os movimentos que forem executados. A seguir, você conhecerá as principais ferramentas de usinagem.

## Limas

As limas, são ferramentas de corte fabricadas de aço ou carbono e utilizadas manualmente para operações de ajustagem.

As limas podem ser picado simples ou cruzado. O espaçamento entre os dentes ou grau do picado podem ser grossas (bastarda<sup>10</sup>) e finas (mursa<sup>11</sup>). Quanto à seção da lima, ela pode ser chata, quadrada, meia cana, triangular ou redonda.



Figura 447 - Limas



### FIQUE ALERTA

Para uma maior durabilidade das limas, deve-se evitar armazená-las em contato umas com as outras, ou em contato com outras ferramentas. Outro ponto a ser observado se refere à sua limpeza, que deve ser feita periodicamente durante o processo de limagem, com o auxílio de uma escova de limas

## Arco de serra e lâmina de serra

É uma ferramenta manual utilizada para realização de cortes em peças metálicas, plásticos, madeira, entre outros. É composta por um arco, que é o dispositivo onde a lâmina é fixada, e pela lâmina da serra. A serra é feita de aço carbono ou aço liga, que é (e deve ser) substituída após seu desgaste, sem a necessidade de trocar todo o conjunto. É importante o uso de óculos de proteção para manusear o arco de serra manualmente, pois a lâmina pode quebrar e causar acidentes.

10 É uma lima com maior espaçamento entre o picado (dente), destinada à remoção de grande quantidade de material.

11 É uma lima com pequeno espaçamento entre o picado (dente), destinada ao processo de acabamento.



Thinkstock (20-?)

Figura 448 - Arco de serra e lâmina de serra

### Machos

São ferramentas de corte utilizadas para a abertura de roscas internas após a realização de um pré-furo. São usadas manualmente ou com o auxílio de máquinas e podem ser fabricadas em aço rápido ou metal duro. Quando utilizados manualmente, é necessário fixá-los em um desandador, que é um dispositivo que auxilia no processo de abertura de roscas. Para utilizá-los na máquina, o macho deve ser fixo no eixo árvore da máquina. Normalmente os machos manuais são fornecidos em um jogo composto por de três peças, com canais longitudinais retos ao longo de seu corpo. Para abertura da rosca manualmente, passa-se primeiramente o macho número 1; em seguida, o número 2; e, por último, o número 3. Existem também a possibilidade de realizar a abertura de roscas com o macho preso diretamente na máquina. Para isso, é necessário utilizar machos específicos para uso em máquina.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 449 - Machos para rosca interna



Quando se deseja abrir uma rosca interna em uma peça, deve-se fazer um pré-furo. Para abri-lo, existem tabelas que especificam o diâmetro da broca em relação ao tipo de rosca que se deseja fazer. Acesse o site <http://www.amatools.com.br/html/amatools/arquivos/Tabela05.pdf> e conheça uma tabela que pode ser utilizada.

### Desandadores

O desandador é um dispositivo que serve para fixar o macho e funciona como alavanca para girá-lo e fazer a penetração na peça, diminuindo assim a força que o operador exerce para realizar a abertura da rosca.



Figura 450 - Desandadores

### Cossinete

É uma ferramenta construída de aço carbono ou metal duro, utilizada para a confecção de rosca externas. O eixo onde será feita a rosca deve possuir um diâmetro correto, para que se possa realizar a operação de abertura sem que haja a quebra do cossinete.



Figura 451 - Cossinete ou tarraxa (à esquerda) e porta cossinete (à direita)



#### CURIOSIDADES

Em alguns lugares, o cossinete também pode ser chamado de tarraxa, assim como o porta-cossinete pode ser chamado de porta-tarraxa.

### Porta-cossinete

É um dispositivo para a fixação do cossinete, que facilita a operação de abertura de rosca externa, pois funciona como alavanca. Dependendo do diâmetro externo do cossinete, existe uma variação no tamanho do porta-cossinete a ser usado.



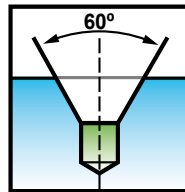
Figura 452 - Porta-cossinete

### Brocas de centro

As brocas de centro são ferramentas que têm a finalidade de abrir pré-furos, que servirão de guia para uma posterior furação com broca; ou abrir um pré-furo, que servirá como apoio de uma contraponta para peças com grandes comprimentos, que passarão por um processo de torneamento ou fresamento com o divisor. São ferramentas construídas de aço rápido e, dependendo da aplicação do furo de centro, há tipos diferentes de brocas de centro.

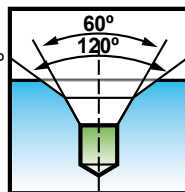
#### FORMA "A"

É o tipo mais usual de broca de centrar. Ela produz furos com escareamento plano de 60°. a broca-piloto abre uma área de folga responsável por acomodar a terminação da ponta rotativa.



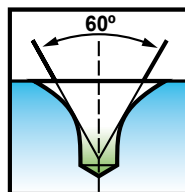
#### FORMA "B"

O chanfro externo de 120° protege o ângulo interno de 60° (superfície de contato com a ponta rotativa) contra risco de quebra e deformação. A área de folga resultante do chanfro protetivo facilita o posicionamento das peças entre centros em tornos com carregamento automático.



#### FORMA "R"

O escareamento com raio de furo de centro é mais robusto que o escareamento típico a 60°. O raio atua como um chanfro protetor da entrada do furo, prevenindo quebras e facilitando o posicionamento das peças em tornos com carregamento automático.



Julio Cesar Borches (2015)

Figura 453 - Brocas de centro  
Fonte: Adaptado de (BVMAK, 2014)

## Brocas

As brocas são ferramentas utilizadas para abrir furos com o auxílio de furadeiras. Possuem um formato cilíndrico, com canais helicoidais ao longo do seu corpo e podem ser fabricadas de aço carbono, aço rápido e metal duro. Dependendo do tipo de material a ser furado, o ângulo de afiação da ponta pode variar seu grau, sendo que, para materiais moles, usa-se um ângulo agudo e, para materiais mais duros, um ângulo obtuso. Suas especificações podem ser verificadas em tabelas, cujas indicações são conforme o tipo de material a ser furado. O processo de furação ocorre com o movimento de rotação da broca e posterior avanço da mesma sobre a peça.

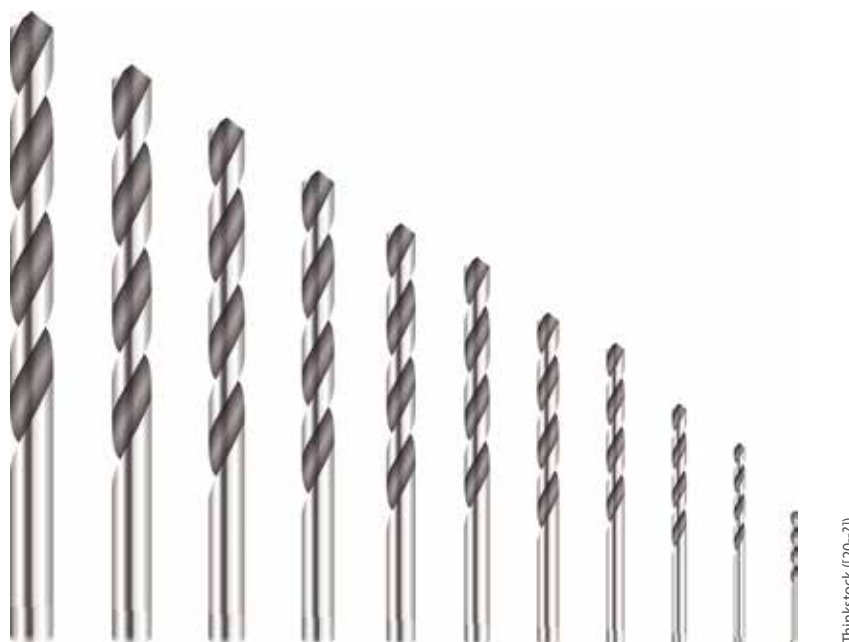


Figura 454 - Brocas



## CASOS E RELATOS

### Devo mesmo fazer um pré-furo com broca de centro?

A empresa SW ferramentaria havia contratado um novo funcionário sem experiência e sem qualificação profissional para realizar processos de furações em peças de aço e de alumínio, utilizando uma furadeira de coluna. Ao começar a fazer as primeiras peças, o novo funcionário se deparou com um grande problema: alguns furos que foram feitos estavam ficando deslocados, ou seja, a broca entrava em uma posição para furação e, ao atravessar a peça, saía em uma posição diferente.

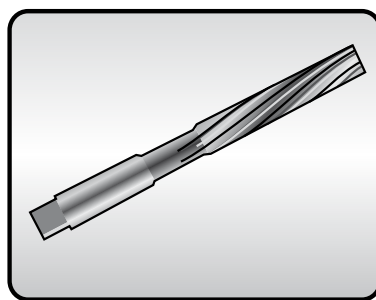
Além disso, para realizar o primeiro furo, três brocas foram quebradas.

Ao verificar a situação, o chefe do setor constatou que o problema era ocasionado, porque não havia um pré-furo com a broca de centro. Após um estudo sobre o caso, foi identificada a correção do problema.

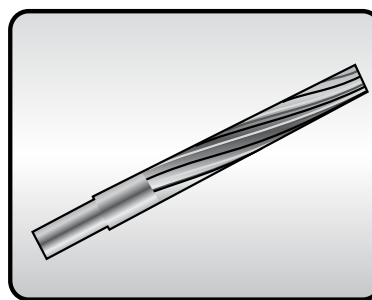
Um treinamento sobre o processo de fabricação foi fornecido para o novo funcionário, que agora realiza um pré-furo com a broca de centro antes de realizar a furação final com a broca. Também foi indicado que ele realizasse um curso no SENAI, a fim de aprimorar seus conhecimentos. Antes de executar qualquer tarefa dentro da empresa, é necessário que o novo funcionário passe por treinamentos e acompanhe o processo de fabricação, para que ele tenha melhores condições de executar a atividade com qualidade, evitando erros.

### Alargadores

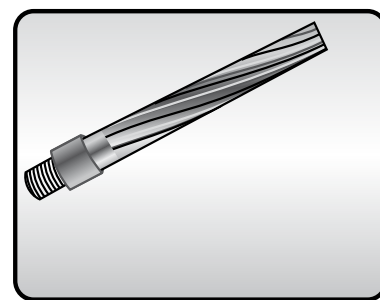
Os alargadores são ferramentas que podem ser utilizadas de forma manual, ou em máquinas, com a finalidade de dar melhor acabamento ao furo, além de uma maior precisão. Existem alargadores paralelos, cônicos e expansivos. Para se passar o alargador na peça, é necessário que seja feito um pré-furo com medida menor que a medida final do furo, para posteriormente passar o alargador com um movimento de penetração e com giro horário do alargador. É importante que, ao chegar ao final do furo, o alargador seja retirado girando-o no sentido horário.



Alargador Manual



Alargador Máquina



Alargador com Rosca na Haste

Julio Cesar Borches (2015)

Figura 455 - Alargadores

Fonte: Adaptado de (Grupo OSG, 2012 p. 524).



**SAIBA  
MAIS**

Para saber mais sobre esse assunto, acesse o site: <http://www.grupoindaco.com.br/downloads/boletim-tecnico-alargadores.pdf> e conheça outros tipos de alargadores para furos.

## Fresas

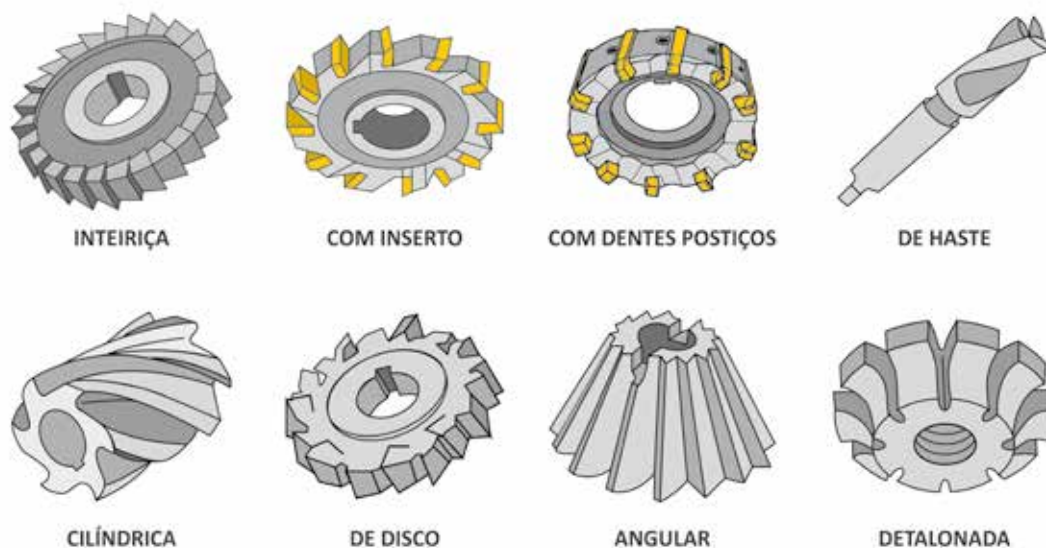
São ferramentas de corte rotativas, dotadas de múltiplas arestas dispostas simetricamente em torno de seu eixo, que remove intermitentemente o material da peça. Como o corte é intermitente, isto acarreta em vantagem para este tipo de ferramenta, pois ocorre menor desgaste. Pelo corte ser intermitente, ocorre menor atrito, maior refrigeração e manutenção da dureza.

Devido a natureza do processo, existem casos em que é necessário utilizar uma fresa de apenas uma aresta de corte, que é denominada de bailarina. Existem também situações em que, para evitar ressonância, é necessário utilizar uma disposição não simétrica das arestas de corte.

As fresadoras são as máquinas responsáveis pela fixação das fresas e posterior processo de fresamento. A peça a ser fresada, fica fixa na mesa da máquina por meio de dispositivos de fixação ou morsas, e a fresa, no eixo árvore da máquina. Por meio do movimento de rotação da ferramenta (fresa), e o movimento de avanço da mesa da fresadora, ocorre a penetração da ferramenta na peça, ocorrendo a remoção do material da peça.

## Tipos de fresas

Podemos classificar as fresas de várias formas, sendo que a primeira seria quanto a sua forma geral. Sendo assim, as fresas podem ser cilíndricas, cônicas ou ainda em forma de perfil. Quanto a sua estrutura, encontramos fresas inteiriças, com insertos, com dentes postiços, com haste cônica ou cilíndrica. É comum ouvirmos chamar as fresas estreitas, de fresas de disco e as fresas com haste, de fresas de topo.



### Quanto ao sentido de corte

Essa classificação depende do sentido de giro da ferramenta, que pode ser observado do lado do acionamento, olhando-se de cima para baixo. Encontramos fresas de corte à direita, onde o sentido é horário e fresas de corte à esquerda, onde o sentido de giro é anti-horário. Esta classificação só é aplicada para fresas com haste fixa, pois as que não possuem haste podem ser fixadas para operar nos dois sentidos.

### Quanto ao tipo de dentes

Os dentes das fresas podem ser retos, helicoidais ou bi helicoidais. A vantagem dos dentes helicoidais é a ocorrência de menor vibração durante o processo de usinagem, tornando o processo de corte mais suave, pois os dentes tocam a peça de forma gradativa, diferente dos dentes retos que tocam a peça de uma só vez.

As fresas com dentes helicoidais geram uma força axial que pode ser compensada se utilizarmos uma fresa com dentes bi helicoidais, pois este tipo de fresa tem os dentes afiados de forma intercalada, um em um sentido e o próximo é afiado no sentido inverso. A desvantagem da fresa bi helicoidal é que ela só pode ser empregada na usinagem de pequenas espessuras e com ângulos de hélice reduzidos.

Para a usinagem de grandes espessuras sem o efeito das forças axiais, é necessário a montagem de duas fresas de mesmo diâmetro e número de dentes, mas com hélices invertidas.

### Quanto à construção

As fresas podem ser classificadas em inteiriças, calçadas e com dentes postiços. As fresas inteiriças são fabricadas toda de um mesmo material, onde os mais comuns são o aço rápido e o metal duro. As fresas calçadas tem a haste e o corpo fabricados de um metal mais simples e na local das arestas de corte são soldados materiais mais nobres, como é o caso do aço rápido e metal duro. As fresas de dentes postiços são semelhantes as calçadas, mas em vez de terem as arestas construídas com material soldado, elas possuem dentes postiços chamados de insertos que podem ser trocados em caso de quebra ou desgaste. Os insertos podem ser de aço rápido, metal duro, diamante ou materiais cerâmicos.

As fresas também podem ser classificadas quanto às faces de corte que se refere ao número de superfícies que recebem afiação e conseqüentemente definem o sentido em que a ferramenta pode avançar. Desse modo a afiação das faces de corte definem se o fresamento poderá ser tangencial, onde o eixo fica paralelo à peça e/ou fresamento frontal, onde o eixo fica perpendicular à peça. Existem fresas de um corte, onde a afiação normalmente é realizada em sua superfície cilíndrica, fresas de dois cortes, onde também é realizada a afiação de uma das suas faces e a de três cortes, onde além da superfície cilíndrica, as duas faces recebem afiação.

### Quanto à fixação

As fresas podem ser encontradas com haste cilíndrica ou cônica, ou fresas para mandril com chaveta longitudinal ou transversal.

Estas fresas são fabricadas normalmente de aço rápido, aço rápido com recobrimento e de metal duro. Devido ao avanço tecnológico empregado na construção das fresadoras, principalmente a CNC, onde se pode operar com grandes velocidades, é comum encontrarmos o emprego de fresas inteiriças fabricadas de metal duro, na usinagem de diâmetros inferiores a 20 mm.

Para a usinagem com fresas de grandes diâmetros, utilizando uma fresa de frontal de facear ou cilíndrica de disco, estas têm o corpo fabricado de aço ao carbono e as regiões de corte feitas de metal duro.

### Geometria da ferramenta

Os ângulos da fresa são o ângulo de folga ( $\alpha$ ), o ângulo de cunha ( $\beta$ ) e o ângulo de saída ( $\gamma$ ). A soma desses ângulos forma  $90^\circ$  ( $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$ ). O que determina a maior ou menor resistência à quebra da ferramenta são esses ângulos. Quanto maior for a abertura do ângulo de cunha ( $\beta$ ), mais resistente será a fresa. Baseado nisto é possível classificar as fresas em três tipos, W, N e H, conforme figura a seguir.

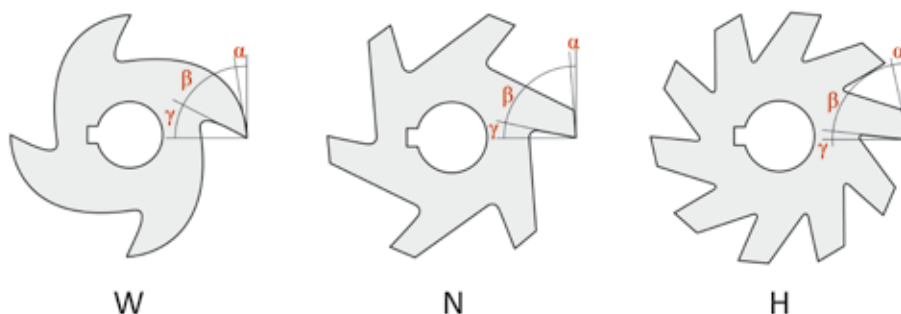


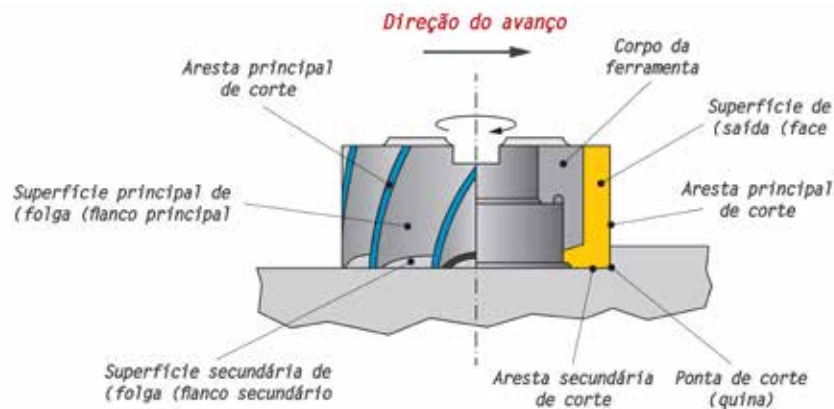
Figura 457 - Ferramentas para fresar  
Fonte: do Autor

Aline da Silva Regis (2015)

A fresa do tipo W é indicada para a usinagem de materiais não-ferrosos de baixa dureza, tenazes, que geram cavacos longos como alumínio, bronzes e plásticos. Esta fresa, por ter um ângulo de cunha menor, possui passo grande e menos dentes. Os ângulos são ( $\alpha = 8^\circ$ ,  $\beta = 57^\circ$  e  $\gamma = 25^\circ$ ).

A fresa do tipo N é indicada para a usinagem de materiais de média dureza ( $\sigma_{rt} \leq 700$  Mpa). É comum utilizar este tipo de fresa em operações de desbaste e semiacabamento de aços e também, em situações com tendência de haver vibrações prejudiciais à operação. Esta fresa, por ter um ângulo de cunha menor, possui passo grande e menos dentes. Os ângulos são ( $\alpha = 7^\circ$ ,  $\beta = 73^\circ$  e  $\gamma = 10^\circ$ ). Este tipo de fresa é mais resistente que a fresa do tipo w, pois possui passo menor e mais dentes.

A fresa do tipo H é indicada para a usinagem de ferro fundido e para operações de acabamento em aço. Também é indicada para a usinagem de materiais em que a velocidade de corte ( $V_c$ ) deva ser mantida em níveis reduzidos, como é o caso de ligas de titânio. Esta fresa tem passo pequeno e grande número de dentes, e por este motivo os cavacos curtos alojam-se bem entre os dentes. Os ângulos desta fresa são ( $\alpha = 5^\circ$ ,  $\beta = 81^\circ$  e  $\gamma = 4^\circ$ ). Por ser mais resistente que as fresas dos tipos W e H, é indicada para usinar materiais duros e quebradiços com ( $\sigma_{rt} > 700$  Mpa).



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 458 - Arestas de corte e superfícies da parte de corte de uma fresa frontal  
Fonte: do Autor

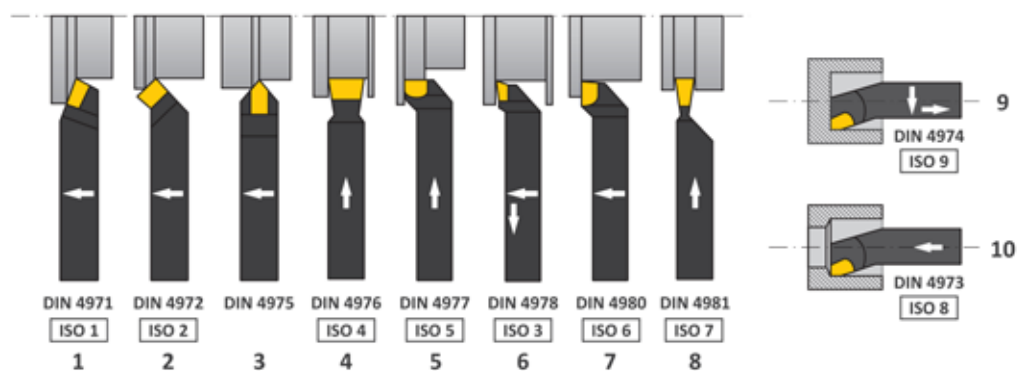
### Ferramentas para torneamento

As ferramentas de torneamento monocortantes, principalmente as fabricadas em aço rápido e metal duro, podem ser inteiriças, com insertos soldados ou com insertos fixos em suportes. As ferramentas para torneamento são utilizadas no torno mecânico para a confecção de peças cilíndricas, em operações de faceamento, torneamento cilíndrico externo e interno, torneamento de canais externos e internos, abertura de roscas internas e externas, torneamentos de ângulos internos e externos, além de outras operações.

As ferramentas para torneamento da atualidade são criteriosamente projetadas, tomando como base, anos de pesquisa, experiência e desenvolvimento. Atualmente, alavancado pela disponibilidade de máquinas rápidas e precisas, e também pela necessidade de alta produtividade, encontramos uma infinidade de micro e macro geometria, material, formato e tipos de fixação de pastilhas intercambiáveis em porta-ferramentas convencionais ou modular, responsável pela dinâmica de corte do material, de uma forma que seria impensável a pouco tempo atrás.

### Tipos de ferramentas para torneamento

As ferramentas para torneamento podem ser encontradas em várias formas, como inteiriças ou retas, com quina quadrada, com quina em ângulo, com ângulo de posição e tipo offset conforme figura abaixo, ou ainda com insertos intercambiáveis.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 459 - Denominação de ferramenta para torneamento  
Fonte:

A determinação do tipo de ferramenta inteira ou do porta-ferramentas para insertos intercambiáveis deve ser selecionado de acordo com a operação de usinagem a ser executada.

Quando for necessário fazer uso de insertos intercambiáveis, é importante certificar-se que o tamanho e o tipo da pastilha sejam compatíveis com o porta-ferramentas. Devemos verificar se os códigos de ambos, inserto e porta-ferramentas, são correspondentes.

Devemos lembrar que o tamanho da pastilha é um dos fatores para determinar a máxima profundidade de corte ( $ap$ ), que a escolha do raio de quina ( $r\epsilon$ ) e o tipo do quebra-cavacos, depende do perfil da peça e do tipo de operação de usinagem que se deseja executar. É importante salientar que a profundidade de corte ( $ap$ ) deve ser sempre maior que o raio de quina ( $r\epsilon$ ) e seu valor influencia na seleção dos parâmetros de corte e no acabamento a ser usinado.

O raio de quina ( $r\epsilon$ ) pequeno deve ser utilizado para usinagem em geral, e com baixo esforço de corte, oferecendo menor risco de vibração. O raio de corte grande oferece maior resistência e condições de corte mais severas, com bom acabamento superficial.

O projeto da geometria dos quebra-cavacos tem o objetivo de direcionar ou quebrar os cavacos nas operações de torneamento de materiais que geram cavacos longos e sua designação através de letras/símbolos que indicam o tipo de operação/aplicação, sendo F = acabamento; M = semiacabamento; R = desbaste.

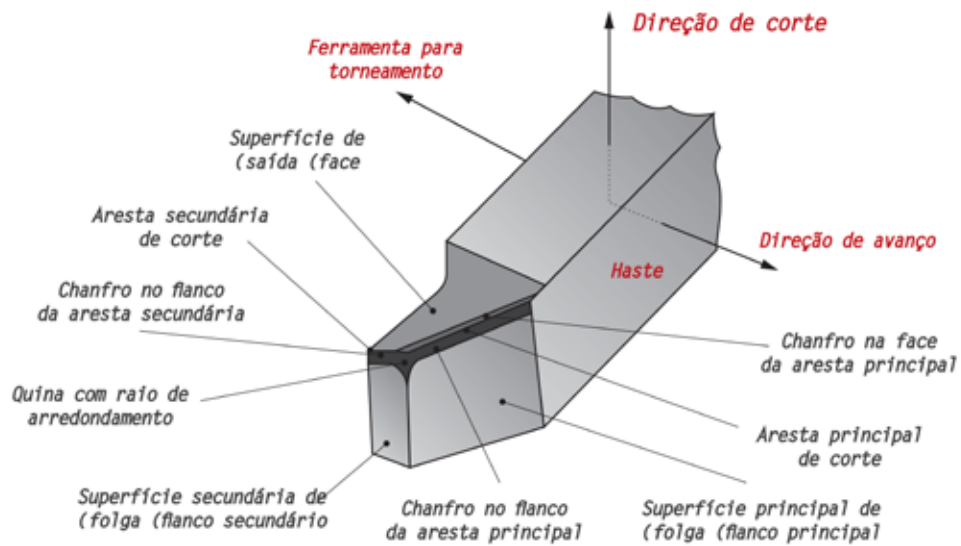
De modo geral as pastilhas são divididas em classes, conforme a seguir:

- a) sem cobertura ou revestimento;
- b) com cobertura através de deposição por vapor químico (CVD), onde podemos citar como exemplo o carboneto de titânio (TiC);
- c) com cobertura realizada através de deposição física de vapor (PVD), onde podemos citar como exemplo o Nitreto de titânio (TiN);
- d) e os cermets, que é um tipo de metal duro com partículas duras a base de titânio.

Quanto as classes das pastilhas, temos ainda as classificações que levam em consideração a sua tenacidade e resistência ao desgaste.

Na figura a seguir podemos observar a representação de uma ferramenta de torneamento com a definição de suas três superfícies, arestas de corte, chanfros e quinas. Fazendo uma análise da figura, podemos dizer primeiramente que a cunha de corte é o corpo limitado pelas superfícies e que na intersecção das superfícies de saída e de folga, temos a formação das arestas. Denominamos de aresta principal de corte a aresta que aparece no sentido da direção do avanço. Por aresta secundária, denominamos a aresta que tem a cunha normal ao sentido do avanço. Na intersecção das duas arestas de corte, observamos a formação da quina que dependendo da necessidade da peça ou operação de usinagem, poderá ser arredondada. A superfície pela qual escoo o cavaco, denominamos de face ou superfície de saída. As superfícies que se justapõem às superfícies que estão sendo usinadas na peça, denomina-se de superfície principal e secundária de folga.

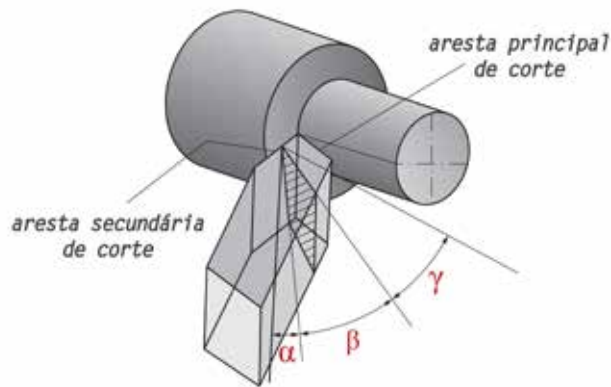
Se houverem chanfros nas arestas e nos flancos, estes serão denominados de chanfros principal e secundário.



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 460 - Representação das superfícies, arestas, quina e chanfros da ferramenta  
Fonte: do Autor

Na figura a seguir podemos observar a formação dos ângulos da ferramenta para torneamento, que são o ângulo de folga ( $\alpha$ ), o ângulo de cunha ( $\beta$ ) e o ângulo de saída ( $\gamma$ ). Como já estudamos anteriormente, a soma desses ângulos forma  $90^\circ$  ( $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$ ).



Aline da Silva Regis (2015)

Figura 461 - Representação dos ângulos  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ , medidos no plano de medida  
Fonte: do Autor

A figura a seguir está representando a saída do cavaco do cavaco na operação de faceamento de um material dúctil, onde o ângulo de saída é positivo.

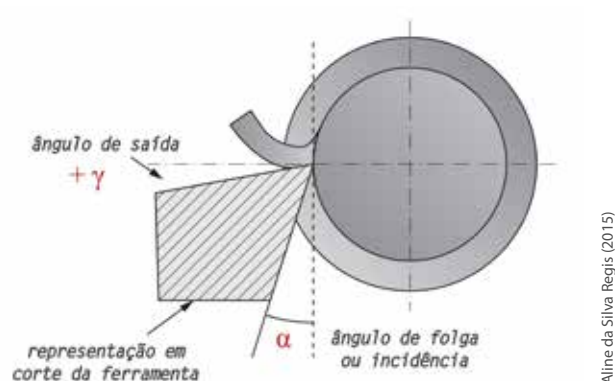


Figura 462 - Representação da operação de faceamento de material dúctil, com  $\gamma$  positivo  
Fonte: do Autor

Na figura abaixo podemos observar como o ângulo de saída influencia na deformação do cavaco com o objetivo de aumentar sua capacidade de quebra. Com o aumento do ângulo de saída ( $\gamma$ ) o trabalho de dobramento do cavaco diminui e a temperatura gerada no processo também diminui. Os materiais de difícil usinagem provocam aquecimento mais próximo à quina, onde a dissipação do calor é muito pequena, e por este motivo, devemos diminuir o ângulo de saída ( $\gamma$ ) e por consequência, aumentar o ângulo de cunha ( $\beta$ ).

Quanto menor for o ângulo de saída ( $\gamma$ ), maiores serão os esforços de corte, temperatura da ferramenta e por consequência a diminuição da vida útil da ferramenta. Sendo assim, antes de decidir pela escolha do ângulo de saída ( $\gamma$ ), devemos conhecer a resistência e a dureza do material que será usinado.

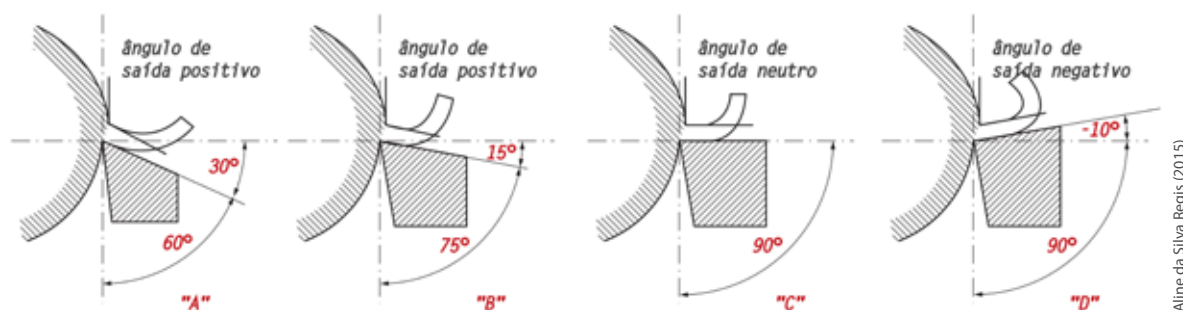


Figura 463 - Representação do ângulo de saída ( $\gamma$ ) da ferramenta de desbaste  
Fonte: do Autor



### CURIOSIDADES

As ferramentas de metal duro conseguem usinar materiais mais duros, se comparado com as ferramentas de aço rápido, porém são mais frágeis, o que exige um grande cuidado com o manuseio, pois qualquer choque com outra ferramenta pode quebrá-la.

A escolha da ferramenta correta, assim como os demais parâmetros da usinagem, impactará na qualidade da peça, nos custos da operação, vida útil da ferramenta e também a longo prazo, na vida útil da máquina.

## 8.5 MATERIAIS

Os materiais estão presentes em praticamente tudo que usamos, como, por exemplo, no vestuário, na habitação, no transporte, recreação, produção de alimentos, entre outros. Portanto, a busca por eles se torna cada vez maior e, com ao desenvolvimento das novas tecnologias, há a necessidade do desenvolvimento de novos materiais. A melhoria dos processos de obtenção e processamento dos materiais faz com que suas propriedades sejam modificadas, resultando em materiais mais leves, mais resistentes, melhores isolantes ou melhores condutores de energia e calor. A partir de agora, você conhecerá as características, a classificação, os tipos dos materiais, além de identificar suas propriedades, processo de obtenção, formas de comercialização, normas e padronização, armazenamento e uso racional dos materiais.

### 8.5.1 CLASSIFICAÇÃO, TIPOS E CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

Os materiais de origem sólida podem ser classificados em três grupos básicos: metais, cerâmicos e poliméricos. Na mecânica, eles podem ser divididos em materiais metálicos e não metálicos.

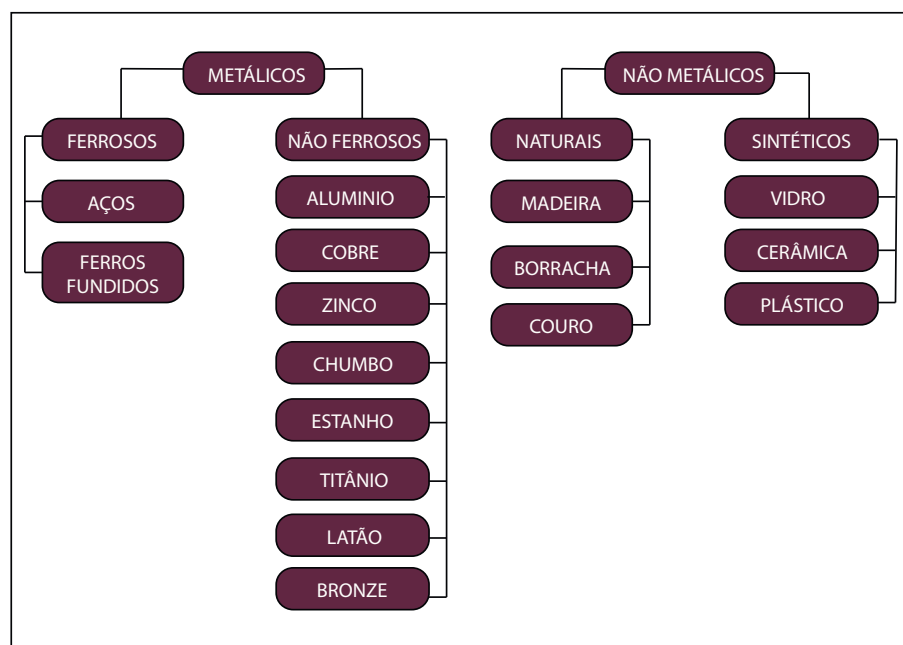


Figura 464 - Classificação dos materiais  
Fonte: do Autor

## 8.5.2 MATERIAIS METÁLICOS FERROSOS

Os materiais metálicos ferrosos dividem-se em aços e ferros fundidos, que são obtidos através do beneficiamento do minério de ferro em fornos de fundição.

O aço é uma liga de ferro e carbono, que possui um teor de carbono que varia de 0,008% a 2,11%. É uma das mais importantes ligas metálicas utilizadas na indústria de transformação, por suas propriedades mecânicas importantes, como boa resistência, usabilidade, capacidade de passar por processos de conformação mecânica, entre outros.

O ferro fundido também é uma liga de ferro e carbono, porém a diferença entre o aço e o ferro fundido está principalmente na porcentagem de carbono que cada um possui. O ferro fundido possui uma porcentagem de carbono que varia de 2,11% a 6,67%, e é utilizado principalmente na fabricação de estruturas de máquinas e equipamentos, blocos de motor, discos de freios, e peças para a indústria automobilística.

O ferro fundido pode se dividir em ferro fundido cinzento, branco, nodular e vermicular. O ferro fundido cinzento é o mais comum, por apresentar características como facilidade de fundição e usinagem e baixo custo de fabricação. O ferro fundido branco é menos comum, porém apresenta maior resistência. O ferro fundido nodular apresenta uma grande ductilidade, fazendo com que esse material tenha características semelhantes ao aço. Ferro fundido vermicular é um material de difícil fabricação, pois, para obtê-lo, é necessário manter o acréscimo de magnésio na liga, em uma faixa que varia entre 0,010% e 0,012%. Porém, esse material apresenta características de amortecimento, resistência a choques térmicos, tenacidade, ductilidade e condutividade térmica, que são características que só estão presentes neste tipo de ferro fundido.

### **Materiais metálicos não ferrosos**

Os materiais metálicos não ferrosos são os que não possuem ferro em sua composição química, como, por exemplo:

**a) Alumínio:** material obtido através do minério chamado bauxita e possui como principal característica a leveza, durabilidade, resistência e soldabilidade<sup>12</sup>, o que o torna um material muito utilizado na fabricação de aeronaves.

**b) Cobre:** é obtido através do processamento do minério chamado calcopirita, e sua principal característica é a ótima condução de calor e energia elétrica, sendo amplamente utilizado em fiações elétricas de residências, indústrias, motores elétricos etc.

**c) Bronze:** fabricado através da mistura do cobre e do estanho e, por ser resistente, é muito utilizado na fabricação de buchas, pois apresenta baixo coeficiente de atrito.

**d) Estanho:** é feito através do mineral cassiterita e hematita, e sua principal característica é a facilidade de fundição, por isso é muito utilizado na soldagem de circuitos elétricos.

**e) Latão:** é uma liga resultante da união de cobre e zinco, e sua principal característica é a boa condutibilidade térmica e elétrica, além de ser um material largamente utilizado na fabricação de buchas para eixos.

---

<sup>12</sup> É a facilidade que o material apresenta para soldagem.

### **Materiais não metálicos naturais**

Os materiais não metálicos naturais são encontrados puros na natureza e podem ou não passar por um processo de beneficiamento para sua utilização, como, por exemplo, o couro, a madeira e a borracha.

### **Materiais não metálicos sintéticos**

Os materiais não metálicos sintéticos apresentam como principal característica a capacidade de serem bons isolantes térmicos e elétricos. Como exemplo, pode-se citar o plástico, um material polimérico que está sendo utilizado com maior frequência pelas indústrias, por apresentar facilidade de fabricação, baixo custo, leveza e boa maleabilidade.

Outro material não metálico sintético utilizado é a cerâmica, que se divide em cerâmica tradicional, que é amplamente utilizada em revestimentos como pisos, azulejos ou tijolos; e a cerâmica avançada, obtida através de matérias-primas mais puras, como, por exemplo, ferramentas de corte para usinagem.

## **8.5.3 PROCESSOS DE OBTENÇÃO**

A maior parte dos materiais utilizados diariamente pelas indústrias não são achados prontos na natureza. Por isso, é necessário a retirada e processamento das matérias-primas para a formação do material. A seguir, você conhecerá o processo de obtenção de dois materiais mais utilizados pela indústria: o aço e o ferro fundido.

### **Obtenção do ferro gusa**

O ferro gusa é um produto obtido em indústrias siderúrgicas através da junção de minério de ferro e carbono. Primeiramente, as matérias-primas, como o minério de ferro e o carvão mineral, são extraídas da natureza e processados para a fabricação do ferro gusa. O carvão mineral é transformado em coque, que é um produto com grande concentração de carbono e é obtido através de um processo de coqueificação. Nele o carvão permanece a uma temperatura de aproximadamente 1300°C em um recipiente sem oxigênio por um período de aproximadamente 18 horas, que depois é enviado ao alto forno.

A preparação do minério de ferro é feita por um processo de sinterização. Junto ao minério de ferro, são adicionados o carvão moído, o calcário e a água, realizando uma mistura até se obtenha um aglomerado, que é aquecido a uma temperatura de aproximadamente 1000°C a 1300°C, o que faz com que as partículas de ferro se fundam e formem um aglomerado poroso chamado sinter.

A segunda parte da preparação do minério de ferro é chamada de pelotização, que consiste em moer o minério de ferro, reduzindo-o a pó. Na sequência, acrescenta-se a água, para que se formem aglomerados, que serão colocados em um equipamento giratório em forma de tambor, que faz com que eles sejam unidos, transformando-se em pelotas.

Após essa etapa, o coque, o sinter e as pelotas de minério de ferro são levados a um forno chamado de alto-forno.



Figura 465 - Alto-forno

Após ser aquecido à temperatura de fusão, o material é retirado do alto-forno, o ferro gusa, que posteriormente será utilizado na fabricação de aços e ferros fundidos.

### **Obtenção do aço**

Para se produzir o aço, é necessário utilizar o ferro gusa, porém é preciso que se faça uma redução do carbono existente. Ele sai do alto-forno com uma porcentagem de 3% a 4,5% de carbono, já o aço possui um teor de carbono inferior a 2%. Para isso, são utilizados outros fornos, que permitem injetar oxigênio sob alta pressão, fazendo com que ele atravesse o gusa. Os fornos conversores permitem a realização desse processo, destacando-se o forno conversor Bessemer, o forno conversor Thomas e o forno conversor Linz Donawitz (LD), fornos elétricos, fornos elétricos de indução.

### **Obtenção do ferro fundido**

O ferro fundido é basicamente uma liga de ferro, carbono e silício, e a principal diferença em relação ao aço está na porcentagem de carbono utilizado, que varia de 2% a 4,5%, sendo que o aço utiliza no máximo 2% de carbono. Dependendo das propriedades que se deseja obter, o ferro fundido pode ter o acréscimo de outros elementos de liga.

O ferro gusa, que é produzido na aciaria<sup>13</sup>, é conduzido a fornos para produção do ferro fundido, que pode ser de dois tipos: forno elétrico à indução (ou a arco) ou forno cubilot.

O ferro fundido produzido nos fornos elétricos passa por um melhor controle no seu processo de fabricação, resultando em um produto com mais qualidade.

No forno cubilot, podem ser acrescentados outros materiais além do ferro gusa, como carvão mineral, calcário e sucata de aço. Este forno não permite que seja feito um controle rígido na composição química do material.

<sup>13</sup> É a unidade de uma usina siderúrgica onde existem máquinas e equipamentos voltados para o processo de transformar o ferro gusa em diferentes tipos de aço.

Dependendo de como o ferro fundido é fabricado e de quais ligas são acrescentadas, pode-se obter ferros fundidos cinzentos, brancos, nodulares e vermiculares.

### **Propriedades dos materiais**

Os materiais podem ser identificados pelas características que apresentam, como, por exemplo, o cobre, que é um ótimo condutor. Essas características dos materiais são chamadas de propriedades e são de extrema importância para a seleção dos mesmos. As propriedades dependem da composição química, microestrutura e da origem.

As propriedades dos materiais podem ser classificadas em propriedades físicas, químicas e tecnológicas.

### **Propriedades físicas**

Dentre as propriedades físicas dos materiais, encontram-se as mecânicas, as térmicas e as elétricas.

**a) Propriedades mecânicas:** apresentam as características mais importantes dos materiais, pois um bom projeto depende das boas propriedades mecânicas dos materiais. As propriedades mecânicas dos materiais são medidas através de ensaios mecânicos que testam sua resistência mecânica, elasticidade, plasticidade ou ductilidade, dureza, resiliência e tenacidade.

1) Resistência mecânica: é a capacidade que o material possui de resistir a esforços de natureza mecânica, como flexão, torção, cisalhamento, tração e compressão, sem haver uma ruptura ou uma deformação. A resistência mecânica engloba um conjunto de propriedades que o material deve apresentar e está relacionada à sua aplicação.

2) Plasticidade: a deformação plástica acontece quando o material é submetido a uma força que altera suas dimensões, porém quando ela deixa de ser aplicada, o material não volta às suas dimensões iniciais. É também definida como uma fase que o material passa antes de sua ruptura.

3) Resiliência: é a capacidade que o material possui de absorver energia e devolvê-la, sem que haja uma deformação permanente no material.

4) Elasticidade: a deformação elástica acontece quando o material é submetido a uma força e suas dimensões são alteradas. Porém, quando ela deixa de ser aplicada, o material volta às suas dimensões iniciais. É também definida como a capacidade que o material possui para se deformar elasticamente.

5) Dureza: é a resistência que o material oferece à penetração, à deformação plástica permanente e ao desgaste.

6) Fragilidade: quando um material apresenta a característica de se quebrar com facilidade, trata-se de um material frágil.

7) Tenacidade: é a capacidade que o material possui para resistir a esforços de impacto sem se romper.

**b) Propriedades tecnológicas:** referem-se às características que o material oferece no momento de ser processado, como usinabilidade, conformabilidade, soldabilidade, temperabilidade, sinterabilidade.

1) Conformabilidade: é a capacidade que o material possui de ser deformado plasticamente através de processos de conformação mecânica.

2) Usinabilidade: é a facilidade de usinagem do material, como, por exemplo, os materiais com dureza elevada são de difícil usinagem.

3) Temperabilidade: é a capacidade que o material tem de passar por um processo de têmpera, aumentando sua dureza da superfície em direção ao seu núcleo.

4) Soldabilidade: é a capacidade de união de dois materiais através da soldagem, sem que esses percam suas propriedades.

5) Sinterabilidade: os materiais na forma de pó devem apresentar uma facilidade de difusão no estado sólido quando ativados termicamente, a fim de se obter um produto final coeso e na forma desejada.

**c) Propriedades químicas:** referem-se à possibilidade de um material não alterar suas características químicas ao entrar em contato com outro material ou com o ambiente. Pode-se citar como exemplo a oxidação que ocorre nos aços ao ficarem por muito tempo expostos ao ambiente sem nenhum tipo de proteção.

#### 8.5.4 NORMAS E PADRONIZAÇÃO

A fim de facilitar a vida dos fabricantes, foram criadas as normas e padronizações, que fazem com que os materiais produzidos em qualquer parte do mundo tenham as mesmas características, tornando possível, por exemplo, que uma peça produzida no Brasil apresente as mesmas propriedades mecânicas de uma peça produzida no Japão.

A normalização também é importante, pois, ao projetar uma máquina ou um equipamento, é possível saber se um material com determinadas características já existe no mercado. Para saber essas informações, faz-se necessário o uso de catálogos ou anuais técnicos que passam essas informações, de acordo com as normas técnicas.

Por exemplo, o aço e o ferro fundido podem ser classificados pela composição química.

Essas informações são padronizadas e os órgãos responsáveis por ela são a ABNT, que reúne informações prestadas pela *American Iron and Steel Institute* (AISI, que significa Instituto Americano do Ferro e do Aço) e pela *Society of Automotive Industry* (SAE), ou seja, Sociedade da Indústria Automotiva.

A seguir, você poderá observar duas tabelas com a composição química de aços ao carbono.

AÇOS BAIXO CARBONO E NÃO ENDURECÍVEIS POR TÊMPERA							
Aço	Nomenclatura	%C	%Mn	%Si	%Cr	%Mo	%Ni
1006L	SAE 1006	≥ 0,080	0,25-0,40	≥ 0,100	---	---	---
1010L	SAE 1010	0,080-0,120	0,300-0,500	≥ 0,100	---	---	---
1015D	SAE 1015	0,130-0,180	0,300-0,600	0,150-0,300	---	---	---
1015L	SAE 1015	0,130-0,180	0,300-0,600	≥ 0,100	---	---	---
1018L	SAE 1018	0,150-0,200	0,600-0,900	≥ 0,100	---	---	---

1020L	SAE 1020	0,180-0,230	0,300-0,600	≥ 0,100	---	---	---
1025D	SAE 1025	0,220-0,280	0,300-0,600	0,150-0,300	---	---	---
PA03L	SAE 1005 mod	≥ 0,050	0,350-0,550	≥ 0,060	---	---	---
PC10L	SAE 1010	0,080-0,130	0,300-0,500	≥ 0,100	---	---	---
PC13D	SAE 1012	0,100-0,140	0,300-0,600	0,150-0,300	---	---	---
PC15L	SAE 1015	0,130-0,180	0,300-0,600	≥ 0,100	≥ 0,050	≥ 0,040	≥ 0,050
PC20L	SAE 1020	0,180-0,230	0,300-0,600	≥ 0,100	≥ 0,100	≥ 0,040	≥ 0,100
PC25L	SAE 1022	0,180-0,220	0,800-1,000	≥ 0,100	---	---	---
PC25D	SAE 1022	0,180-0,220	0,800-1,100	0,150-0,300	---	---	---

Tabela 13 - Tabela com a composição química de aços baixo carbono  
Fonte: (ARCELOR MITTAL, 2013)

AÇOS MÉDIO CARBONO PARA TÊMPERA							
Aço	Nomenclatura	%C	%Mn	%Si	%Cr	%Mo	%Ni
1030L	SAE 1030	0,280-0,340	0,600-0,900	≥ 0,100	---	---	---
1035D	SAE 1035	0,330-0,380	0,600-0,900	0,150-0,300	---	---	---
1038D	SAE 1038	0,380-0,420	0,850-1,050	0,150-0,300	0,250-0,350	---	---
1045D	SAE 1045	0,430-0,480	0,600-0,900	0,150-0,300	---	---	---
4135D	SAE 4135	0,330-0,370	0,700-0,900	0,150-0,300	0,900-1,100	0,150-0,250	≥ 0,080
4140D	SAE 4140	0,380-0,430	0,750-0,900	0,150-0,300	0,900-1,100	0,150-0,250	≥ 0,080
5135D	SAE 5135	0,340-0,380	0,700-0,800	0,150-0,300	0,900-1,050	---	---
PL41D	DIN 41Cr4	0,400-0,450	0,650-0,800	0,150-0,300	1,000-1,200	---	≥ 0,100
PL45D	SAE 1045 mod	0,430-0,480	0,600-0,900	0,150-0,300	0,150-0,300	---	---

Figura 466 - Tabela com a composição química de aços médio carbono  
Fonte: (ARCELOR MITTAL, 2013)

Para entender melhor a tabela, será usado como exemplo um aço 1020. Na tabela, a seguir, os dois primeiros algarismos indicam o tipo de aço que é especificado e os dois últimos algarismos indicam a porcentagem de carbono existente nele.

Dessa forma, analisando os dois primeiros algarismos do aço 1020, é possível constatar que é um aço ao carbono, e os dois últimos algarismos do aço 1020 apresentam que ele possui 0,2% de carbono em sua composição química. Analisando um aço 1038, é possível constatar que se trata de um aço ao carbono com 0,38% de carbono.

AÇO	C	MN	SI	CR
1020	0,18 - 0,23%	0,30 - 0,60%	0,10%	-----
1038	0,38 - 0,42%	0,85 - 1,05%	0,15 - 0,30%	0,25 - 0,35%
1045	0,43 - 0,48%	0,60 - 0,90%	0,15 - 0,30%	-----

Tabela 14 - Tabela de aços ao carbono  
Fonte: do Autor



### CURIOSIDADES

O carbono é o elemento que tem grande influência sobre a dureza do material. Quanto maior a quantidade de carbono, mais duro o material se torna.

Também existem aços ligas que apresentam características diferenciadas, se comparados aos aços carbono. Os aços liga possuem em sua composição elementos de liga que modificam a estrutura do aço, melhorando assim algumas propriedades mecânicas que são exigidas para a fabricação de determinadas peças.

Na tabela, a seguir, encontram-se alguns exemplos de aços liga utilizados na indústria. Nos aços ligas, os dois primeiros algarismos indicam o elemento de liga predominante do aço e os dois últimos indicam a porcentagem de carbono do aço. Sendo assim, um aço 1330, por exemplo, é um aço com elemento de liga predominante manganês e com 0,3% de carbono.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%)								
Nº SAE	C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo
1330	0,28 - 0,33	1,60 - 1,80	≥ 0,030	≥ 0,040	0,15 - 0,35	---	---	---
1335	0,33 - 0,38	1,60 - 1,90	≥ 0,030	≥ 0,040	0,15 - 0,35	---	---	---
1340	0,38 - 0,43	1,60 - 1,90	≥ 0,030	≥ 0,040	0,15 - 0,35	---	---	---
1345	0,43 - 0,48	1,60 - 1,90	≥ 0,035	≥ 0,040	0,15 - 0,35	---	---	---
4023	0,20 - 0,25	0,70 - 0,90	≥ 0,030	≥ 0,040	0,15 - 0,35	---	---	---
4024	0,20 - 0,25	0,70 - 0,90	≥ 0,030	0,035-0,050	0,15 - 0,35	---	---	0,20 - 0,30
4027	0,25 - 0,30	0,70 - 0,90	≥ 0,030	≥ 0,040	0,15 - 0,35	---	---	0,20 - 0,30
4028	0,25 - 0,30	0,70 - 0,90	≥ 0,030	0,035-0,050	0,15 - 0,35	---	---	0,20 - 0,30
4032	0,30 - 0,35	0,70 - 0,90	≥ 0,030	≥ 0,040	0,15 - 0,35	---	---	0,20 - 0,30

Tabela 15 - Composição química aços ligados (%)  
Fonte: Adaptado de (ARCELOR MITTAL, 2013)

Os ferros fundidos cinzentos são classificados pela norma NBR 6589 de acordo com seu limite de resistência à tração. Na tabela, a seguir, é possível verificar algumas classificações dos ferros fundidos cinzentos. A letra FC indica que se trata de ferro fundido cinzento e o número a seguir indica o limite de resistência à tração em Mega Pascal (Mpa)<sup>14</sup>. Dessa forma, um ferro fundido FC-200 é um ferro fundido cinzento com 200 Mpa de limite de resistência à tração.

TIPOS	MPA
FC - 100	100
FC - 150	150
FC - 200	200
FC - 250	250
FC - 300	300
FC - 400	400

Tabela 16 - Ferros fundidos cinzentos  
Fonte: do Autor

A norma NBR 6916 indica a classificação dos ferros fundidos nodulares, na qual FE significa ferro fundido nodular. Os três primeiros algarismos indicam a resistência à tração e os dois últimos a porcentagem de alongamento, conforme pode ser visualizado na tabela, a seguir.

TIPO	MPA	%
FE - 38017	380	17
FE - 42012	420	12
FE - 50007	500	7
FE - 60003	600	3
FE - 70002	700	2
FE - 80002	800	2

Tabela 17 - Ferro nodular  
Fonte: do Autor

Os ferros fundidos maleáveis seguem os mesmos critérios dos ferros fundidos nodulares, sendo que a penas as letras iniciais são diferentes. Para ferro fundido maleável branco usam-se as letras FMBS e para ferro fundido maleável de núcleo preto usam-se as letras FMP.

<sup>14</sup> É uma unidade de medida de pressão (Força dividido por área) - 1 MPa equivale a 10 kgf/cm<sup>2</sup> ou 1 MPa = 1x10<sup>6</sup> Pascal. Já 1 Pascal é igual a 1 N/m<sup>2</sup>.

### 8.5.5 ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS

O armazenamento de materiais metálicos e não metálicos deve ser feito de maneira que se preserve o material, principalmente os que podem sofrer com reações químicas ocasionadas pelo ambiente onde este está inserido. Nenhum tipo de material deve ser colocado diretamente no chão, pois a umidade pode fazer com que esse sofra um processo de oxidação, inutilizando-o.

O ideal é que as barras de materiais sejam colocadas em prateleiras e separadas por bitolas e pelo tipo de material, que facilitará o manuseio do mesmo. O mal armazenamento faz com que a empresa perca tempo na busca do material.

Para a movimentação dos materiais, também é necessário que se tome cuidados com a segurança, utilizando equipamentos como sapato fechado, óculos de proteção, luvas de couro, a fim de evitar eventuais acidentes.

Outro ponto importante a ser observado é em relação aos refugos, cavacos, sucatas etc., obtidos no processo produtivo, sendo que devem existir pontos específicos para sua armazenagem e posterior reciclagem ou descarte.



### CASOS E RELATOS

---

#### **O correto armazenamento de materiais**

A empresa de usinagem SW possuía um grande estoque de materiais que eram utilizados dentro dos processos de usinagem na empresa. Porém, devido à grande quantidade existente, ocorria um problema quanto ao armazenamento desses materiais.

Não existia um lugar próprio para estocagem dos aços e, por isso, todo o material ficava empilhado um em cima do outro e exposto a agentes ambientais, como chuva, por exemplo.

A empresa havia realizado a contratação de um novo funcionário, sendo que este havia feito um curso técnico no SENAI e lá obteve informações e conhecimentos a respeito de armazenamento de materiais. Ao ver aquela situação, o novo funcionário propôs ao seu chefe que fosse realizado uma melhoria no processo de estocagem dos materiais.

Ele construiu uma prateleira em uma sala coberta e separou os materiais por sua composição química, bitolas e perfis. Dessa forma, quando um funcionário precisava de um material específico, era fácil de localizá-lo, pois todos foram identificados e separados. Esta atitude reduziu o tempo gasto na procura de materiais, gerando mais lucro para a empresa.

Outro ponto importante da melhoria foi a redução drástica dos risos de acidentes, pois, além do material ficar acondicionado de maneira correta nas prateleiras, o almoxarife também pôde dispor de talhas e empilhadeiras para a movimentação do material pesado.

Sempre que o empregado visualizar uma oportunidade de melhoria dentro da empresa, é ideal que seu superior seja informado, para que ele possa avaliar a sugestão de melhoria e julgar se ela deve ou não ser realizada.

### 8.5.6 FORMAS COMERCIAIS

Dependendo de sua aplicação, o aço pode ser encontrado em diversos formatos, como chapas, vergalhões, tubos e fios perfilados.

Os vergalhões podem ser feitos em diversos perfis laminados ou trefilados, como quadrados, sextavados, redondos e barras chatas.



Figura 467 - Tipos de vergalhões

Thinkstock ([20--?])

Os perfilados são perfis laminados especiais e apresentam sua forma em T, U, L, I, e Z.



Figura 468 - Perfis de aços

Thinkstock ([20--?])

As chapas são barras laminadas planas e podem ser comercializadas brutas, da maneira como saem da laminação. Além disso, podem passar por processos de galvanização ou serem revestidas com uma fina camada de estanho.



Figura 469 - Chapa

Os tubos são encontrados no comércio na forma redonda, quadrada, retangular ou em perfis especiais.



Figura 470 - Perfis de tubos

### 8.5.7 USO RACIONAL DOS MATERIAIS

Atualmente, o mundo vive um período de incertezas relacionado ao meio ambiente. Por isso, as organizações estão tentando contribuir para a melhora da qualidade de vida das pessoas e do ambiente onde vivem. Cada vez mais, busca-se a otimização de processos e a melhoria contínua com a eliminação de desperdícios, visando à manutenção do planeta.

Há alguns anos, não se pensava em reciclagem ou como deveria se descartar um produto na natureza. Pensava-se que alguns recursos naturais eram inesgotáveis, porém a maioria deles são finitos.

Dessa forma, faz-se necessário o uso racional dos materiais, de forma que sejam eliminados desperdícios na produção e no beneficiamento. Já os resíduos gerados em seus processos de fabricação devem ser tratados e descartados de forma que não agredam o meio ambiente.

Hoje muitas organizações já pensam em produzir de uma forma sustentável, com o mínimo possível de desperdícios gerados no processo, e isso tem contribuído para a redução dos custos de produção. Muitos materiais que antes eram descartados, hoje são reciclados e reaproveitados para outros fins. Além disso, muitas empresas tratam seus resíduos antes de despejá-los no meio ambiente.



## RECAPITULANDO

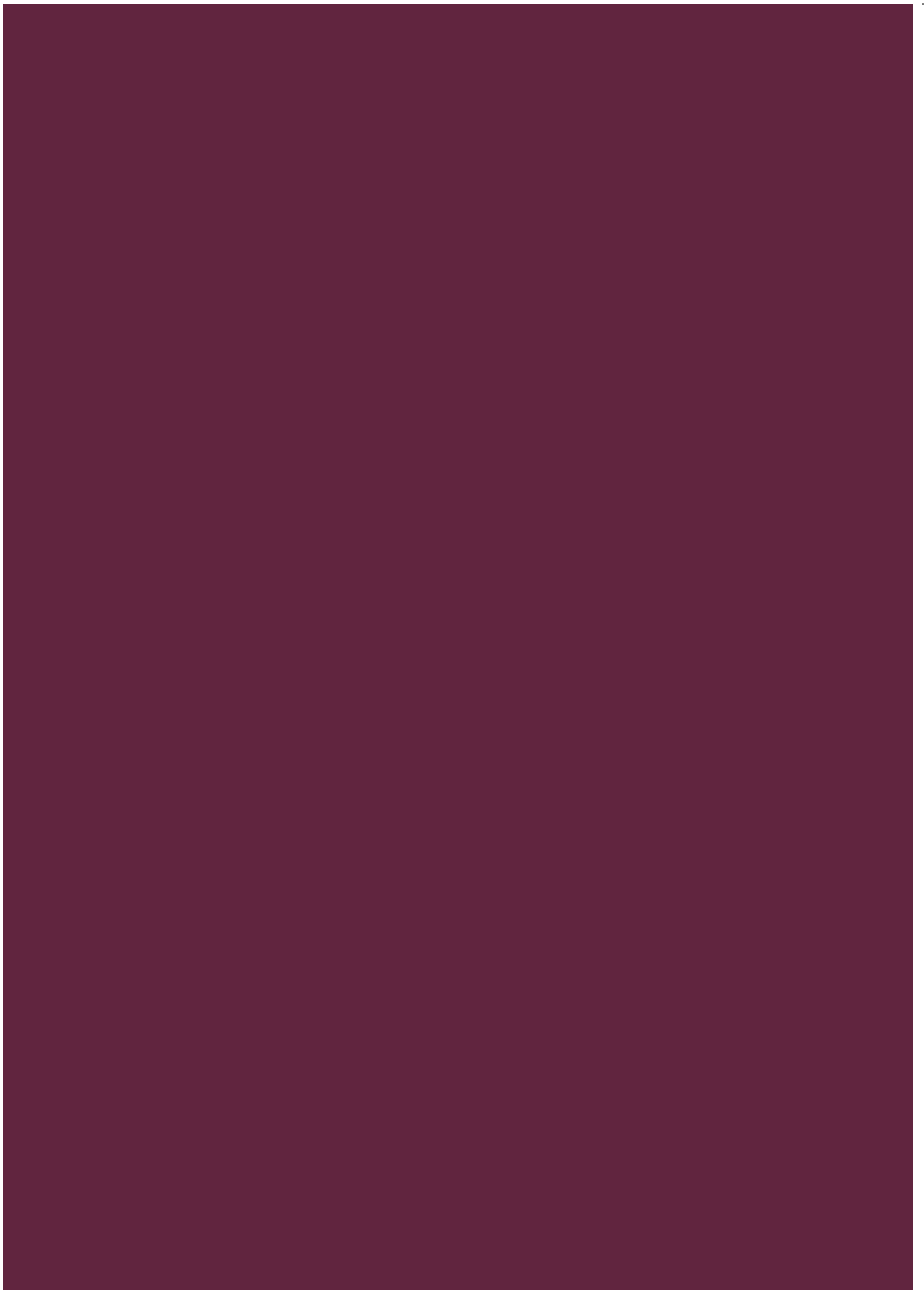
---

Neste capítulo, você pôde conhecer os tipos, a classificação e as características, bem como identificar as propriedades e processo de obtenção dos principais materiais utilizados nas indústrias.

Também foi possível compreender a necessidade da utilização de normas para a padronização dos materiais, bem como seu armazenamento adequado e o uso racional das matérias-primas. Aqui você também conheceu algumas das ferramentas, suas características e aplicações na indústria metalmeccânica.

Além disso, foi possível estudar que existem ferramentas de uso manual e outras empregadas exclusivamente em máquinas. As máquinas ferramentas utilizadas na indústria, suas características e aplicações também foram apresentadas neste capítulo.

---





Neste capítulo, você terá a oportunidade de entender a importância dos procedimentos técnicos, da relação desse tópico<sup>1</sup> com a interpretação de dados e vocabulário e de como a interpretação de informações observando as especificações técnicas pode impactar em sua atividade de trabalho na Eletromecânica.

É proveitoso aqui pensar sobre a importância de conhecer os procedimentos técnicos adequados para a realização de alguma atividade no setor, seja um texto escrito para o qual se faça necessário o uso de terminologias<sup>2</sup> técnicas, seja na aplicação de etapas que constituem um procedimento técnico como um todo.

Partindo dessas considerações, surgem alguns questionamentos, que dão início ao estudo deste capítulo: Como você se sente diante da possibilidade de necessitar desenvolver um texto técnico, utilizando vocabulários técnicos? Já encontrou dificuldades para interpretar conceitos técnicos, ou mesmo para aplicá-los, por conta do desconhecimento de procedimentos adequados? Que este capítulo sirva, então, para auxiliá-lo a responder tais questionamentos.

## 9.1 CONCEITOS

O termo proceder deriva do Latim, “procedere”, que significa ir à frente; avançar; progredir. Um procedimento é uma ação que se realiza de uma determinada forma para alcançar um objetivo específico. Está vinculado a um método ou a uma maneira de executar algo, seguindo-se passos anteriormente definidos para realizar algo de modo eficaz.

Um procedimento eficaz se estrutura em passos que se repetem e que são determinantes para o atingimento de um objetivo. A isso os programadores da área de informática chamam programas. Na Eletromecânica, o profissional também seguirá padrões de programação para realizar suas atividades diárias.

---

1 Subdivisão ou item de um texto.

2 Uso e estudo de termos. Especificar as palavras simples e compostas que são geralmente usadas em contextos específicos.

Um exemplo relativamente simples e comum de procedimento é uma receita de bolo, cujos passos, devidamente seguidos, resultam em um produto final saboroso e apreciável. Para isso, há que se seguir e repetir passos funcionais, normalmente nominados conforme a ação, por exemplo: misture, bata, reserve etc., que podem ser feitos, inclusive, mais de uma vez ao longo do processo.



Figura 471 - Investigação técnica

Os procedimentos são utilizados para garantir que sejam cumpridas as determinações estabelecidas nos regulamentos técnicos ou normas. Exemplo disso são os procedimentos para a avaliação de conformidades, como a amostragem<sup>3</sup>, inspeção, aprovação, entre outros aspectos relacionados. Informações constantes em um Manual de Procedimentos de uma instituição também são procedimentos técnicos que visam padronizar informações de “como fazer”.

O Técnico em Eletromecânica deverá ter sempre em mente a importância de conhecer os procedimentos técnicos das empresas de manutenção e automação industrial, laboratórios de controle de qualidade, de manutenção e pesquisa, concessionárias de energia, entre outras possibilidades do segmento.



**SAIBA  
MAIS**

O setor de Gestão da Qualidade é área que orienta os demais setores da empresa na elaboração, divulgação, revisões e gerenciamento dos manuais, procedimentos técnicos e demais documentos que compõem o sistema de gestão da qualidade da empresa.

## 9.2 APLICAÇÕES

Do ponto de vista corporativo, é possível determinar como procedimento as etapas para a realização de um determinado trabalho.

A série de normas ISO 9000, cujo propósito é assegurar que a empresa possa continuamente atender as exigências de qualidade, é um exemplo bem adequado e contextualizado de aplicação de procedimentos.

<sup>3</sup> Estudo de um pequeno grupo de elementos retirado de uma população (estatística) que se pretende conhecer.

A aplicação das normas da família ISO 9000 orientam sobre o que deve ser feito para manter em funcionamento um sistema da qualidade eficiente, pois descrevem os fundamentos, especificam requisitos e fornecem diretrizes. Entretanto, cabe à própria empresa elaborar e documentar todos os procedimentos por ela adotados de como fazer ou realizar e de como aplicá-los.



Figura 472 - Implementação ISO 9000

A aplicação de procedimentos nas pesquisas técnicas define e qualifica seu tipo. Por exemplo, uma pesquisa exploratória usa procedimentos de levantamento bibliográfico e de entrevistas, já a descritiva realiza suas investigações por meio de questionários, observação sistemática dos fatos e eventos.



#### **CURIOSIDADES**

O que leva o ser humano a pesquisar, a investigar a realidade nos diversos aspectos e dimensões é o interesse e a curiosidade. Existem formas diferentes para o pesquisador aprofundar-se em um estudo, conforme o objeto e os objetivos [...] Por isso é natural que existam diversos tipos de pesquisas". (SILVA, 2005, p. 49.)

As formas a que se refere Silva (2005) são justamente os procedimentos técnicos que nos levam aos resultados, conforme estejam descritos. Os procedimentos técnicos refletem, portanto, no caso das pesquisas, o tipo adotado para uma investigação.



#### **FIQUE ALERTA**

Com relação aos procedimentos de investigação, objeto é aquilo que está sendo estudado e objetivo é onde se pretende chegar com aquele estudo

As palavras ou termos técnicos que são empregados nos procedimentos devem ser devidamente conhecidos pelo profissional da área, que deverá utilizá-los conforme o seu grau de especialização, de modo a não incorrer em erros por falta ou excesso de zelo. Isso significa que você deve estar confortável com relação ao seu modo de referir-se aos procedimentos, conforme o seu nível de conhecimento a respeito.

Aplicar os procedimentos técnicos é, pois, seguir uma orientação previamente estabelecida, para que se atinja adequadamente os objetivos de um trabalho.

### 9.3 INTERPRETAÇÃO

A interpretação dos dados pesquisados se dá por meio dos mecanismos adotados para avaliá-los. Por exemplo, quando se aplica uma metodologia de avaliação, como a pesquisa de campo, são considerados aspectos relacionados a este tipo de pesquisa. Para isso, são utilizadas as informações previstas na metodologia científica, descritas nos tipos de pesquisa mais adequados ao que se precisa investigar.

As representações como gráficos, tabelas, entre outros, devem servir para demonstrar a interpretação sobre os dados coletados, mas também devem ser ferramentas adequadas e facilitadoras do entendimento por parte de pessoas que não tenham o mesmo nível de conhecimento técnico. Por exemplo, ao apresentar em uma empresa um trabalho com dados de uma pesquisa realizada, é bem provável que você use gráficos, tabelas, enfim, quaisquer outros tipos de representação que favoreçam a interpretação das informações.



#### CURIOSIDADES

O técnico em eletromecânica pode atuar em concessionárias de energia elétrica, de água, indústrias petroquímicas e de equipamentos eletromecânicos. Podem também supervisionar operações de manutenção etc.

Na condição de estudante-investigador, é natural que, a princípio, você use um vocabulário comum para escrever ou descrever suas pesquisas, porque o mais importante neste momento são os aspectos como a clareza e a precisão das informações. Entretanto, conforme conheça, consolide e aperfeiçoe seus conhecimentos, você passará a utilizar uma terminologia mais técnica e própria da área, porque a sua capacidade de interpretação também será outra.

### 9.4 VOCABULÁRIO TÉCNICO

Ao escrever um trabalho ou apresentar os dados de uma pesquisa, deve-se utilizar um vocabulário que atenda, no mínimo, a dois públicos distintos: os que dominam o assunto e os leigos<sup>4</sup>. Portanto, é importante lembrar que nem todos os leitores dominarão a linguagem técnica, acadêmica e científica utilizada no trabalho. O conhecimento desse fato facilita sobretudo a escolha dos termos a serem empregados no trabalho, bem como a forma de apresentá-los.

4 Que não possui conhecimento a respeito de.



Thinkstock ([20-?])

Figura 473 - A compreensão da linguagem técnica

A linguagem técnica é a característica que marca a evolução nos conhecimentos de uma determinada área. Mas, lembre-se de que a comunicação deve ser simples, para que todas as pessoas (as especialistas na área e os leigos) possam compreender o assunto que está sendo tratado em sua pesquisa.

Ao representar uma pesquisa, deve-se procurar traduzir teoremas, fórmulas, equações e conceitos em textos descritivos, explicativos e informativos de forma simples e de fácil compreensão, levando em conta o propósito de atingir não somente o público de sua área técnica, mas também aos demais leitores que, por ventura, necessitem de tais informações.



Thinkstock ([20-?])

Figura 474 - A importância da leitura

É fundamental realizar leituras, consultar dicionários e enciclopédias, participar como ouvinte e debatedor em eventos da sua área de atuação e formação, tais como encontros, congressos, seminários, simpósios, entre outros, para aperfeiçoar a sua formação, incluindo a aquisição de vocabulário próprio e específico da área profissional.



## CASOS E RELATOS

---

### **Procedimentos e garantias**

Em pesquisa realizada pelo sociólogo José Pastore, professor de Relações do Trabalho da Universidade de São Paulo – USP, o custo anual com acidentes e doenças do trabalho para o Brasil chega a 71 bilhões de reais. Isso equivale a quase 9% da folha salarial do País.

Uma das ferramentas que ajudam a garantir a integridade dos colaboradores e das empresas são os manuais de procedimentos – componentes do sistema de controle interno da empresa – que contém informações detalhadas, ordenadas, sistemáticas e integrais, aos quais se recorre para obter instruções, conhecer responsabilidades e informações sobre as políticas da empresa, as funções dos colaboradores, os equipamentos e sistemas, bem como os procedimentos das operações e atividades que se realizam na organização. O Ministério do Trabalho e Emprego, visando garantir a integridade dos empregados das indústrias brasileiras e reduzir os elevados custos que recaem sobre a administração pública e privada, vem auditando, de forma aleatória, empresas de diversos segmentos, sobre vários quesitos que foram implantados por força de lei para garantir a segurança e saúde ocupacional. Os procedimentos técnicos e instruções de trabalho vêm sendo, portanto, cobrados com maior rigor em sua apresentação escrita e exposição, por serem documentos que caracterizam os padrões técnicos necessários para o bom desempenho das funções, conforme o cargo exercido. Os procedimentos descrevem regras, especificam atividades, padronizam processos, entre outros aspectos relacionados. As empresas que não estiverem descrevendo esses procedimentos e os disponibilizando a seus funcionários nos locais de trabalho, bem como, realizando os devidos treinamentos para a sua utilização e cobrando a prática de tais procedimentos, estão sendo advertidas e as reincidentes estão sendo autuadas e multadas.

---



## RECAPITULANDO

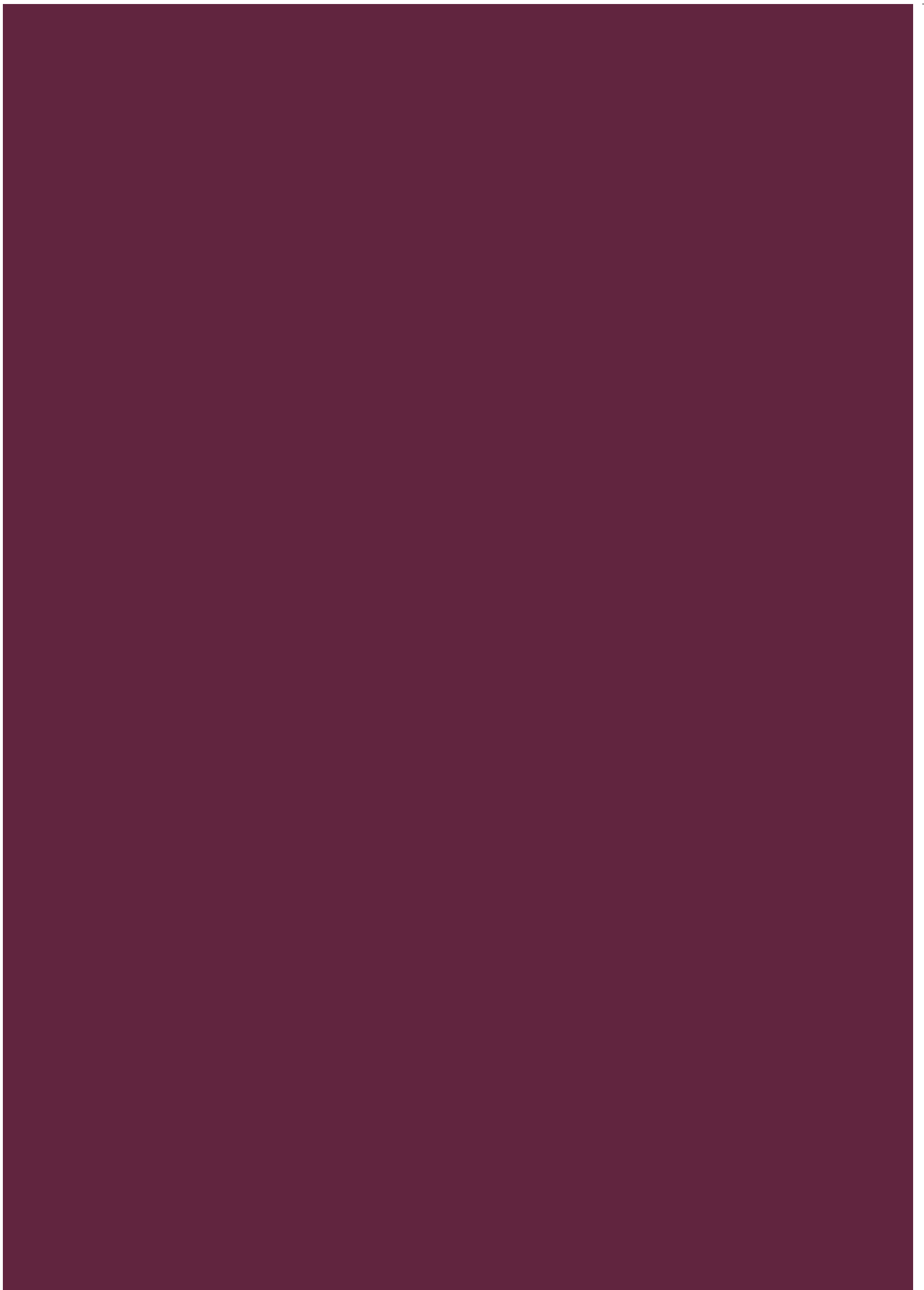
---

Este capítulo trouxe para reflexão e estudo os Procedimentos Técnicos, com relação a sua aplicação e interpretação e a questão do uso do vocabulário técnico. Foi possível observar que os procedimentos técnicos dão suporte ao modo ou método usados na realização de pesquisas e na interpretação dos dados ou informações acessadas.

Também a importância do desenvolvimento de uma linguagem técnica para o crescimento profissional foi mencionada, já que a sua utilização demonstra o domínio que a pessoa possui sobre um determinado assunto abordado.

Mencionou-se também, em contrapartida, a necessidade de observação quanto às diferenças no entendimento de procedimentos e informações técnicas por parte de pessoas que não possuem conhecimento técnico específico e as que atuam em uma área técnica.

---





Este capítulo tem como objetivo instruir sobre a Solicitação de Serviço e seus aspectos essenciais, evidenciando a sua importância documental.

Para tanto ao final dele você será capaz de:

- a) compreender a natureza das solicitações de serviço;
- b) compreender qual a necessidade da utilização de vocabulário técnico nas ordens de serviço;
- c) compreender que devido a natureza dos serviços e empresas, é necessário a adoção de tipos diferentes de ordens de serviço;
- d) conhecer a estrutura e para que serve um tutorial técnico.

Na sua opinião, diante de tantas atividades e tarefas que nos são atribuídas diariamente, somos capazes de saber com detalhes tudo o que nos solicitam realizar? Conseguimos cumprir prazos estabelecidos? Tomamos os devidos cuidados e precauções na realização das atividades? Estas e outras questões serão respondidas no desenvolvimento do capítulo, para tanto, dedique-se e desenvolva mais esse conhecimento.

## 10.1 NOMENCLATURA E VOCABULÁRIO TÉCNICO

Para que se tenha um processo padronizado, onde se possa minimizar os erros de comunicação, gerar maior comprometimento e facilitar a rastreabilidade, as ordens de serviço seguem um padrão apropriado quanto a nomenclatura e vocabulário técnico, que são pertinentes as áreas em que este documento se aplica.

Em órgãos administrativos, as principais nomenclaturas atribuídas à Solicitação de Serviço são:

- a) Ordem de Serviço (OS) para chefias superiores e por sua vez subordinadas a resoluções (Res. Ou RS).
- b) Orientação de Serviço (ODS) para essas mesmas chefias superiores, como veículo de explicação de resoluções ou até de ordens de serviço.

c) Determinação de Serviço (DS) para chefias subordinadas às anteriores, como veículo de suas ordens diretas ou de ordens providas do escalão superior. (MARTINS, 2003, p. 234)

Como pode ser observado na citação acima, as ordens de serviço podem informar a implementação de resoluções superiores as chefias de áreas, explicar as resoluções implementadas por um determinado órgão ou setor, ou ainda, de forma direta, informar qual tarefa ou serviço deverá ser executado.



## CASOS E RELATOS

---

### **Ordem de serviço x campos obrigatórios**

Os técnicos de manutenção da empresa Fixaforte receberam a Ordem de Serviço para verificar a ocorrência em um torno CNC. Na ordem de serviço, no campo da ocorrência, apenas constava o descritivo de máquina parada. Como se tratava de um equipamento crítico e importante para a empresa, foram deslocados de imediato dois profissionais para verificar o problema; sendo um mecânico e um eletricitista.

Chegando na máquina, os mantenedores perguntaram ao operador do torno o que havia ocorrido. O mesmo comentou que a máquina parou e acusou no painel o alarme de nível de óleo baixo. Os mantenedores inspecionaram o reservatório de óleo e constataram que o reservatório estava com o nível normal. Então foram feitos testes nas placas eletrônicas e descobriu-se que havia um mau contato em um relé. Substituída a peça, foram feitos testes e a máquina foi liberada para produzir.

Em seguida, foi preenchida a ordem de serviço com as informações da manutenção realizada, solicitado a assinatura do supervisor da área, e encaminhada para o departamento de manutenção da empresa.

Durante a reunião semanal dos integrantes da manutenção, os dois mantenedores que atenderam a ocorrência do torno CNC, comentaram sobre o fato e sugeriram como forma de otimizar os recursos, que fossem criados campos obrigatórios nas ordens de serviço, onde o operador ou a chefia da área, tenham que informar dados relevantes que auxiliem na tomada de decisão, como por exemplo, as causas da parada. Foi sugerido também que a manutenção criasse uma série de códigos de possíveis defeitos e que os operadores recebessem o devido treinamento.

Como o fato já era recorrente e a sugestão foi apoiada pelos demais integrantes, o supervisor da manutenção pediu aos planejadores de manutenção que escolhessem um setor piloto e elaborassem um plano de ação para colocar a ideia em prática e colher dados para estender a medida para os demais setores da empresa.

---

## 10.2 TIPOS E APLICAÇÕES

A Solicitação de Serviço é uma comunicação interna ou entre departamentos, ou, uma instrução documental dada a um funcionário ou servidor, ou órgão administrativo. Pode ser expedida para um pedido de serviço, de manutenção, de separação de material, de compra, de venda, de auditoria, em organizações industriais, comerciais e bancárias e repartições públicas.

É um instrumento de extrema importância em toda gestão de Segurança do Trabalho na empresa, sendo, em geral, o primeiro contato da segurança do trabalho com o trabalhador recém-contratado. Como se trata de lei, deve ser bem elaborada para que seja eficiente.

Neste sentido, quando um soldador de manutenção recebe uma ordem de serviço para executar um trabalho de solda em algum equipamento de qualquer área da empresa, o soldador deverá estar equipado com todas as ferramentas e EPI's necessários e o ambiente também deverá estar protegido, por exemplo com biombos para proteção contra os raios emitidos pelo processo, além de faíscas e partículas das cascas da solda. Todas estas informações deverão estar contidas na ordem de serviço.



### FIQUE ALERTA

De acordo com o estabelecido no item 1.7b da Norma Regulamentadora número 1 (NR-1) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), cabe ao empregador elaborar ordens de serviço sobre Segurança e Medicina do Trabalho, dando ciência aos empregados.

Uma solicitação de serviço contempla providências que devem ser tomadas por uma determinada chefia para que oriente sobre a execução de serviços, para a qual haja a necessidade de estarem registrados todos os materiais e a mão-de-obra que serão utilizadas em um determinado serviço prestado. A partir disso, podemos gerar pedidos de venda para cliente ou fabricantes.

Quanto as ordens de serviço enviadas para a da manutenção por exemplo, esta servirá para rastrear todas as informações sobre o serviço, desde que dentro do tempo determinado para permanência destes dados em arquivo. Através dela, os serviços poderão ser customizado, poderão ser gerados relatórios sobre frequência das ocorrências, tipo de ocorrências, eficiência, utilização da mão de obra, etc.

Na gestão da segurança ela servirá como um instrumento de conscientização dos colaboradores quanto a importância da utilização dos EPI's, qual os EPI's adequados, como deve ocorrer a preparação da área de trabalho, qual a importância de haver disciplina em seguir os procedimentos implementados, além de criar a consciência sobre os riscos existentes no ambiente de trabalho. Outro ponto, é que a ordem de serviço executada e preenchida de forma correta, servirá como prova documental do trabalho seguro. O trabalhador precisa ser orientado sobre o que ele está assinando, indicando-lhe os riscos e as medidas de segurança a serem adotada, descritos na Ordem de Serviço.



**SAIBA  
MAIS**

O Capítulo V da CLT (Consolidação das Leis do Trabalho) Artigo 157 Item II – Mostra que cabe às empresas: II - instruir os empregados, através de ordens de serviço, quanto às precauções a tomar no sentido de evitar acidentes do trabalho ou doenças ocupacionais. (Almeida, 2011 p. 131)

### 10.3 CARACTERÍSTICAS

A ordem de serviço caracteriza-se como um objeto de comunicação, datado e numerado, pelo qual são dadas instruções a respeito de normas de serviço ou de administração de pessoal, desde que não sejam objetos de portarias.

Para facilitar o entendimento segue abaixo modelo de uma ordem de serviço de manutenção.

<b>ORDEM DE SERVIÇO DE MANUTENÇÃO</b>		nr: _____
Nome do Requisitante: _____	Data: ___/___/___	
Setor Requisitante: _____	Ramal: _____	
Prioridade: _____		
Tipo de manutenção: _____		
Serviço a ser executado:		
_____		
_____		
_____		
<b>PARA USO DA MANUTENÇÃO</b>		
Histórico do serviço: _____		
_____		
_____		
Materiais necessários: _____		
_____		
_____		
Nº DO PEDIDO DE COMPRA: _____		
Hora início: _____	Data: ___/___/___	
Hora Fim: _____	Data: ___/___/___	
Serviço Executado por: _____	Data: ___/___/___	
Serviço Recebido por: _____	Data: ___/___/___	

Figura 475 - Ordem de manutenção  
Fonte: do Autor

Atualmente, com o avanço da informática e com o surgimento de diversos software de manutenção, inclusive alguns gratuitos, são raras as empresas ou repartições que utilizam ordens de serviço manuais. As ordens informatizadas facilitam o gerenciamento e agilizam a recuperação das informações, emissões de relatórios e a tomada de decisão.

**CURIOSIDADES**

Nas repartições públicas onde não se baixa portaria, usa-se a determinação de serviço, que é complementada por uma orientação de serviço, para explicar o modo de cumprir tal determinação. (BELTRÃO, 1998, p. 282).

Há empresas que acompanham o desenvolvimento das suas Solicitações de Serviço conforme um status, definido por cores, por exemplo: Verde = em aberto (não ativadas), amarelo = em andamento, vermelho = finalizadas (atendidas) e preto = gerados pedidos de vendas e no caso da manutenção o Backlog de serviços a serem executados. A análise do Backlog definirá se haverá necessidade de aumentar o quadro de pessoal, a necessidade de encaminhar serviço à terceiros, analisar se as máquinas estão sendo operadas de maneira adequada etc.

#### 10.4 UTILIZAÇÃO DE TUTORIAIS (TÉCNICOS)

Tutorial é um programa, documento ou método que fornece informações, instruções práticas, passo a passo, de como desenvolver, utilizar ou praticar alguma coisa. Os mais evidenciados hoje são os tutoriais disponíveis na web, criados para uso em comunidade virtual, no qual constam os passos detalhados e explicados para usuários de vários níveis entenderem como se faz uma determinada tarefa ou ação, incluindo o preenchimento de documentos. Com relação ao uso de tutoriais técnicos disponíveis na web, antes de adotá-los convém observar alguns pontos para certificar-se de que realmente são adequados para o que você necessita:

- a) Clareza do Título: deve ser simples e objetivo, que permita identificar imediatamente o assunto que você procura.
- b) Texto Introdutório: deve conter uma rápida explicação do que você vai encontrar no tutorial, para não acontecer de somente no final verificar que não era o assunto desejado.
- c) Tópicos e Subtópicos: conforme a complexidade do assunto é preferível que esteja bem dividido para facilitar o entendimento.
- d) Ilustrações: podem ajudar na compreensão do passo-a-passo, se for o caso.
- e) Tira-dúvidas: se disponibiliza essa ajuda para que você possa recorrer em caso de dúvidas, problemas e sugestões.

Na área técnica é comum a utilização de tutoriais para realizar testes e verificações no comissionamento e manutenção de equipamentos, treinamento para a parametrização de componentes eletrônicos, treinamento para a utilização de software etc.

No próximo capítulo você estudará como a interpretação de dados e informações de textos técnicos, constantes em manuais e catálogos podem auxiliá-lo na execução das suas atividades, durante sua formação escolar ou dentro de uma empresa.



---

## RECAPITULANDO

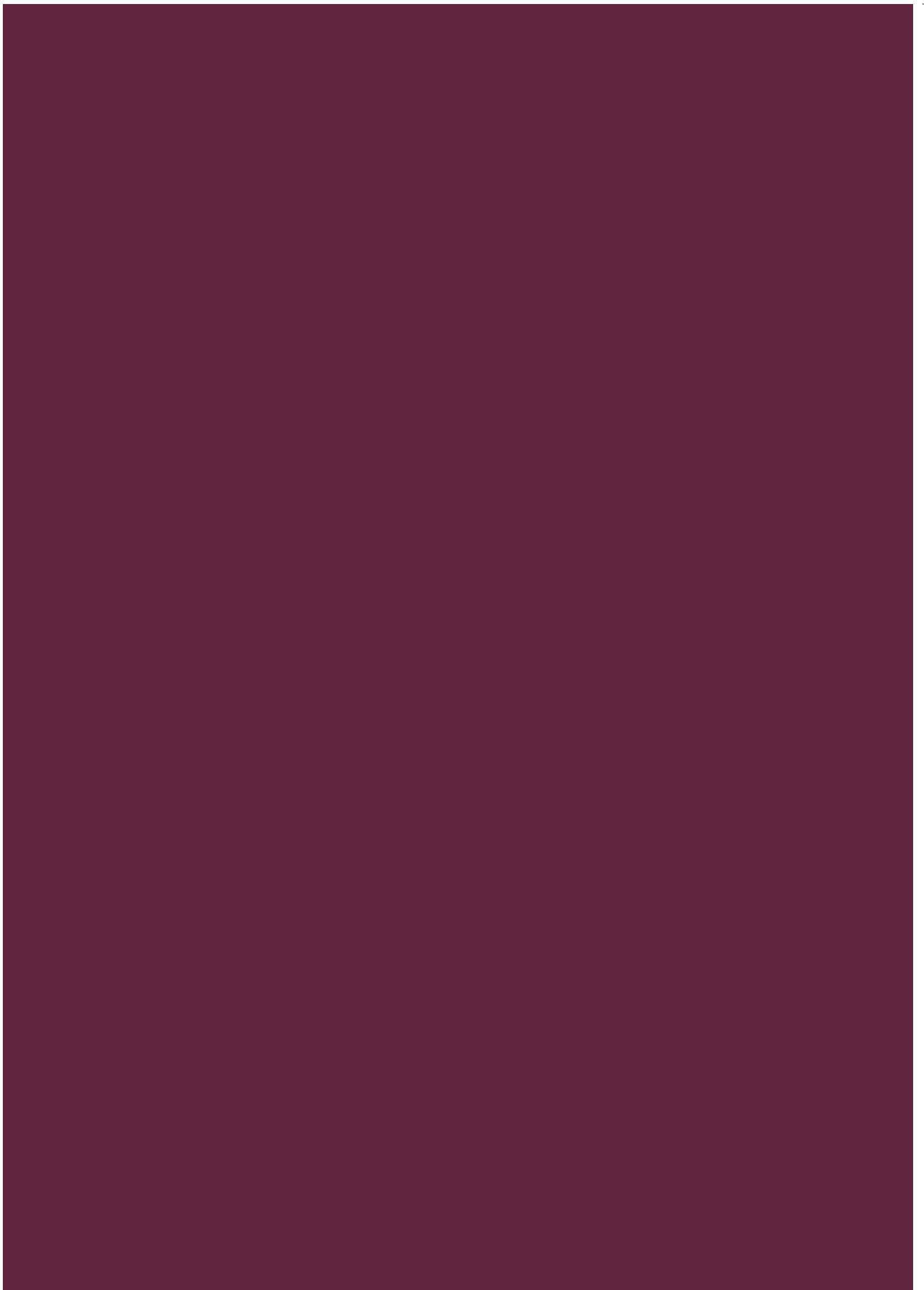
Conforme estudado neste capítulo, vimos que o processo de solicitação de serviço necessita de nomenclatura e vocabulários técnico para que exista organização, rastreabilidade e o mínimo de erros de comunicação, pois isso produz perda de tempo e custos adicionais.

Estudamos também sobre as características das ordens de serviço, como ela deve ser constituída e os benefícios que se espera obter com a utilização das mesmas, pois através delas conseguimos melhorar o gerenciamento das atividades e tomar ações futuras com maior assertividade.

Finalizando, você estudou o que são tutoriais e para que eles são utilizados e suas características.

---







Você já teve a oportunidade de ter em mãos um catálogo ou manual técnico, cujas informações lhe parecem um tanto difíceis de interpretar? Ou, ao contrário, pelas imagens e ilustrações constantes em tal documento, conseguiu entender perfeitamente as informações?

O presente capítulo tem por objetivo justamente auxiliá-lo na interpretação de dados e informações constantes em textos técnicos, como manuais e catálogos, entre outros tantos documentos relacionados e direcionados à eletromecânica.

Os conceitos, aplicações e interpretação de tais documentos são favorecidos pela leitura do capítulo que procura trazer informações de ordem prática, com explicações e esclarecimentos sobre a estrutura dos documentos.

## 11.1 CONCEITOS

Um manual é um tipo de documento e meio de comunicação que pode conter informações sobre o modo como desenvolver uma atividade técnica ou científica e seus possíveis resultados. Também é um tipo de documento contendo instruções de trabalho, que é direcionado para um público específico e com conhecimento técnico da área.

Por meio de um manual técnico, é possível documentar um projeto que identifica mais facilmente seus aspectos e características. Assim, seus leitores podem reconhecer as vantagens e desvantagens, as características e funcionalidades e os benefícios, assim como os custos de um produto ou projeto.

De acordo com o dicionário Houaiss (2009, p. 1238), manual é uma

[...] obra de formato pequeno que contém noções ou diretrizes relativas a uma disciplina, técnica, programa escolar. Livro que orienta a execução ou aperfeiçoamento de determinada tarefa; guia prático. Livreto descritivo e explicativo que acompanha determinados produtos, orientando acerca do uso, da conservação, instalação.



Thinkstock (20-?)

Um catálogo é um veículo de divulgações de produtos e serviços com fins mercadológicos. Sua principal característica é demonstrar produtos que não se possa ver pessoalmente. Além dos impressos, há os catálogos eletrônicos, disponíveis na internet, que são muito interessantes devido à interatividade e facilidade de acesso a incontáveis produtos de diversos lugares e fornecedores.

Houaiss (2009, p. 421) diz que, catálogo é “Lista, rol<sup>1</sup> ou enumeração, por ordem alfabética, de pessoas ou coisas. Lista ou fichário em que se relacionam de maneira ordenada, os livros e documentos diversos de uma biblioteca.”



## CASOS E RELATOS

### Catálogo para convencer

Atualmente não há limites quanto ao tipo de produto ou serviço que se deseje anunciar ou promover via catálogo. Também não cabem dúvidas de que o século XX, com seus aspectos revolucionários, influenciou na apresentação dos catálogos devido à automatização dos dados e informações, bem como a qualidade gráfica superior. Justamente por isso, hoje há uma gama infindável de produtos e serviços divulgados e comercializados via catálogos, desde os mais simples aos mais complexos.

Seja impresso ou online, o catálogo é uma ferramenta imprescindível, porém é sabido que o desenvolvimento da web facilitou sobremodo o acesso aos bens e serviços disponíveis em catálogos online. Embora pareça tudo muito simples, criar um catálogo requer cuidados e técnica apurada, tanto para o material impresso quanto para o disponível online.

1 Lista, relação.

Recentemente, John Kotter, professor da Harvard Business School e especialista em cultura organizacional e gestão em mudanças, descreveu que é inerente a qualquer segmento comercial, convencer o cliente. O guru menciona que os catálogos devem considerar aspectos importantes como a clareza das informações disponíveis, a especificação e validação dos serviços de modo a satisfazer as necessidades dos clientes, a rentabilidade do negócio para a empresa, a viabilidade da implementação do serviço segundo a sua complexidade, entre outros pontos.

Um catálogo normalmente conta com elementos tais como títulos, subtítulos, introdução, listas, ilustrações, gráficos, tabelas, especificações técnicas, fotografias, desenhos, diagramas, fundo, linhas, cores, entre outros detalhes. Na introdução, aparecem os objetivos do catálogo, por exemplo, o que ele deseja divulgar, quais são os objetivos da literatura, enfim seus objetivos comunicacionais.

As listas esclarecem qual é o conteúdo encontrado no catálogo e geralmente permitem localizar rapidamente informações importantes e são recomendadas em procedimentos que expõe ações passo a passo. As ilustrações, que normalmente acompanham os procedimentos, têm a finalidade de auxiliar na transmissão dessas informações, potencializando a compreensão pelo canal visual.



Figura 476 - Consulta a catálogos

Pelas ilustrações, é possível esclarecer as relações entre elementos, demonstrar a importância de certos produtos, apresentar o antes e o depois da execução de uma determinada tarefa. É importante que as ilustrações sejam identificadas ou numeradas para facilitar sua localização.

Os gráficos que apareçam em catálogos servem para apresentar números e as tabelas para indicar muitos dados. Aqui também a questão da visualização rápida das informações é atendida por esses formatos. As especificações técnicas informam as características técnicas e operacionais do produto. Os diagramas servem para ilustrar e visualizar dados integrados e complexos.


**SAIBA  
MAIS**

Se for um catálogo de lâmpadas, deverá vir descrita a potência (W), a tensão (V), o tipo de bulbo. Se for de perfumes, fornecerá o nome da fragrância, quantidade em ml, preço etc.

As fotografias e desenhos facilitam a visualização de como são na realidade, os equipamentos ou tarefas a serem executadas. Os desenhos podem destacar o que for considerado mais importante na ilustração/representação, e a foto aparece como foi extraída.

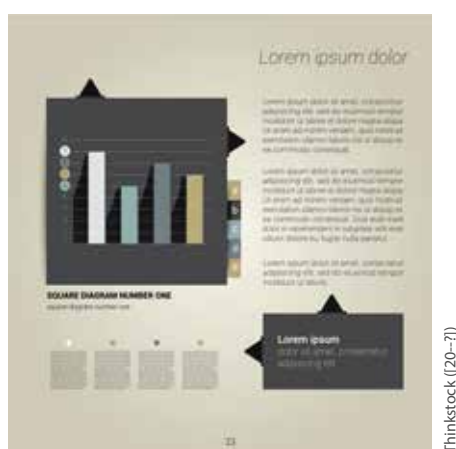


Figura 477 - A função da ilustração no catálogo

Thinkstock (20--?)

As figuras, tabelas e listas, devem ter cores e informações diferentes das do fundo para que sejam realçadas e chamem a atenção de quem o está lendo. Alguns catálogos também têm os assuntos destacados ou reconhecidos por meio das cores das páginas: conforme se passa de um assunto a outro, muda a cor das páginas.

Os cabeçalhos definem as seções e facilitam a navegação pelo catálogo, seja ele impresso ou virtual. São muito importantes para indicar as seções e podem ser utilizados em seções inteiras ou em subseções do catálogo. Também são muito importantes os avisos que apresentam as consequências de ações indevidas e de como preveni-las: alerta aos leitores sobre riscos existentes, bem como orienta sobre as ações para solucionar problemas já ocorridos.

Com relação à tipografia, recomenda-se o uso de fontes simples e de fácil leitura, preferencialmente usando a mesma fonte ao longo de todo o texto principal. É permitido o uso de fontes diferentes em destaques, porém deve-se buscar uma fonte que corresponda à seriedade e objetivo do material. O leiaute deve apresentar as informações com a mesma aparência quando tiverem o mesmo objetivo.

Um catálogo técnico pode conter os seguintes itens:

- a) descrição de produtos oferecidos, com dados referentes a projetos, manufaturas, testes, instalações, características técnicas, formas de uso etc.;
- b) ilustrações dos produtos e suas aplicações;

- c) glossários (vocabulários) e definições de termos relacionados ao assunto;
- d) disponibilidade de diferentes opções de dimensões, pesos, cores, materiais, capacidades, para possibilitar a escolha do produto e facilitar o processo de venda;
- e) condições de fornecimento, instruções e dados do fornecedor.



Figura 478 - Catálogo técnico

Thinkstock (20--?)

O manual é uma produção escrita que apresenta um conjunto de normas, procedimentos, funções, políticas, objetivos, instruções ou atividades, e a forma como devem ser executadas pelos indivíduos e equipes de trabalho. Sua eficiência e eficácia estão relacionadas com a sua preparação, aplicação e melhores resultados.

Em razão disso, elaborar um manual implica uma série de etapas que devem ser executadas sequencialmente, como a definição do objetivo, a preparação pela pessoa ou equipe responsável, a análise preliminar da organização, planejamento, levantamento da informação, elaboração propriamente dita, diagramação, formato, codificação, impressão, encadernação, distribuição e acompanhamento, além de atualização periódica controlada.

## 11.2 APLICAÇÕES

Em termos administrativos, os manuais são organizacionais, porque apresentam normas, procedimentos e instruções para a realização das atividades em uma empresa. Tanto manuais quanto catálogos podem ser modelos institucionais adequados para agrupar funções e procedimentos, bem como facilitar a tomada das decisões, ações e responsabilidades a assumir.

Esses documentos mantêm a gestão administrativa coesa e são ferramentas que normalmente enriquecem a instituição, facilitam o controle de tarefas e funções, e, inclusive, o prévio<sup>2</sup> treinamento de pessoal.

Por isso, tanto os profissionais responsáveis por desenvolver quanto os que serão usuários de um catálogo, devem observar seus pontos positivos e os que necessitam de melhorias.

<sup>2</sup> Que precisa ser feito ou analisado com antecipação.

Os manuais são fonte de informações sobre os trabalhos da empresa, deixam claro os critérios e padrões a serem adotados e uniformizam os termos técnicos e os processos.

Estes aspectos são muito importantes principalmente para os funcionários, para que consultem, sejam orientados e treinados na empresa. As responsabilidades também ficam mais claras quando os critérios de responsabilidades aparecem definidos em um manual institucional.

**FIQUE ALERTA**

Um manual não representa a solução para todos os problemas administrativos de uma empresa. Os critérios de desenvolvimento devem ser cuidadosos em termos de conteúdo e custo de preparação, com boa relação custo-benefício: uso, atualização.

Os profissionais que atuam nas áreas permeadas pela aplicação dos conhecimentos da eletromecânica, seja na área de instrumentação, montagem, manutenção etc., necessitam invariavelmente obter informações de manuais e catálogos de produtos, máquinas e equipamentos.

Através das informações retiradas destes documentos, os profissionais ou técnicos podem efetuar a parametrização de máquinas e componentes, efetuar ajustes de conjuntos, efetuar a regulagem de pressão, temperatura, peso etc. Além disto, muitas vezes é essencial para os processos de montagem, manutenção corretiva e também como fonte de informação para a elaboração de planos de manutenção e controle.

No caso de instalação de máquinas e equipamentos, os manuais informam as dimensões da máquina, peso total, tensão, potência e demais necessidades para que a instalação do equipamento seja realizada com sucesso.

Pela importância que possuem, é indispensável que, ao negociar a compra de uma máquina ou equipamento, os manuais e catálogos façam parte da lista de documentos exigidos no processo de aquisição.

### 11.3 INTERPRETAÇÃO

Por conta da grande quantidade de informação fornecida pelo mundo tecnológico, a interpretação de manuais vem sendo difundida e facilitada. Dificilmente um produto sobre o qual se deseja obter informações não terá manual disponível na web. Isso é mesmo muito importante, porque caracteriza uma relação diferenciada entre empresas, consumidores, prestadores de serviços e clientes. É fundamental também que seja dada uma atenção especial à forma como as informações são registradas, justamente para não dificultar a interpretação.



Figura 479 - Interpretação de catálogos

A interpretação das informações em manuais e catálogos depende da totalidade de ações, funções e procedimentos que sejam seguidos para posteriormente auxiliar na tomada de decisões.

Certifique-se de ter todos os materiais reunidos antes de começar a elaborar um catálogo, como, por exemplo: imagens dos produtos, lista dos produtos e suas funcionalidades e uma lista de outros conteúdos que precisam ser escritos, como informações sobre a empresa, depoimentos de clientes e demais informações que ajudarão seus clientes a tomarem a decisão certa.

#### 11.4 VOCABULÁRIO TÉCNICO

É um conjunto de palavras conhecidas por pessoas que atuam em uma área específica, que se referem de maneira diferenciada a objetos ou procedimentos relacionados às atividades que desempenham em seu dia a dia de trabalho.



Figura 480 - Disposição das informações técnicas

Normalmente, os manuais e catálogos técnicos apresentam vocábulos técnicos em suas orientações e especificações. Como essas ferramentas devem ser fontes de referência objetiva, clara e acessível aos funcionários de uma empresa, é importante que eles conheçam, pelo estudo e pela prática diária, as terminologias relacionadas à sua área.

Portanto, busque sempre ativar novos conhecimentos relacionados a sua área de atuação, agregando ao seu vocabulário técnico palavras que sejam significativas e que representem tanto elementos físicos quanto conceituais. Esse tipo de busca funciona como ferramenta para o seu crescimento pessoal e possibilita seu avanço rumo à alta profissionalização.

**CURIOSIDADES**

No universo da Eletromecânica, há uma infinidade de palavras que são usadas para identificar procedimentos, ferramentas e peças. Por exemplo, porca, torpedo, martelo, cujos significados literais representam outros objetos.

**RECAPITULANDO**

---

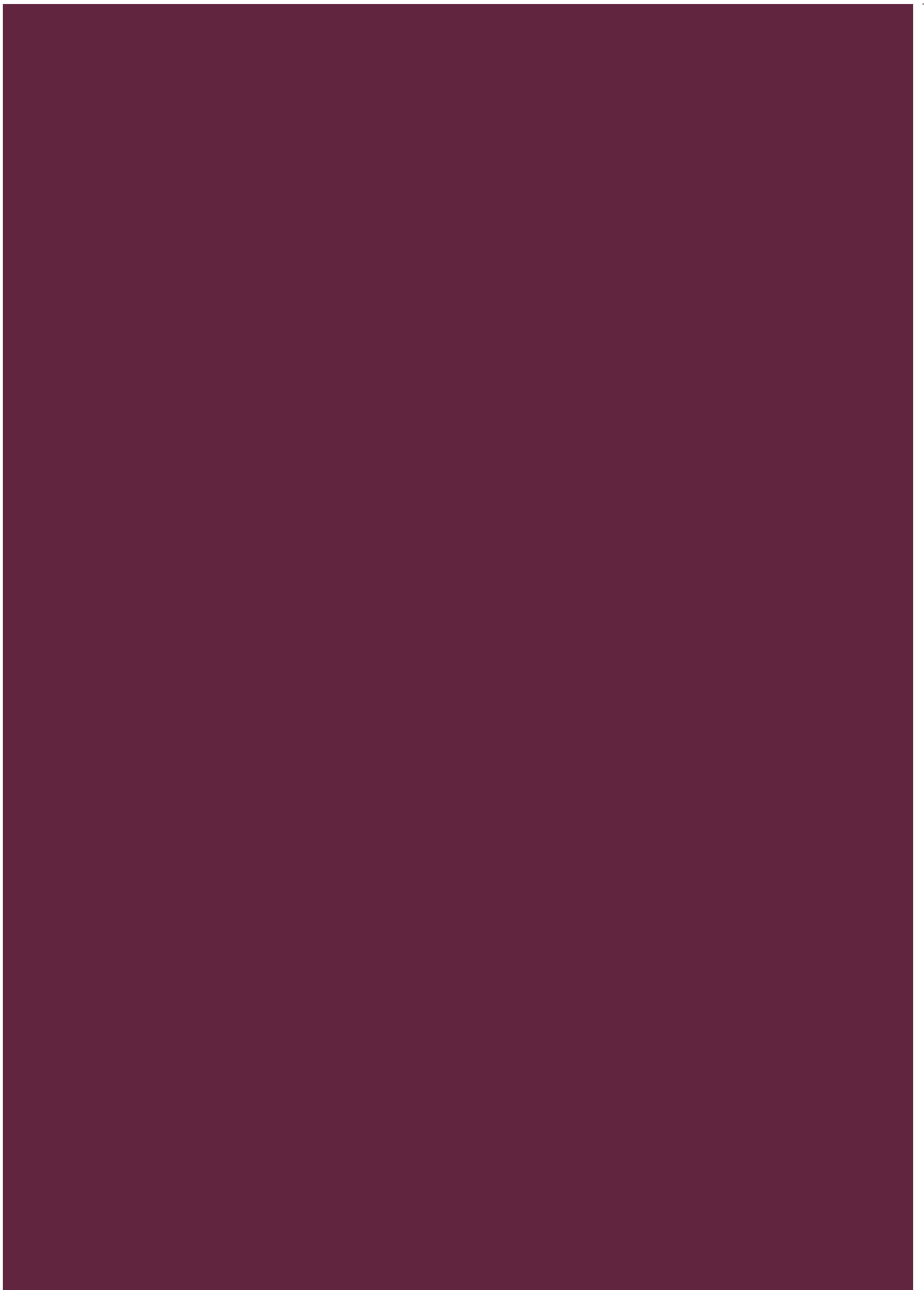
Conforme estudado neste capítulo, os manuais são ferramentas essenciais para o bom funcionamento das instituições, pois facilitam e viabilizam as orientações acerca dos procedimentos, normas e formas de execução de atividades a serem realizadas por seus funcionários.

Já os catálogos são a vitrine dos produtos que a empresa fabrica ou comercializa, pois permitem que eles sejam visualizados e previamente avaliados, antes mesmo de serem vistos “in loco” pela pessoa interessada em adquiri-los.

Tanto nos manuais, quanto nos catálogos, as informações são o alvo de maior importância e devem ser observados seus recursos visuais para melhor aproveitamento destas informações. Não há dúvida de que uma boa apresentação valoriza estas ferramentas e, conseqüentemente, agregam valor aos produtos e à própria empresa.

---







Este capítulo aborda a comunicação. Por isso, antes de iniciar a sua leitura, proponho que reflita sobre as questões que seguem: ao escrever você se expressa do mesmo jeito que fala? Normalmente é compreendido em suas intenções de escrita? A sua oralidade – aquilo que fala com as pessoas – expressa os conhecimentos técnicos que você possui? Você gostaria de entender um pouco mais sobre a diferença que há entre a escrita e a fala e sobre as técnicas que as permeiam?

Pois bem, sejam quais forem as respostas, este capítulo propõe o estudo de técnicas de comunicação e suas vertentes, como ferramentas para possibilitar o seu crescimento e desenvolvimento profissional. O conteúdo e as explicações que formam este capítulo estão inter-relacionados e trazem explicações básicas sobre os tópicos em destaque.

Sabemos que comunicar-se bem, tanto na forma escrita quanto na própria oralidade, não é tarefa fácil, mas o estudo é sempre o melhor caminho para a obtenção de bons resultados. Portanto, procure realizar a leitura com entusiasmo e interesse, estude e treine para ser cada vez melhor no universo das letras.

### 12.1 ORAL: TÉCNICAS DE ARGUMENTAÇÃO E APRESENTAÇÃO

A relação com o mundo se dá por meio da linguagem verbal, que pode ser definida como oral, quando falamos frente a frente com nosso interlocutor, ou escrita, em tese, quando escrevemos para alguém que não está presente e que irá ler nossa mensagem. Na verdade, ambas são práticas e formas de usar a língua com suas próprias características, mas não significa que se oponham entre si. A coerência<sup>1</sup> e a coesão<sup>2</sup>, a formalidade e a informalidade, as variações de estilo e a representação social fundamentam as duas formas.

O pesquisador Marcuschi (2010, p. 17) diz que,

---

1 Colocação dos elementos textuais que, embora possuindo significados diferentes, são interligados de modo a fazer com que um texto possua sentido completo, tornando-se claro e compreensível.

2 Concordância; que diz respeito à utilização correta dos aspectos da língua, fazendo com que um texto se apresente de forma clara.

[...] sob o ponto de vista mais central da realidade humana, seria possível definir o homem como um ser que fala e não como um ser que escreve. Entretanto, isto não significa que a oralidade seja superior à escrita, nem traduz a convicção, hoje tão generalizada quanto equivocada, de que a escrita é derivada e a fala é primária. A escrita não pode ser tida como uma representação da fala [...].

A comunicação oral caracteriza-se principalmente pela exposição oral. Para quem fala em público, o timbre, o tom e o volume de voz, a entonação, os gestos corporais, a expressão fisionômica são aspectos que contam para compor uma exposição oral adequada.

Além desses aspectos, existem os fatores psíquicos que devem ser levados em conta, tais como a simpatia, a capacidade de prender a atenção e a escolha das palavras a serem usadas de acordo com o público-alvo.

### Técnicas de Argumentação

Um dos tipos de texto mais utilizados é o argumentativo, porque corresponde ao objetivo de convencer alguém sobre algo, seja um ponto de vista, uma ideia, ou mesmo a defesa de uma tese<sup>3</sup>. Em geral, os argumentos são escritos de modo a conduzir o leitor ou ouvinte a tomar uma posição favorável ao emissor.

A argumentação sempre se apresenta no desenvolvimento de um texto, nunca na introdução ou conclusão. A estrutura é sempre um seguimento lógico de ideias, como um trem e seus respectivos vagões, que vão em direção a uma finalidade. Trata-se de uma inteiração, uma articulação que se dá mediante o uso de conectivos que servirão para interligar ideias e demonstrar que o redator de fato domina o assunto.



Thinkstock ([20--?])

Figura 481 - Exposição oral

A argumentação se apresenta em diferentes concepções, analise:

**a) Por citação:** utilizam-se citações de autores/escritores consagrados para dar credibilidade ao texto produzido.

<sup>3</sup> Proposição que se faz para ser defendida, caso haja contestação.

**b) Por comprovação:** Menção de fatos ocorridos e já divulgados ao público nos diversos segmentos da mídia.

**c) Por raciocínio lógico:** As ideias e dados examinados pelo autor no decorrer de sua produção levam-no a uma conclusão.

## 12.2 ESCRITA: ESTRUTURA DE FRASES, PARÁGRAFOS E TEXTOS

O que marca a frase falada é a entonação, pois são o ritmo e o tom que marcam e dão amplitude à expressão. Já no caso da escrita, os sinais de pontuação são os marcadores dos sentidos das frases. Portanto, frase é a expressão verbal de um pensamento que se quer comunicar. Pode limitar-se a uma única palavra, mas também pode ser constituída por vários vocábulos.

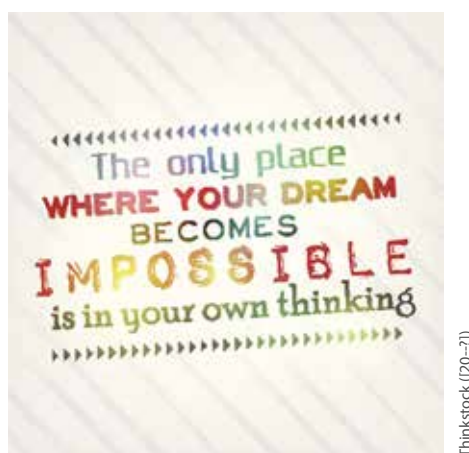
De acordo com a entonação, as frases podem ser:

- a) interrogativas: uma pergunta para a qual se deseja obter uma informação direta ou indireta;
- b) imperativas (afirmativas ou negativas): para ordenar, aconselhar ou fazer um pedido;
- c) exclamativas: para expressar um estado afetivo ou de emoção;
- d) declamativas: para afirmar ou negar uma informação.

Quanto à estrutura, a frase pode ser verbal: "A balconista trabalha muito."; ou nominal: "Que calor!"

Uma Oração pode ser uma frase ou parte de uma frase, estruturada de acordo com um verbo ou locução verbal, basicamente composta por dois elementos: o sujeito e o predicado.

Um Período é a frase que faz parte de uma ou mais orações. Pode ser simples ou composto. Por exemplo: Uma oração é sempre uma frase? Uma frase é sempre uma oração?



Thinkstock ([20--7])

Figura 482 - Exemplo de oração

A diferença básica é que a oração precisa de um verbo ou locução verbal e nem sempre tem sentido completo. Enquanto que a frase não precisa ter um verbo, mas deve sempre ter sentido completo sozinha.

O parágrafo é um pequeno texto, constituído por uma ou mais sentenças ou períodos, em que se desenvolve uma ideia central, também chamada nuclear, porque contém a principal informação deste pequeno texto, a que se agregam outras ideias, chamadas secundárias, porque explicam o que foi dito no período principal.

**FIQUE ALERTA**

As ideias, principais e secundárias, devem estar intimamente relacionadas pelo sentido e pela lógica que apresentam. Cuide ao passar de uma ideia a outra, para não gerar uma quebra brusca de um pensamento ao outro e perder a coesão textual.

Para desenvolver um parágrafo, não há a necessidade de um modelo rígido, porque há diferentes tipos de escrita, conforme a natureza do assunto, grau de complexidade, objetivo e perfil, tanto do emissor quanto do destinatário. Entretanto, a estrutura interna segue o mesmo formato de um texto, ou seja, contém introdução (que é a ideia central), desenvolvimento (que são as ideias secundárias) e a conclusão (finaliza ou dá o desfecho às ideias). Nem sempre este último fará parte do parágrafo.

**a) Parágrafo dedutivo:** é aquele que traz a ideia central no início do texto, seguida pelas secundárias. Começa com um argumento principal ou afirmação sobre um assunto e conclui com dados, evidências e detalhes.

Exemplo:

**“O navegador Amyr Klink é um homem extremamente audacioso.** Não é um mero aventureiro. Ele é capaz de permanecer por quatro ou cinco meses em bloco de gelo lá no Polo Sul. Mas, antes de partir a bordo do seu Parati II, ele planeja, estrutura, organiza.” (CORTELLA, 2011, p. 49).

**b) Parágrafo Indutivo:** começam com dados, evidências e detalhes que levam a uma ideia geral.

Exemplo:

“Há pessoas que desprezam o outro porque ele é muito jovem e há os que desprezam o outro porque ele é muito idoso. Ambos os casos são tolices. Porque quem despreza o outro perde uma fonte de renovação”. (CORTELLA, 2011, p. 87).

Um texto atualmente pode ser algo bem diferente do que era antes da internet. Isto porque antes desse advento as pessoas escreviam em um papel e o registro era único. No máximo, conseguiam copiar para um outro papel ou datilografar o texto. Hoje, ler e escrever não é mais algo linear<sup>4</sup>, pois, enquanto o indivíduo escreve, pode acessar links e ler outros textos que vão influenciar na escrita do seu próprio texto. Então, hoje há o texto digital, ou o hipertexto<sup>5</sup>, assim chamado por contemplar o uso da tecnologia.

4 Figurado. Cujo desenvolvimento obedece uma sequência: história linear. Sem desvios.

5 Sistema de organização da informação, no qual certas palavras de um documento estão ligadas a outros documentos, exibindo o texto quando a palavra é selecionada.

### 12.3 FORMAL

As formas de comunicação formal e informal coexistem em todas as organizações. Em termos de expressão oral/verbal, a comunicação formal é estabelecida pela própria entidade, com maior ou menor rigor, e a informal é espontânea e surge da necessidade das pessoas se comunicarem com menos preocupação com o uso das estruturas gramaticais.

No mundo do trabalho, a comunicação é mais formal (segue a norma culta) e deve seguir os canais estabelecidos formalmente pela empresa para informar ou instruir os funcionários, com relação às suas tarefas ou procedimentos, por exemplo. Neste caso, para efetivar a comunicação formal, são usados recursos como telefone, internet, murais, documentos, memorandos, circulares, ordens de serviço, manuais de procedimento, correio eletrônico (e-mail), reuniões, eventos, entre outros.

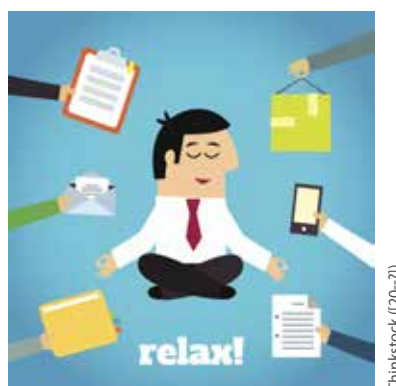


Figura 483 - Formas de comunicação

Externamente, também são encontradas comunicações formais, como, por exemplo: outdoors, comerciais divulgados em mídia, que são formas tradicionais de fazer com que uma mensagem chegue a um grande número de pessoas de modo rápido.

Cada pessoa maneja sua forma de se expressar dependendo da situação comunicativa em que se encontra, dependendo do que quer dizer, a quem se dirige, para quê e com que finalidade. Entretanto, a comunicação formal sempre será a melhor fórmula para se obter um perfil profissional adequado, seja pelo modo de se expressar oralmente ou pela produção textual.

### 12.4 INFORMAL

É comum ocorrer a conversa informal entre amigos, mesmo estando no contexto empresarial. Isto tem relevada importância para concretizar a comunicação formal, porque há casos em que ela não funciona sozinha.

Na comunicação informal, pode ocorrer de alguma informação circular sem que se conheça com precisão sua origem e sem seguir os canais estabelecidos formalmente pela empresa. É o caso dos rumores, que correm de uma pessoa a outra sem que ninguém se responsabilize por sua veracidade.

Entretanto, a comunicação informal pode vir a ser muito benéfica para a empresa, por exemplo, quando dela se servem para transmitir oralmente informações com rapidez aos funcionários, reduzindo a carga de comunicações dos gestores. Este é o caso em que se reconhece a comunicação informal complementando a formal.

Se forem identificados efeitos negativos da comunicação informal, é importante buscar um aumento na qualidade de comunicação formal na empresa: é preciso fazer com que ela chegue quando necessária e no momento oportuno, sem, no entanto, ser autoritária – porque isso gera atritos e boatos – a ponto de não permitir a participação e as propostas vindas dos mais diversos níveis hierárquicos.

## 12.5 INTERPRETAÇÃO DE IMAGENS

Você já parou para pensar o quanto as pessoas vivem sob o impacto visual de tudo o que as cerca? As imagens, cenários ou mesmo flashes comunicam ideias, estimulam ao consumo, fazem pensar e repensar posturas ideológicas, enfim, as imagens impactam fortemente em no modo de agir e pensar das pessoas.



Figura 484 - Interpretação de imagens

Muitas vezes os indivíduos mesclam em suas mentes apenas fragmentos de imagens e de textos que somam ao longo do dia, da semana, do mês, porque a contemporaneidade se caracteriza pela pressa e pela velocidade em tudo o que os cerca. As informações se renovam rapidamente, a tecnologia traz máquinas mais eficazes a cada dia e tantos outros aspectos que em um curto espaço de tempo passam a ter outros significados.

A interpretação de imagens é a capacidade de identificar objetos que estejam sendo por elas representados e atribuir-lhes um significado. Além da variedade de textos e gêneros textuais disponíveis, há ainda o texto visual, que aparece em gêneros diversos, tais como, histórias em quadrinho, cartuns, caricaturas, fotografias, propagandas, entre outros.

Compreender efetivamente o que cada imagem significa, depende de conhecimentos prévios, do quanto a pessoa já efetuou de leituras escritas, de seu conhecimento enciclopédico, de sua vivência e lugar de viver, do quanto acompanha a mídia, enfim, de vários aspectos que contribuem para que ele perceba pelos argumentos da imagem o que ela significa. Há casos em que as informações estão implícitas<sup>6</sup> e os dados contextualizados auxiliam na interpretação. Outros, porém, que se não tem algum conhecimento prévio, a imagem por si só não favorecerá a interpretação.



## CASOS E RELATOS

No último ano de minha graduação tive a oportunidade de ouvir a palestra de um professor que, ao final, propôs uma atividade de análise e leitura de fotos. A princípio, pensei que seria algo aborrecível, mas logo percebi que se tratava de uma proposta bastante interessante. O objetivo era analisar fotos projetadas em tela e realizar uma leitura, ou uma releitura do que víamos.

A participação dos alunos com várias inferências<sup>6</sup> e diversas opiniões serviu para nos fazer perceber a importância do conhecimento prévio para validar experiências de aprendizado. A primeira foto, se fosse trazida para nosso contexto político atual, estaria totalmente adaptada: nela apareciam pessoas realizando a limpeza do espaço da frente do Congresso Nacional, o que nos levou a mencionar sobre a necessidade em se fazer a limpeza não somente externa, mas também interna daquele ambiente.

Numa outra foto, via-se uma senhora idosa extremamente enrugada. As rugas foram “lidas” como a representação da história de alguém que viveu intensamente suas alegrias e dores. Também foram mostradas duas fotos comparativas de Joaquim José da Silva Xavier, o Tiradentes. Na primeira, o Alferes, sem barba, cabelos presos, vestido com uniforme militar, em pose disciplinar e austera. Na segunda, denominada “Martírio”, ele apresentava similaridade com a imagem de Cristo, com barba e cabelos longos, um olhar dirigido ao infinito que nos levou a refletir sobre o sofrimento de ambos.

Com isso, entende-se que a imagem carrega em si um sentido que se configura conforme o nosso conhecimento de mundo e os nossos conhecimentos prévios. Aplicando esta ideia ao ambiente de Eletromecânica, as imagens que sejam utilizadas para sinalizá-los ou para gerar orientações de manobra e aplicação, também necessitam encontrar no receptor a interpretação adequada. Portanto, seu sentido estará relacionado ao conhecimento que o profissional tenha da área, para interpretá-lo adequadamente.

---

6 Que se apresenta de modo obscuro; que está ou permanece subentendido.

## 12.6 ELEMENTOS DA COMUNICAÇÃO

A comunicação humana é uma relação social que se estabelece entre duas ou mais pessoas que desejam trocar informações, ideias e compartilhar sentimentos ou conhecimentos. O ser humano utiliza inúmeros signos<sup>7</sup> universais de comunicação: o choro, para expressar aborrecimento; o sorriso, para manifestar alegria; o beijo e o abraço, para transmitir afeto. As pessoas não se comunicam apenas por meio de gritos, gestos ou símbolos: a comunicação humana se faz, principalmente, pela palavra.

Díaz Bordenave (2003, p. 36) corrobora<sup>8</sup> com tais afirmações:

Sem a comunicação cada pessoa seria um mundo fechado em si mesmo. Pela comunicação as pessoas compartilham experiências, ideias e sentimentos. Ao se relacionarem como seres interdependentes, influenciam-se mutuamente e, juntas, modificam a realidade onde estão inseridas

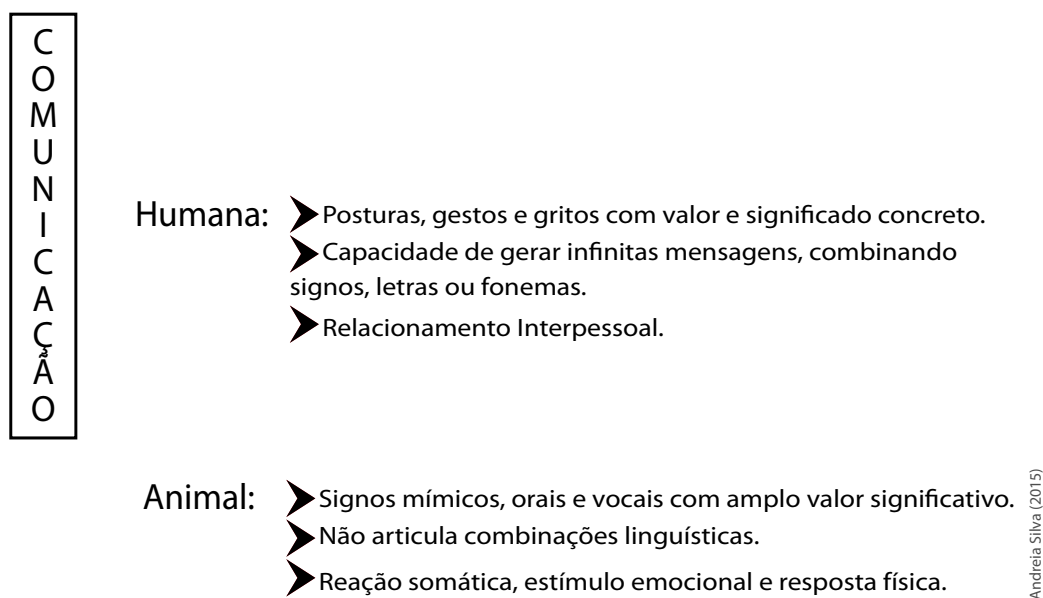


Figura 485 - Esquema da Comunicação  
Fonte: Do Autor

Como se pode observar, a comunicação não acontece exclusivamente por meio da fala. Mas, é fundamental que tanto o emissor quanto o receptor utilizem um código conhecido por ambos para que consigam comunicar-se. Exemplo disso é a língua de sinais – utilizada por deficientes auditivos – que estudam e aprendem a se comunicar utilizando os códigos específicos dessa língua.

<sup>7</sup> Elemento representativo, composto pelo significante e pelo significado, os quais formam um todo indissolúvel.

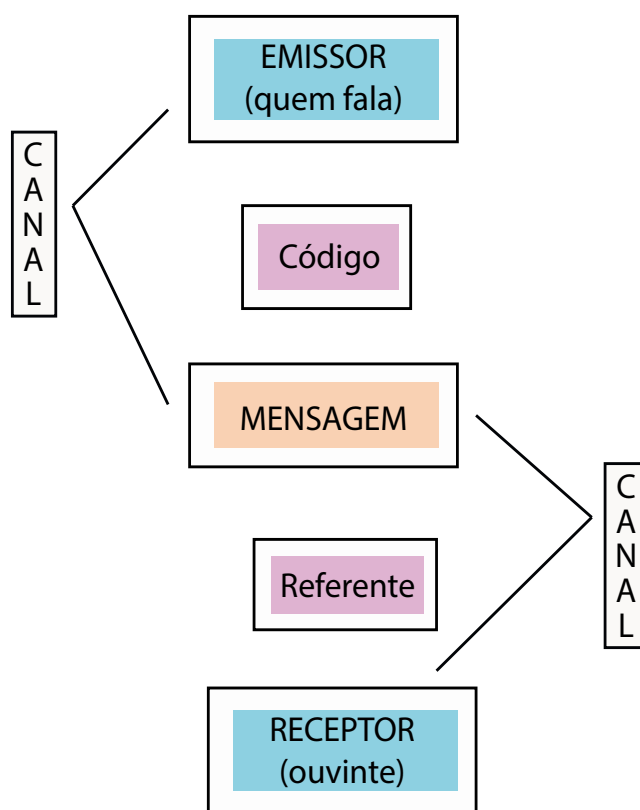
<sup>8</sup> Atestar, comprovar, confirmar.



### CURIOSIDADES

A Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) é utilizada pelos deficientes auditivos para se comunicar, porém, tanto o emissor quanto o receptor, devem conhecê-la.

Em todo o processo de comunicação, intervêm necessariamente um conjunto de fatores: um emissor, ou pessoa que perante um estímulo que codifica, elabora e transmite para outra – o receptor – uma informação ou mensagem sobre o mundo ou sobre si mesmo, dentro de um referente ou contexto. O referente é a situação a que a mensagem se refere, ou seja, o próprio contexto. O receptor decodifica a mensagem, porque conhece o código utilizado. Para transmitir essa mensagem, o emissor emprega um conjunto de signos, que se combinam de acordo com regras – código ou língua. Seu meio de difusão é um meio físico – o canal. Exemplo: o ar, no caso das ondas sonoras; o papel, no caso do texto impresso.



Andrelia Silva (2015)

Figura 486 - Esquema do Processo de Comunicação  
Fonte: Do Autor

A comunicação linguística é o sistema de signos linguísticos usados pelas pessoas para transmitir seus pensamentos e sentimentos. É a linguagem que proporciona o autoconhecimento e que permite a percepção da realidade, a transmissão dos conhecimentos e o progresso humano.

Entretanto, no cotidiano são utilizados frequentemente – tanto na condição de emissores quanto de receptores – diversos signos não linguísticos, como um sorriso amável, um aperto de mãos, os cumprimentos, que são códigos sistemáticos. Também existem os códigos sistematizados convencionais de representação gráfica (códigos de trânsito, mapas, códigos numéricos), que auxiliam na organização e identificação das pessoas (número de identidade – RG, de CPF – cadastro de pessoa física) e de objetos (placas de carros, números de telefones, códigos numéricos de patrimônio).



Figura 487 - Comunicação linguística

## 12.7 COESÃO E COERÊNCIA

Há quem diga que fala e escrita deveriam ser iguais. Há os que realmente escrevem como falam e acreditam não haver problema nisso. Entretanto, diferentemente da fala, a escrita possui um sistema próprio de regras, o que significa haver algumas diferenças entre ambas. A fala é o ponto de partida para a escrita que, para funcionar bem, necessita de algumas convenções. E, ao contrário do que a princípio possa parecer, seria melhor se as pessoas escrevessem tal como falam. Isso porque a escrita variaria muito, o que traria muitos problemas para a compreensão do leitor.

Ao produzir um texto, deve-se levar em conta alguns aspectos, como a clareza de ideias, a concisão (brevidade, exatidão), a ausência de modismos (gírias, abreviaturas), ambiguidades, redundâncias e uso excessivo da voz passiva.

A coesão textual é a ordem ou a sequência das ideias e fatos, encadeados pelos conectivos ou elementos relacionadores, que retomam o que foi dito no parágrafo ou período anterior. Pronomes relativos, conjunções, advérbios, preposições, palavras denotativas são exemplos de conectores que podem ser encontrados no texto.

Leia o texto a seguir e, na sequência, observe a divisão na qual se apresentam os elementos que denotam a coesão textual:

## Educar para dar sentido

Atualmente, as tecnologias, de forma geral, permitem uma interação comunicativa mundial como jamais se imaginaria há algumas décadas. A internet apresenta-se como a plataforma de maior acesso, através da qual milhões de indivíduos, em qualquer lugar ou momento, se comunicam a todo instante [...] Estudos revelam que, em média, estudantes online têm melhor desempenho que estudantes que recebem a instrução presencial. O espaço escolar, impulsionado pelas Tecnologias da Informação (TIs), precisa entender definitivamente que o mundo está interligado, que a sociedade é multiétnica e que, conseqüentemente, a compreensão do espaço-tempo escolar precisa se modificar, inserindo-se nas novas tecnologias, no âmbito da educação.

Conectivo ou elemento relacionador: “Atualmente,”

**Tópico frasal:** “as tecnologias, de forma geral, permitem uma interação comunicativa mundial como jamais se imaginaria há algumas décadas”.

**Desenvolvimento:** A internet apresenta-se como a plataforma de maior acesso, através da qual milhões de indivíduos, em qualquer lugar ou momento, se comunicam a todo instante [...]. Estudos revelam que, em média, estudantes online têm melhor desempenho que estudantes que recebem a instrução presencial. O espaço escolar, impulsionado pelas Tecnologias da Informação (TIs), precisa entender;

**Conclusão:** que o mundo está interligado, que a sociedade é multiétnica e que, conseqüentemente, a compreensão do espaço-tempo escolar precisa se modificar, inserindo-se nas novas tecnologias, no âmbito da educação. (VELOSO, 2014, p. 52).

A coerência textual prevê um conjunto harmonioso das ideias ou elementos, apresentados no texto, de modo lógico, ordenado, com início, meio e fim, sem contradições e com linguagem adequada ao tipo de texto que deve fazer sentido ao leitor. Na verdade, facilmente se observa a falta de coerência em um texto escrito por outra pessoa, porém, quando somos nós mesmos quem o escrevemos, não é tão simples notá-la.



Thinkstock ((20--?))

Figura 488 - Concepção de ideias

Uma das dificuldades mais comuns para produzir um texto é a questão da concordância entre as palavras. É fundamental que haja combinação, ou coincidência, em gênero, número e pessoa. É preciso que haja concordância gramatical entre as palavras para que a frase faça sentido.

Mas, afinal, como se estabelece a concordância? Ela é definida pelos morfemas gramaticais, que estão localizados no final das palavras. São sinais, ou signos, que indicam como deve ser feita a combinação entre as palavras. Se uma frase começa da seguinte maneira: Muitas meninas ... e se quer acrescentar um adjetivo (lindo, por exemplo), os morfemas gramaticais (a e s) exigem que seja lindas e não lindo, linda ou lindos. Ou seja, os morfemas gramaticais sinalizam a concordância de gênero (feminino, masculino), número (singular, plural) e número-pessoal (quem está na ação) de uma frase. A Língua Portuguesa estabelece dois tipos de concordância: a nominal e a verbal:



Figura 489 - Concordância

Andriela Silva (2015)

**a) Nominal:** estabelece uma relação morfológica entre as palavras adjetivas (adjetivo, artigo, pronome e numeral) e o substantivo. Exemplo: Aqueles rapazes esperavam ansiosos o ônibus. A concordância se faz em gênero (masculino) e em número (plural) entre palavras adjetivas e os substantivos (ou palavras substantivas) Aqueles rapazes / rapazes ansiosos / o ônibus

**b) Verbal:** ocorre entre o sujeito e o verbo. Exemplo: Os meninos brincam na chuva. O substantivo meninos e o verbo brincam mantêm uma relação de concordância em número (plural) e pessoa (terceira). A concordância verbal também pode ser chamada de concordância de sujeito gramatical.

## 12.8 PRODUÇÃO DE TEXTOS: DESCRIÇÃO, DISSERTAÇÃO, RELATÓRIO, CARTA, ATA, MEMORANDO, OFÍCIO, TRABALHO DE AULA, CURRÍCULO PROFISSIONAL, MEMORIAL DESCRITIVO

### Descrição

É a forma objetiva ou subjetiva de se apresentar as características de uma pessoa, de uma cena, de uma paisagem ou de um objeto.

Existem duas formas de descrição: a objetiva, que se ocupa em descrever, apresentar fisicamente o elemento; e a subjetiva, que, além das características físicas, apresenta, de modo emotivo, elementos mais íntimos da personagem.

## Dissertação

A dissertação é um dos tipos de textos mais comuns tanto em ambientes educacionais quanto corporativos e parte de um ponto de vista do autor. Na verdade, exige-lhe uma postura, um posicionamento com relação a alguma ideia ou tese. Sendo assim, o autor de uma dissertação apresenta uma tese e objetiva debater, argumentar e expor ideias sobre um determinado assunto. O texto dissertativo apresenta essencialmente três parágrafos, nos quais o assunto é abordado:

1º. Parágrafo: apresentação do tema/assunto que será desenvolvido ao longo do texto = introdução;

2º. Parágrafo: sequência contendo os argumentos/ideias secundárias que objetivam ratificar (confirmar) o que foi dito no primeiro parágrafo e o que constará na conclusão/fechamento do texto = desenvolvimento;

3º. Parágrafo: fechamento do texto, fundamentado nos argumentos expostos e na retomada da ideia inicial = conclusão.

Por apresentar argumentos, a dissertação normalmente se caracteriza pela exibição de citações, informações do senso comum, evidências registradas ou não e a própria visão do autor, segundo seu próprio discernimento ou raciocínio frente a um determinado assunto. Estudantes devem ser capazes de dissertar sobre os mais diversos conteúdos das unidades curriculares estudadas, mas para isso devem planejar o texto, ordenar suas ideias e depois revisar o texto.

## Relatório

É um tipo de texto considerado técnico, por conta do uso da linguagem técnica e terminologias ou formas de expressão específicas de uma determinada área. Um relatório usa uma linguagem peculiar ao descrever operações e processos específicos de uma determinada área. Por conta disso, e incluindo-se o fato de que normalmente é extenso, um relatório pode apresentar certa complexidade ao ser redigido.

É importante que, ao produzir um relatório, você tenha em mente não cometer exageros ou extravagâncias gramaticais, mas também não deve abrir mão da formalidade e do uso de linguagem apropriada, clara e concisa. Nestes aspectos, qualquer excesso ou falta de zelo podem tornar o relatório um documento com conteúdo incompreensível ou aborrecível.



Thinkstock ([20--7])

Figura 490 - Relatórios

Há duas categorias distintas de relatório, que são:

**a) Administrativo:** relata ocorrências ou fatos que aconteceu no âmbito empresarial, de forma detalhada em tópicos de abertura, introdução, desenvolvimento e conclusão, com o propósito de cientificar, de modo adequado e competente, os que farão a sua leitura.

**b) Técnico ou científico:** relata resultados de um estudo ou procedimento, tanto técnico quanto científico, apresentando fatos, dados, resultados, análises e conclusões. Sumário, introdução, desenvolvimento, conclusão, anexos e apêndices são as partes que o compõem.

O modelo de relatório varia de uma empresa para a outra, porém deve seguir as orientações da ABNT, reguladora das normas de padronização para textos técnicos.



**SAIBA  
MAIS**

Conheça no site <http://www.abnt.org.br/> as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas que regulamentam a padronização e os procedimentos para o desenvolvimento de textos técnicos.

### Carta

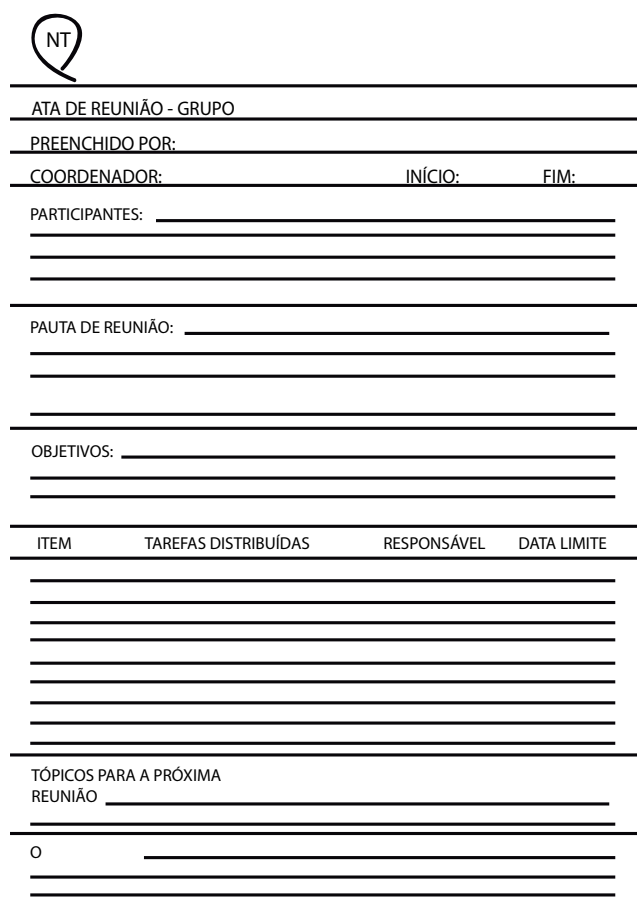
Uma carta pode ser uma correspondência escrita para alguém de um relacionamento pessoal ou comercial. No âmbito comercial, configura-se como um documento, ou uma comunicação escrita que pode ser manuscrita ou impressa e endereçada a uma ou mais pessoas ou empresas. Normalmente uma carta possui elementos que identificam:

- a) a cidade de origem e data completa da emissão;
- b) o destinatário no espaço chamado vocativo – normalmente nome da pessoa/empresa, endereço completo (opcional);
- c) a referência ou motivo de emissão da carta;
- d) o texto no qual se desenvolve o assunto tratado;
- e) a palavra fecho de cortesia;
- f) o nome e cargo com assinatura do emitente logo acima;
- g) anexo, se houver.

### Ata

Uma ata é um texto que, embora pareça complexo de redigir por conta da ausência de parágrafos e pelas eventuais terminologias utilizadas, nada mais é do que o registro de uma reunião. O que é importante salientar é a questão de uma relativa habilidade necessária para acompanhar a evolução de tudo o que se discute e ao mesmo tempo tomar notas com detalhes.

A produção de atas de reuniões é um registro que deve ser fiel ao que foi discutido, de modo a não permitir que sejam feitas alterações posteriores e o seu conteúdo deve ser priorizado com relação ao formato.



NT

---

ATA DE REUNIÃO - GRUPO

---

PREENCHIDO POR: \_\_\_\_\_

---

COORDENADOR: \_\_\_\_\_ INÍCIO: \_\_\_\_\_ FIM: \_\_\_\_\_

---

PARTICIPANTES: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

---

PAUTA DE REUNIÃO: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

---

OBJETIVOS: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

---

ITEM	TAREFAS DISTRIBUÍDAS	RESPONSÁVEL	DATA LIMITE
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

---

TÓPICOS PARA A PRÓXIMA REUNIÃO \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

---

O \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

---

Andréia Silva (2015)

Figura 491 - Modelo de Ata  
Fonte: Adaptado de (SENAI/SP, 2005)

As informações básicas em uma ata de reunião são:

- a) data, local, horário inicial e final, para que se saiba quando e onde foram tomadas as decisões;
- b) participantes e respectivos cargos, que caracterizam os responsáveis pela tomada de decisões;
- c) pauta da reunião, ou assuntos pelos quais se propôs a reunião;
- d) discussões das ideias, quais foram eleitas e as que foram recusadas;
- e) registro das decisões, do que foi acordado entre os participantes;
- f) compromissos, tudo aquilo que foi determinado em relação a prazos, inclusive nova reunião para conclusão ou andamento dos trabalhos.

Estes tópicos são o que essencialmente deve constar em uma Ata. Este tipo de documento deve ser sucinto, sua leitura deve ser fácil e as decisões tomadas rapidamente identificadas. Se por ventura faltar algum dos itens elencados, é possível que surjam dúvidas sobre os propósitos e decisões da reunião.

### Memorando

Trata-se de um documento formal que, nos últimos tempos, vem sendo substituído pelo *e-mail* – (*electronic mail*), termo em inglês que significa carta eletrônica. O memorando normalmente é escrito em papel timbrado e muito utilizado para realizar a comunicação entre departamentos de uma empresa ou entre pessoas que trabalhem em setores distintos de uma mesma empresa. Em sua composição, normalmente aparecem:

- a) a palavra memorando, juntamente com um número na sequência que identifica uma ordem de emissão;
- b) data completa;
- c) vocativo, no qual constam um tratamento pessoal, nome do destinatário e setor;
- d) assunto que motiva a emissão do documento;
- e) texto, contendo o desenvolvimento do assunto;
- f) palavra de cortesia e despedida;
- g) nome e cargo do emitente com a assinatura logo acima.

### Ofício

É um tipo de documento redigido por autoridades de órgãos públicos e normalmente direcionado aos seus subordinados. Os tópicos que compõem um ofício são:

- a) timbre ou cabeçalho, no qual aparecem impressos os dados que identificam o órgão emissor ou de origem (nome, endereço, CNPJ, Inscrição Estadual);
- b) a palavra Ofício, identificando o tipo de documento e o número da correspondência ou expediente;
- c) local e data em que foi emitido e assinado;
- d) dados do destinatário: nome do órgão público/empresa, cargo e nome da pessoa;
- e) assunto ou ementa que motivam a emissão do documento;
- f) vocativo ou invocação: forma de tratamento usada para dirigir-se ao destinatário;
- g) texto redigido;
- h) palavra de cumprimento final – desfecho;
- i) nome e cargo da pessoa responsável pelo documento emitido, com espaço para a assinatura logo acima;
- j) anexo, quando houver.

### **Trabalho escolar**

Para realizar um trabalho escolar adequado é fundamental percorrer um caminho investigativo. Para tanto, deve-se lançar mão do dicionário enciclopédico onde é possível encontrar informações sobre os principais assuntos científicos, humanísticos e artísticos, e também sobre a vida dos mais ilustres personagens das ciências e das artes, tudo organizado por ordem alfabética. Nomes de pessoas devem ser procurados pelo último sobrenome conhecido. Por exemplo, José Saramago, procure: Saramago, José. Autores que usam pseudônimos devem ser localizados pelo próprio pseudônimo. Oriente-se pela primeira e pela última palavra que aparecem na lombada para localizar a informação que necessita.

A biblioteca é um espaço de estudo, troca de informações e convivência, no qual se encontra uma infinidade de livros que podem ser consultados ou tomados emprestado para leitura em casa. Você deve sempre estar de posse da sua carteirinha de estudante para fazer a retirada de um livro, sempre que for o caso. Localize os autores e suas obras sempre pelo sobrenome, seguido do nome, pelo título da obra, pela matéria a que pertence. Normalmente as bibliotecas apresentam códigos que facilitam a localização de um livro. Sendo automatizada, o uso da biblioteca passa a ser algo de acesso extremamente simples.

### **Currículo profissional**

O mercado de trabalho opta por profissionais melhor preparados e conscientes de sua atuação. Por isso, é importante que você desenvolva diversas competências, capacitando-se e se adequando conforme as exigências e mudanças relacionadas à sua profissão. Esse processo é denominado de empregabilidade, e o currículo profissional é uma das ferramentas que lhe dá maior visibilidade para a conquista de um bom emprego.

Em outras palavras, um bom currículo é fundamental para sua carreira profissional, sendo uma ferramenta imprescindível na hora de participar de um processo seletivo. Portanto, esteja sempre atento e busque as oportunidades de estudo, reciclagem e aperfeiçoamento, de modo a garantir a potência de seu currículo profissional.

É importante que o seu currículo contenha informações que permitam ao recrutador/selecionador diagnosticar facilmente a sua preparação e a sua atuação profissional. Atualmente é mais comum que as empresas solicitem o cadastramento eletrônico de currículos, mas é importante que você mantenha o seu salvo em arquivo do tipo que possa ser alterado quando necessário e, antes de encaminhá-lo, salve-o em arquivo do tipo pdf, para que não sofra qualquer tipo de alteração por outrem.

Alguns elementos são essenciais na composição de um bom currículo, que deve ser bem escrito e ter conteúdo, não necessariamente extenso, mas interessante para quem o ler. Você conquistará um currículo atraente na medida em que se prepara estudando e atuando na sua área, porém a disposição e o modo de descrever as informações podem favorecê-lo. Procure organizá-lo visualmente e mantê-lo sempre atualizado, para não perder oportunidades interessantes.

Normalmente os currículos apresentam poucos dados pessoais, como nome completo, e-mail e números de telefone para contato. O endereço residencial interessa se você não estiver na mesma cidade. Relate suas reais experiências de trabalho, sem exageros, levando em conta o cargo e a empresa para quem estiver direcionando seu currículo.

**SAIBA  
MAIS**

Estudo realizado pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) verificou que, em nível nacional, a falta de trabalhadores qualificados atinge todas as áreas e categorias profissionais das empresas, mas a área de produção, sobretudo de operadores e técnicos, é a mais afetada. (Veloso, 2014.)

**CASOS E RELATOS****TRANSPARÊNCIA CURRICULAR**

A organização de um currículo requer transparência. Tome cuidado para não superestimar seus conhecimentos, porque um currículo com informações exageradas ou falsas prejudicam o candidato e a empresa que está selecionando, porque na hora da entrevista, ou mesmo após o processo seletivo, inverdades serão descobertas e a empresa terá desperdiçado seu tempo com uma pessoa que não corresponderá às expectativas e às necessidades da contratação.

Ao conversar com chefias e lideranças empresariais, é comum ouvirmos casos em que alguém contratado mentiu sobre suas habilidades ou formação e acabou sendo desmascarado em dado momento. Situações deste gênero não se restringem a campos profissionais ou níveis hierárquicos, na verdade ocorrem de modo generalizado.

Um caso aconteceu na empresa Fixaforte, que mesmo não tendo uma vaga aberta, contratou um candidato, porque este se apresentou com um considerável número de diplomas da área de Eletromecânica.

Para verificar na prática os conhecimentos do recém contratado, a empresa o encaminhou ao Centro de Treinamento onde poderiam ser averiguados seus conhecimentos sobre fresagem, usinagem, torneamento, enfim, atividades da área. Infelizmente, para decepção dos envolvidos no processo de contratação, a pessoa não possuía as habilidades elencadas no currículo e acabou por ser dispensado, principalmente por sua falta de idoneidade. Todo o processo perdido e constrangimentos gerados pelo episódio poderiam ter sido evitados, além da perda de oportunidade em voltar a fazer parte do quadro de funcionários da empresa. Portanto, transparência é uma das melhores virtudes de um currículo profissional e deve ser devidamente resguardada.

**Memorial descritivo**

O Memorial Descritivo é um documento profissional cuja finalidade é relatar, analisar e apresentar os acontecimentos da trajetória intelectual de uma pessoa que esteja se candidatando a um cargo público ou a alguma oportunidade de trabalho em empresa privada. Há também a possibilidade de o autor ser um candidato a mestrado ou doutorado universitário.

No Memorial Descritivo, são relatadas as experiências profissionais e de que modo essas repercutiram na vida pessoal do candidato. No caso de estar direcionado à universidade, deve apresentar as intenções do candidato para ser selecionado.

Este documento retoma os dados relativos à trajetória acadêmica e profissional do candidato, conforme constam no currículo, qualificando-os ou quantificando-os para que o candidato seja aprovado também por sua intencionalidade ao ser recrutado. Em outras palavras, o candidato tem a oportunidade de dizer o quanto vem investindo, o que vem fazendo e como vem se preparando para ser merecedor da oportunidade em questão, seja no ambiente empresarial ou científico.

É, pois, uma autobiografia, com uma narrativa histórica, analítica e crítica da trajetória da pessoa, que deve ser escrita de um modo envolvente, apresentando as influências que sofreu nas vivências, troca de informações e experiências culturais, sempre com autenticidade e veracidade, para demonstrar a história de vida como a melhor das referências para a contratação desejada.

**a). Elaboração da Capa - A capa do Memorial descritivo deve conter os seguintes elementos de identificação do candidato:**

- a) Nome Completo do candidato;
- b) Título do Memorial;
- c) Local e
- d) Data.

**b). SUMÁRIO DO MEMORIAL DESCRITIVO:**

**Apresentar a relação das seções do Memorial, na ordem em que aparecem no documento. O sumário deve figurar em folha distinta, logo após da Capa, contendo os seguintes dados:**

- a) O indicativo da numeração da seção;
- b) Título da seção;
- c) O número da página da seção.

**c). CORPO DO MEMORIAL DESCRITIVO:**

Um cabeçalho, contendo o título e a data, e os subdivididos em seções compõem o corpo do Memorial. O corpo do Memorial é apresentado na forma narrativa na primeira pessoa do singular, com a idéia de transformar a trajetória acadêmica profissional do candidato num relato em que possibilitará a observação dos fatos marcantes e méritos, regatando as ações exercidas e as finalidades e motivos pelos quais foram desenvolvidas.

As seguintes descrições podem fazer parte do corpo do Memorial;

- a) Formação, aperfeiçoamento e atualização;
- b) Atividades técnico-científicas, artístico-culturais e de prestação de serviços especializados à sociedade;
- c) Atividades docentes;
- d) Atividades de administração;
- e) Títulos, homenagens e aprovação em concursos;
- f) Produção científica, literária e artística.

E ao finalizar o memorial descritivo, o elaborador deve especificar quais os motivos, as razões e as perspectivas em candidatar-se a uma vaga em um curso sequencial de formação específica e/ou pós-graduação, ou processo de seleção.



## RECAPITULANDO

---

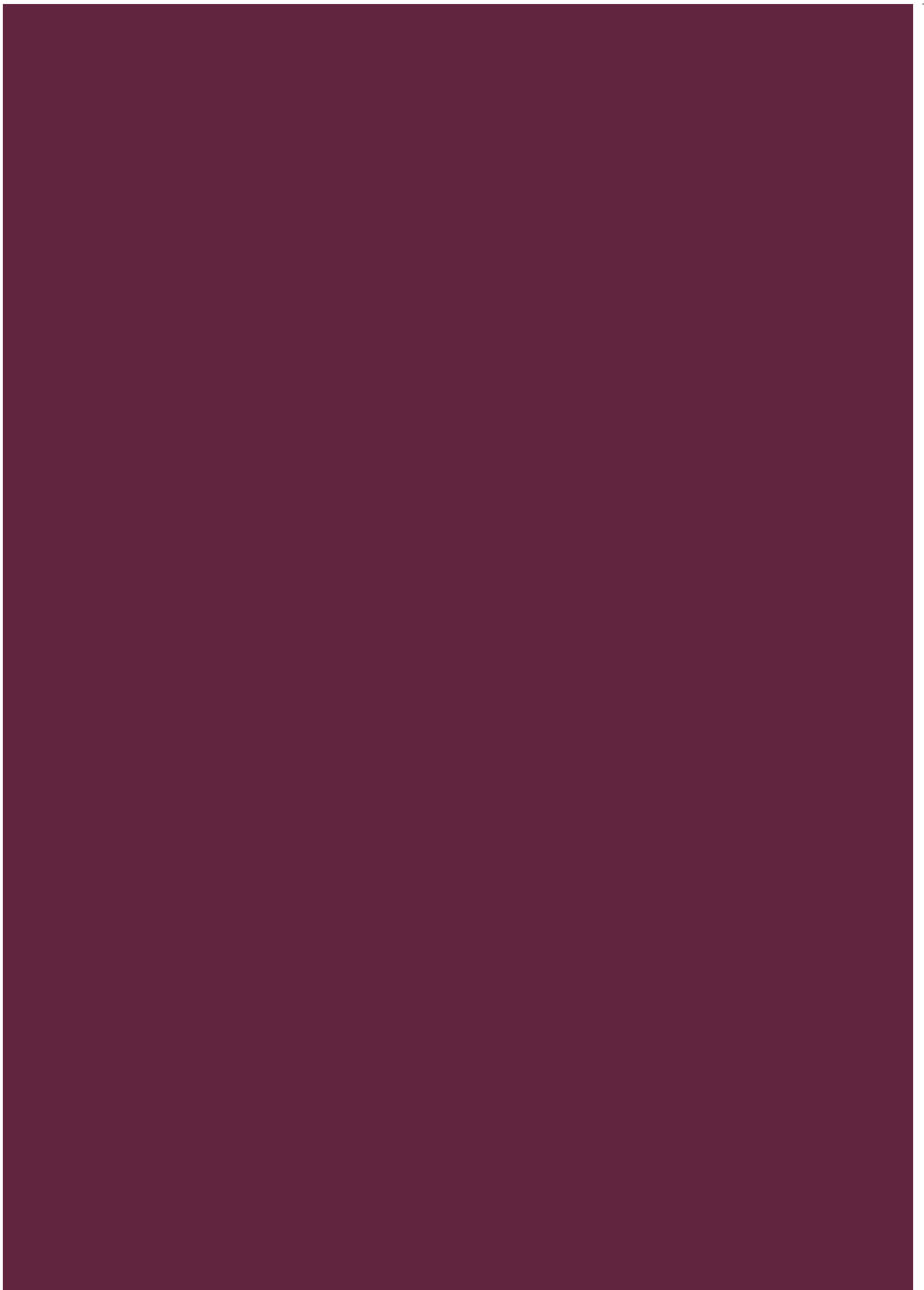
Neste capítulo, você teve a oportunidade de estudar a importância da linguagem como processo de comunicação verbal ou não verbal que permite o relacionamento das pessoas nos mais diversos ambientes em que atuam. Também foi destacada a necessidade do domínio linguístico para o entendimento com as outras pessoas, inclusive entre chefias e empregados.

Além de aspectos elementares da comunicação, possivelmente aqui você revisou conhecimentos que já possuía sobre tipos de correspondência e comunicação escrita. Todo este conteúdo de comunicação primou por auxiliá-lo a produzir seus próprios textos no âmbito profissional, inclusive seu próprio currículo e memorial descritivo.

Por fim, creditamos a este estudo o entendimento da criticidade da comunicação no funcionamento de qualquer empresa, por sua relação com o desempenho organizacional. Nas empresas é necessário que exista um sistema de troca de informações, tanto na resolução de problemas pontuais, quanto na promoção de atuações conjuntas, para as quais a sintonia da comunicação entre os vários elementos da equipe é fundamental.

---







A qualidade tem desempenhado um papel importante dentro das empresas, pois está diretamente relacionada com o desempenho, bom ou ruim, dos serviços prestados, dos processos e produtos fabricados.

Diante disso, a Qualidade em produtos e serviços passou a desempenhar um papel importante no dia a dia da organização, na busca por melhorias nos processos, para garantir a satisfação das expectativas do cliente, uma vez que o mercado vem exigindo cada vez mais qualidade nos produtos e serviços prestados.

Depois da implantação dos Sistemas de Gestão em alguns países, as empresas passaram a adotar critérios para planejar e executar suas ações com o intuito de atingir estas expectativas e atestar que os produtos ou os serviços são de ótima qualidade. E, para isso ser possível, utilizou meios capazes de transformar os processos na busca pelos melhores resultados.

Os meios existentes para atingir este fim envolvem programas de melhoria e o uso de ferramentas e metodologias da qualidade.

Antigamente, as empresas brasileiras não dispunham de tais meios, mas com a abertura do mercado, recebeu-se a influência internacional e Normas passaram a ser elaboradas. O mercado se tornou mais competitivo e, a partir daí, metodologias de gestão e de qualidade puderam ser incorporadas em nos processos, o que permitiu a troca de experiências com outras empresas, nacionais e internacionais, e a busca por inovações e novos padrões em termos de Qualidade.

Com isso, este capítulo permitirá a você entender o conceito de qualidade, como ela influencia os serviços nas plantas industriais. Você estudará também como integrar os princípios de qualidade em suas tarefas, por meio de alguns métodos que poderão auxiliá-lo a se organizar.

## 13.1 INTRODUÇÃO AS FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Nesta seção, você estudará as ferramentas básicas utilizadas pelas empresas em termos de qualidade e gestão de tarefas, as quais poderão ser aplicadas para coleta e análise de dados, problemas ou indicações de melhoria.

As ferramentas da qualidade são entendidas como meios capazes de fornecer a identificação e a compreensão dos dados, ou problemas e suas causas, e também gerar soluções para eliminá-los, buscando a otimização dos processos operacionais da empresa. (OAKLAND, 1994).

O conhecimento acerca das ferramentas apresentadas permite que você tenha noções de sua utilização e aplicação para o alcance de metas e a busca da melhoria contínua.

O objetivo das ferramentas da qualidade é buscar melhorias no processo por meio da organização das atividades, priorização de problemas para resolver e analisar as causas dos problemas, a fim de eliminá-las.

Utilizar as ferramentas da qualidade requer a observância do significado da variabilidade que a gestão da qualidade possui. Pois, ao utilizar a qualidade total com o objetivo de buscar a melhoria contínua, torna-se necessário que as pessoas entendam as causas dos problemas que serão encontrados, e, deste modo, estes indivíduos irão aprender a controlar tal variabilidade. O controle da variabilidade é o rumo técnico para atingir qualidade total. (MEIRELES, 2001).

Veja, caro aluno, por exemplo, que a redução de defeitos encontrados em alguma etapa do processo de instalação de algum equipamento, não ocorre simplesmente com a normalidade, mas sim com a busca por melhoria no processo. É preciso localizar estes defeitos e entender as suas causas raiz, a fim de propor alternativas que eliminem tais problemas, e isso pode ser possível com o uso de algumas ferramentas (OAKLAND, 1994). E, para isso, poderá ser utilizada uma lista de verificação que auxilie você a correlacionar os dados e informações necessárias.



Figura 493 - Uso de ferramentas da qualidade

As ferramentas da qualidade devem ser encaradas como um meio para se atingir as metas ou objetivos, ou seja, para se atingir um determinado fim. Elas podem ser usadas, ainda, para identificar e até melhorar a qualidade. (YOSHINAGA, 1991, apud CÉSAR, 2011).

Dentre algumas ferramentas e métodos utilizados pela qualidade, podemos citar os fluxogramas, diagramas de análise de causas dos problemas, folhas ou listas de verificação, histogramas, gráficos de controle, planos de ação, 5S, entre outros.

O fluxograma foi formatado para analisar o processo para compreender as atividades que são desenvolvidas, assim como suas etapas, os recursos utilizados e os envolvidos, além de demonstrar resumidamente o que é realizado em cada uma destas etapas. Apresenta-se basicamente como um resumo ilustrativo do fluxo de operações de um processo, demonstrando as entradas (início) e as saídas (fim). Muito utilizada para planejamento em busca de melhorias nos processos. (CÉSAR, 2011).

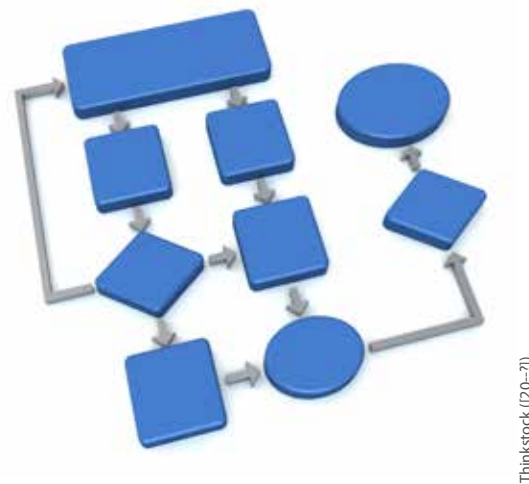


Figura 494 - Fluxograma

As listas de verificação são formulários planejados que servem para registrar dados e informações, a fim de facilitar a sua verificação. Têm o objetivo de evitar erros, controlar o processo e facilitar a organização das tarefas (CÉSAR, 2011). Exemplos bem conhecidos são os checklist.



#### FIQUE ALERTA

As folhas de verificação podem ser utilizadas para localizar defeitos nos produtos, como arranhões, riscos etc. Portanto, você poderá utilizá-las para analisar irregularidades nas montagens de máquinas e equipamentos.

O histograma é um método convencional em busca de soluções para apresentar dados de razão e de intervalo. Ele é gerado em forma de gráfico de barras a fim de mostrar a variação que existe sobre uma faixa específica, sendo possível demonstrar e reconhecer as características de um processo e medir os dados, além de possibilitar uma visão geral desse conjunto. (COOPER; SCHINDLER, 2001).



#### CURIOSIDADES

Os histogramas foram desenvolvidos em 1883, por Guerry. Ele buscava descrever suas análises sobre os crimes (CÉSAR, 2011). Atualmente ele é utilizado para análise de dados e variações do processo.

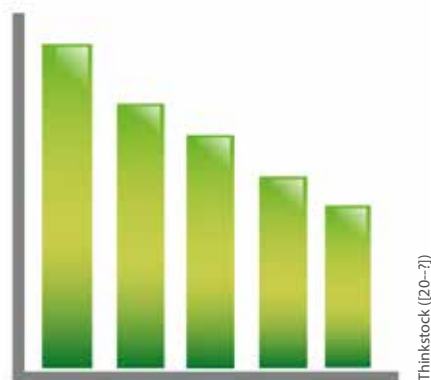


Figura 495 - Gráfico de barras

Os diagramas são representações gráficas que passaram a ser utilizadas com o propósito de analisar os processos. São ferramentas eficientes para encontrar problemas e estratificar dados (OAKLAND, 1994). E, é dessa maneira que os diagramas ganharam espaço no meio administrativo e fabril que buscam a Qualidade. Um exemplo bem utilizado de diagrama é o Gráfico ou Diagrama de Pareto, o qual serve para priorizar problemas para a tomada de decisões.

Os planos de ação surgem como meios capazes de estabelecer um roteiro para execução de ações. São ferramentas voltadas para a estratégia (HAIR, 2009), logo servem de base para a estratégia de qualidade ou melhoria do processo. O interessante dos planos é que eles possuem formatos variados, desde o 5w2h até o PDCA. O 5w2h é constituído por 7 perguntas que norteiam a equipe para a ação, como, por exemplo, "O que será feito?; Como?; Quando?; Quem fará?; Por que?; Onde? e Quanto custará?". O interessante é que estas questões norteiam o agente à mudança, pois envolve as justificativas, o passo a passo do que fazer, os custos e os responsáveis.

Os gráficos de controle são figura que representam dados estatísticos para o monitoramento e controle das variações dos processos. Podem ser utilizados também para controlar o grau de não conformidade do processo. (OAKLAND, 1994).



Figura 496 - Gráfico de controle

**CURIOSIDADES**

O primeiro gráfico de controle foi desenvolvido em 1926 por Walter Shewhart, engenheiro, físico e estatístico norte-americano. (DANIEL; GUILHERME; MURBACK, 2013).

É importante ressaltar que as ferramentas não devem ser separadas da qualidade, pois elas servem para o estabelecimento da análise estatística e lógica, essenciais para o controle, melhoria e planejamento da qualidade. Elas foram difundidas pelo mundo por envolverem as pessoas no controle da qualidade e entender a razão dos problemas envolvidos nos processos, desta maneira, sendo possível determinar as soluções destes problemas. (CÉSAR, 2011).

**SAIBA MAIS**

Para saber mais sobre as ferramentas da qualidade, acesse: CÉSAR, Francisco I. Giocondo. Ferramentas Básicas da Qualidade. 1. ed. São Paulo: Biblioteca 24h, 2011. Disponível em: <<https://books.google.com/books?isbn=8578938895>>.

## 13.2 5 S

Os 5S, ou cinco sentidos, referem-se a conceitos capazes de modificar e simplificar o ambiente de trabalho da organização para reduzir o desperdício e melhorar a qualidade da produtividade e segurança das organizações. (LENZI et al., 2010).

A nomenclatura 5S é originária das iniciais das 5 palavras japonesas: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke. No entanto, a tradução destas palavras para o português não corresponde a tais iniciais e, portanto, foi feita uma adequação utilizando a palavra “senso” na frente de cada palavra traduzida. Por exemplo, senso de organização (ordem) para a palavra Seiton, e assim por diante (LENZI et al., 2010).

**CASOS E RELATOS**

### Experiência com a implantação da Metodologia 5S

Foi criado um modelo de Metodologia baseada nos 5 Sentidos para ser implantado em uma empresa de montagem de bicicletas. Primeiramente, o grupo responsável pela elaboração criou um planejamento para estabelecer a relação entre os colaboradores, gestores e a direção.

Após a análise e a aprovação do plano de ação, o grupo responsável pela implantação reuniu os trabalhadores para serem engajados na busca por melhoria através do 5S.

Para tanto, os colaboradores receberam treinamento a respeito da metodologia e o passo a passo que deveriam seguir para conseguirem alcançar os objetivos proposto. Foram criadas listas de verificação dos 5 sentidos por meio de conceitos entre fraco e ótimo, onde as pessoas deveriam marcar apenas uma das opções. O grupo ou comitê gestor sugeriu que as pessoas fossem avisadas com antecedência, sempre que forem iniciar a implantação da ferramenta 5S, com o intuito do pessoal se organizar e suspender suas rotinas diárias. A primeira etapa de implantação dos sentidos é através da limpeza e organização do setor, bem como o descarte adequado dos materiais inutilizados, sempre sobre supervisão das equipes de gestão para registrar o antes e o depois, a fim de mostrar os bons resultados da aplicação dos sentidos. Os materiais que foram separados para possível utilização, foram tratados pelos Sentidos de Utilização e Ordenação, onde as equipes os separaram a fim de organizar um local para cada um deles e estabelecer uma ordenação em acordo com a frequência do seu uso. As prateleiras foram identificadas de acordo com o programa. A implantação dos dois últimos sentidos visou o aperfeiçoamento das práticas, a fim de mantê-las regularmente. Por fim, o grupo analisou a eficácia da aplicação do programa, o qual apresentou bons resultados em termos de organização das tarefas e manutenção da limpeza dos setores (BORBA et.al., 2011).

---

Senso é a capacidade de julgar, contemplar e sentir (HOUAISS, 2001, apud REBELLO, 2005), logo o senso deve ser implantado e cultivado, por meio de um processo educativo, e não apenas implementado. (REBELLO, 2005).

Este método virou um programa de qualidade nas empresas e sua aplicação poderá ser visualizada a seguir:

#### **Seiri:**

Esse termo refere-se ao senso de utilização, seleção, descarte e arrumação. Significa deixar no ambiente de trabalho apenas o que é extremamente necessário (BORBA et.al., 2011), por meio da identificação e seleção de tudo o que é importante para aquele momento, ou dia ou semana. E, o que não será importante neste momento, será dado um destino. O que foi escolhido para uso será ainda agrupando por ordem de importância, com o objetivo de eliminar as tarefas desnecessárias (REBELLO, 2005).

Significa, portanto, utilizar os recursos disponíveis, com melhor senso e equilíbrio. Este senso permite também que os recursos sejam identificados, como, por exemplo, etiquetas em equipamentos e ferramentas. (BORBA et.al., 2011). Por essa razão, recebe o nome de senso de organização, pois possibilita melhoria na ordem do local, além de criar novos espaços e reduzir a perda de tempo e o desperdício de recursos. (REBELLO, 2005).

**Seiton:**

Significa colocar cada objeto no seu único e exclusivo lugar. Remete à ideia de organização, ordenação e sistematização. Os materiais devem ser dispostos adequadamente, como, por exemplo, agrupados por cor ou característica, para que sejam utilizados prontamente. (REBELLO, 2005).

Quando o primeiro senso já for incorporado, o próximo passo é, portanto, organizar de maneira funcional o ambiente físico, ou seja, dispor os recursos de forma eficientes e eficazes para facilitar o fluxo de recursos e informação, a fim de gerar um sistema de controle visual. (SANTOS, 2011). Este senso é conhecido como um “otimizador” do ambiente de trabalho, pois ajuda a definir os critérios e locais apropriados para dispor os materiais em geral. (HABU et al., 1992). Por exemplo: “um lugar para cada coisa, cada coisa no seu lugar.” (REBELLO, 2005). “Se ligou, desligue; se tirou, guarde, e assim por diante.” (BORBA et.al., 2011).

**Seiso:**

O terceiro senso é o de limpeza e zelo, ou seja, manter o ambiente de trabalho limpo, eliminando a sujeira para proporcionar um local agradável e com qualidade de vida. Neste caso, cada um fica responsável por limpar seu espaço de trabalho e manter ele assim, com consciência da vantagem de não sujar. (REBELLO, 2005).

**Seiketsu:**

É o senso que zela pela higiene, asseio, saúde e integridade. E pode ser alcançado quando os sentidos anteriores são praticados. Consiste em garantir um ambiente livre de agentes poluentes a fim de manter as condições sanitárias satisfatórias. (REBELLO, 2005; BORBA et.al., 2011). A organização depende da implantação de um padrão de limpeza que seja praticado de maneira contínua, com a atenção voltada para a própria saúde, seja física, mental ou emocional. (REBELLO, 2005; BORBA et.al., 2011).

O objetivo destes sentidos é fazer com que as tarefas sejam cumpridas rotineiramente, da mesma forma que todos os outros sentidos, para que o resultado seja sempre o esperado, a fim de melhorar o desempenho da organização. (CALEGARE, 1999).

**Shitsuke:**

O último senso é o de autodisciplina, educação, a fim de manter a ordem e o comprometimento. (LAPA, 1998). Este senso servirá para a manutenção dos demais sentidos, pois busca corrigir o comportamento impróprio das pessoas e promete compor uma nova fase às suas atitudes e adaptação. Todos na organização deverão ser envolvidos e comprometer-se com os padrões, normas e procedimentos. (BORBA et.al., 2011). Portanto, significa ser responsável pela sua vida e pela qualidade de seu trabalho, buscando melhoria continuamente ao cumprir seriamente os padrões exigidos, quanto às normas, à ética e a tudo o que for estabelecido pela organização.

O programa 5S é mais do que uma ferramenta, é uma proposta de reeducação e recuperação de práticas e valores esquecidos, mas que devem ser prezados por todos. (MARQUES, 2009).

**CURIOSIDADES**

No Brasil, o Programa 5S foi lançado em 1991 pela Fundação Christiano Ottori (LENZI et al.,2010).

Este programa é muito utilizado por empresa que buscam a Qualidade Total. No entanto, para utilizar o Programa 5S é necessário que se tenha uma metodologia de implementação adequada e os envolvidos comprometidos, caso contrário, o insucesso poderá ocorrer. (LENZI et al.,2010). É importante saber que o Programa 5S reforça a ideia de melhoria contínua, tornando-se essencial para os gestores no aperfeiçoamento dos seus processos. (REBELO, 2005).

**RECAPITULANDO**

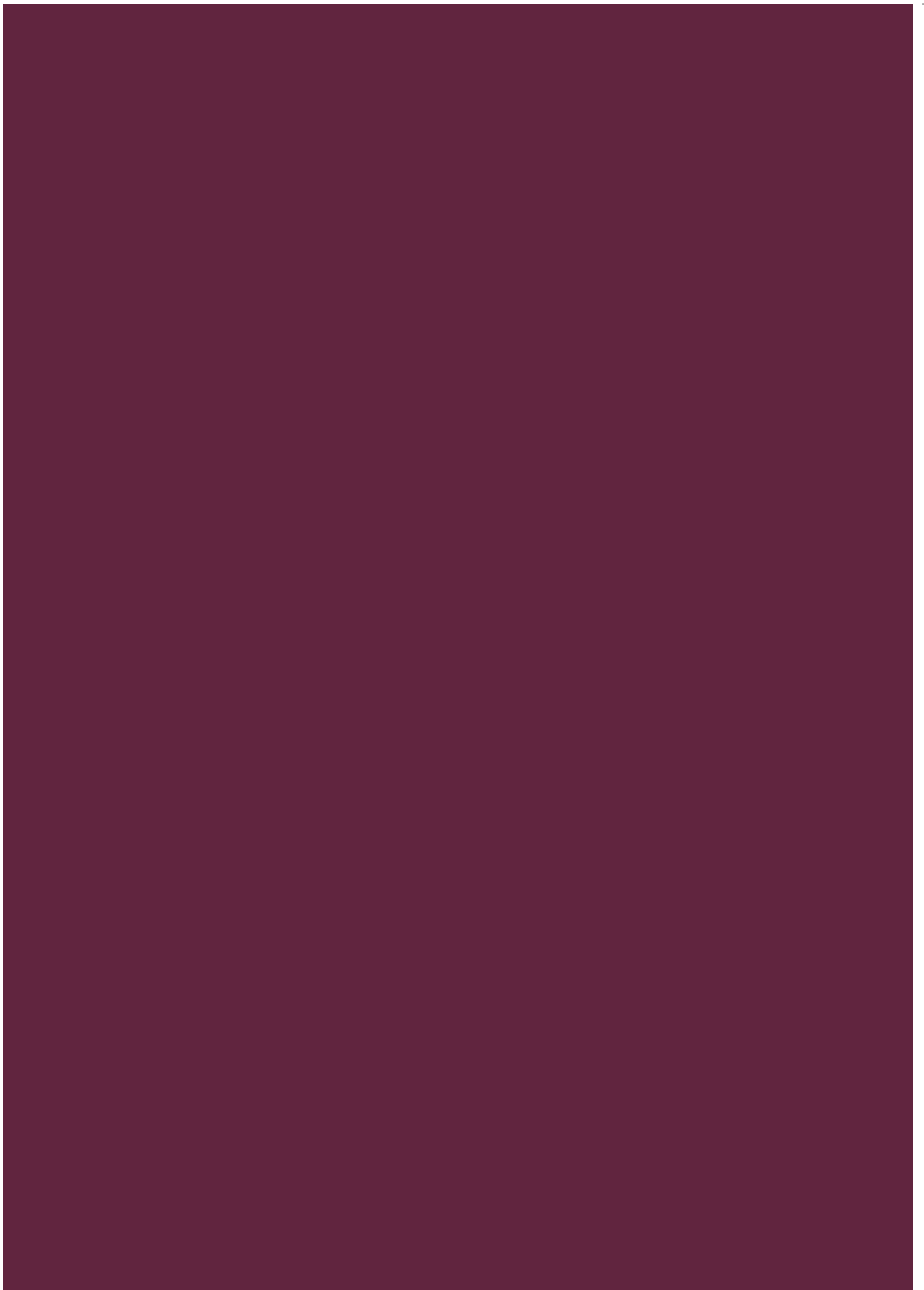
---

Neste capítulo, você estudou o quanto a utilização das ferramentas da qualidade são importantes nas empresas, tanto para a busca por soluções dos problemas visando o controle da qualidade e consequente apoio nas ações que visam a conquista de seus clientes, quanto para facilitar a busca por melhorias nos processos.

Também teve a oportunidade de compreender como a metodologia do programa 5s auxilia as empresas nesta busca por melhorias e facilita a continuidade deste processo. O 5S é, antes de mais nada, uma filosofia oriental que veio para o ocidente para contribuir com os processos de qualidade e já é aplicada mundialmente.

---







Você sabe trabalhar bem em equipe? Consigo se fazer entender e entender os outros? Você já se perguntou por que sua visão é tão diferente dos outros? Será possível conciliá-las?

Ao final deste capítulo, você terá subsídios para:

- a) compreender os principais conceitos relacionados a equipes de trabalho;
- b) compreender que as relações interpessoais interferem positiva e negativamente no desenvolvimento dos trabalhos e também da equipe;
- c) compreender que as relações interpessoais entre os membros da equipe passa pelas diferenças individuais de cada membro da equipe;
- d) compreender que os conflitos irão aparecer e serão saudáveis para a equipe se bem conduzidos.

Considere também suas próprias ideias e experiências sobre o assunto, porque a nossa formação como ser humano começa antes mesmo do nascimento e continua com a influência da sociedade na qual estamos inseridos. As relações interpessoais acontecem a todo instante e, por isso, influenciam nossas emoções ainda no ventre materno.

Siga em frente com dedicação e afino e descubra a resposta para as questões acima. Bom estudo!

### 14.1 TRABALHO EM GRUPO (EM EQUIPE)

Você já se deu conta de que em praticamente todas as entrevistas de emprego é feita a seguinte pergunta? Você gosta de trabalhar em equipe? No próprio currículo, os profissionais costumam dar essa informação, de que apreciam trabalhar em equipe e que tem aptidão para tal. Note que no âmbito da palavra parece mesmo muito fácil adotar este perfil.

Entretanto, o trabalho coloca à prova nossos próprios limites e capacidades. Como indivíduo, cada pessoa responde de acordo com a sua história e com seus próprios valores nas situações em que precise tomar decisões. Por isso aprender é um processo contínuo, principalmente no âmbito das relações: decido, ajo, acerto ou erro. Comparo e revejo posturas.



## CASOS E RELATOS

---

### **Responsabilidade e confiança como peça chave do trabalho em equipe**

Após anos de acompanhamento, o relatório da análise de vibração apontou que os rolamentos dos mancais da prensa conformadora de fixadores CF-03, estão no final da sua vida útil. Por se tratar de um rolamento caro e de grande tamanho, só é fornecido sob encomenda e o tempo mínimo para entrega é de 45 dias. Além disso, por se tratar de um serviço complexo, o processo de reparo envolve várias tarefas e por consequência a necessidade do envolvimento de vários profissionais e demais recursos.

Devido a isto, o coordenador de manutenção da empresa FIXAFORT convocou uma reunião para montar uma equipe de trabalho e deliberar as responsabilidades de cada integrante. A equipe foi composta de dois mecânicos, um planejador de manutenção, um líder de manutenção e um comprador. O coordenador estipulou que toda 6ª feira eles se reuniriam para discutir sobre o andamento dos preparativos desta manutenção, que ocorreria nas férias corretivas de final de ano para evitar que a parada da máquina afetasse a produção, haja visto que a empresa não possuía outra máquina capaz de produzir aquele tipo de fixador.

Coube aos mecânicos providenciar todas as ferramentas, dispositivos e gabaritos para efetuar a desmontagem, montagem e ajuste. Ao planejador e líder de manutenção coube verificar qual o código dos rolamentos e dimensões do aquecedor indutivo ideal para aquecer os rolamentos e após encaminhar ao comprador. Ao comprador coube a tarefa de negociar preço e garantir a entrega dos rolamentos e aquecedor indutivo no prazo para a realização do serviço.

Após várias reuniões de acompanhamento, todos os integrantes garantiram que todas as providências tinham sido tomadas e o serviço poderia ser realizado conforme planejado. Ficou combinado que os rolamentos seriam entregues com dez dias de antecedência e o aquecedor com dois dias, e assim ocorreu.

Chegado a data para início da manutenção, os rolamentos desgastados foram desmontados e os novos foram encaminhados para o aquecimento através do aquecedor indutivo, para que fossem montados no eixo. Ao retirar os rolamentos novos da caixa, os mecânicos observaram que a numeração dos rolamentos novos era diferente dos rolamentos velhos.

Ao medi-los e comparar as medidas, concluíram que os rolamentos novos eram mais largos e não cabiam no alojamento do mancal.

Visto isso, e como o rolamento usado não podia ser recolocado, foi solicitado ao comprador que tentasse encontrar os rolamentos corretos no mercado. Após muitos contatos, o mesmo encontrou os rolamentos corretos, mas com um preço muito mais elevado.

Analisando o que falhou, constatou-se que o planejador pegou os códigos dos rolamentos do sistema de manutenção, que foram lançados com erro pelos mecânicos e juntamente com o líder, decidiram encaminhá-lo ao comprador sem conferir na máquina, pois para isso, era necessário pará-la por um dia. Por tomarem essa decisão equivocada sem comunicar o coordenador de manutenção, a empresa arcou com um custo alto e desnecessário, e também correu o risco de não conseguir realizar a troca dos rolamentos no prazo combinado.

As mudanças que acontecem o tempo todo em termos tecnológicos acabam influenciando nossos relacionamentos, porque não conseguimos acompanhá-las ao mesmo tempo em que desenvolvemos o nosso "sentir". "A defasagem entre progresso tecnológico e progresso humano é amplamente reconhecida nos sentimentos de perplexidade, inadequação, alienação e despersonalização do homem contemporâneo". (MOSCOVICI, 2004 p. xix)

Na figura a seguir poderemos observar a interdependência das etapas do ciclo de aprendizagem vivencial.



Figura 497 - Processo vivencial de aprendizagem  
Fonte: Adaptado de Moscovici (2004)

Como pode ser observado na figura anterior, o processo vivencial de aprendizagem é complexo e não garante que o resultado final aconteça exatamente como era esperado, pois depende de vários fatores internos e externos do aprendiz, além da situação ou contexto a que ele está inserido, como maturidade, motivação, inteligência, aptidões e também experiências anteriores.

Reconhecer que a atividade laboral não é um ato solitário – porque outros participam desde a sua preparação até a sua avaliação final, é uma premissa do trabalho em equipe. A obtenção de níveis satisfatórios de qualidade e contentamento se relaciona estreitamente com a capacidade que os membros da equipe têm de trabalhar juntos.



De acordo com Moura (2008, p. 25), os critérios indispensáveis para o bom funcionamento de uma equipe são:

- Flexibilidade: receptividade às novas ideias por parte dos seus integrantes e capacidade destes para lidar com reveses ou fracassos, sem desanimar.
- Profundidade organizacional: na ausência de algum integrante manter a atividade e a eficiência do conjunto e enfrentamento dos problemas em tempo real.
- Mínimo de supervisão de rotina: desenvolvimento e condução da equipe pelo líder, visando sempre o crescimento pessoal e profissional de todos.
- Melhorar e avançar: manter e melhorar o status quo e ao mesmo tempo ultrapassar padrões buscando novos desafios.

## 14.2 RELAÇÕES INTERPESSOAIS

A competência interpessoal não é simples porque as pessoas convivem, trabalham e reagem umas as outras, por meio da comunicação. Esta comunicação muitas vezes é simpática, atraente, outras vezes é antipática e aversiva. As pessoas se aproximam, as vezes entram em conflito, competem, colaboram, enfim desenvolvem relacionamentos e afeto ou desafeto.



### FIQUE ALERTA

“O conflito faz parte do trabalho com pessoas; é um acontecimento natural que se verifica quase todos os dias. Não precisa ser encarado com um problema, mas pode se tornar um, se não lidarmos com ele de forma eficaz”. (MOURA, 2008, p. 74)

Para Moscovici (2004, p. 34), “em situação de trabalho, compartilhadas por duas ou mais pessoas, há atividades predeterminadas a serem executadas, bem como interações e sentimentos recomendados, tais como: comunicação, cooperação, respeito, amizade”. Do que entendemos que à medida em que compartilhamos o dia-a-dia de trabalho com alguém, passamos a interagir e a nos relacionar.



Tal interação pode despertar sentimentos positivos ou negativos que irão influenciar no resultado do trabalho e, embora a competência técnica individual não se relacione diretamente com este processo, pode acontecer uma perda de rendimento de um integrante pela inadequação da equipe ou da situação de trabalho. “Competência interpessoal é a habilidade de lidar eficazmente com relações interpessoais, de lidar com outras pessoas de forma adequada às necessidades de cada uma e às exigências da situação”. (MOSCOVICI, 2004, p. 36)

**CURIOSIDADES**

No livro "A arte da guerra" "os ensinamentos contidos nos treze capítulos aplicam-se a todo e qualquer conflito, alcançando cada indivíduo com seu opositor; o amante com sua amada; uma empresa com outra; concorrente com aliada". (Sun Tzu, 2008).

**SAIBA MAIS**

Para saber mais sobre trabalho em equipe acesse: <http://exame.abril.com.br/carreira/noticias/6-mitos-e-verdades-sobre-trabalho-em-equipe>

É fundamental que as dificuldades de relacionamento interpessoal sejam tratadas, a partir das diferenças individuais que devem ser aceitas e respeitadas. Se agirmos com displicência diante das diferenças, a comunicação estará comprometida e conseqüentemente, os resultados da equipe.

**RECAPITULANDO**

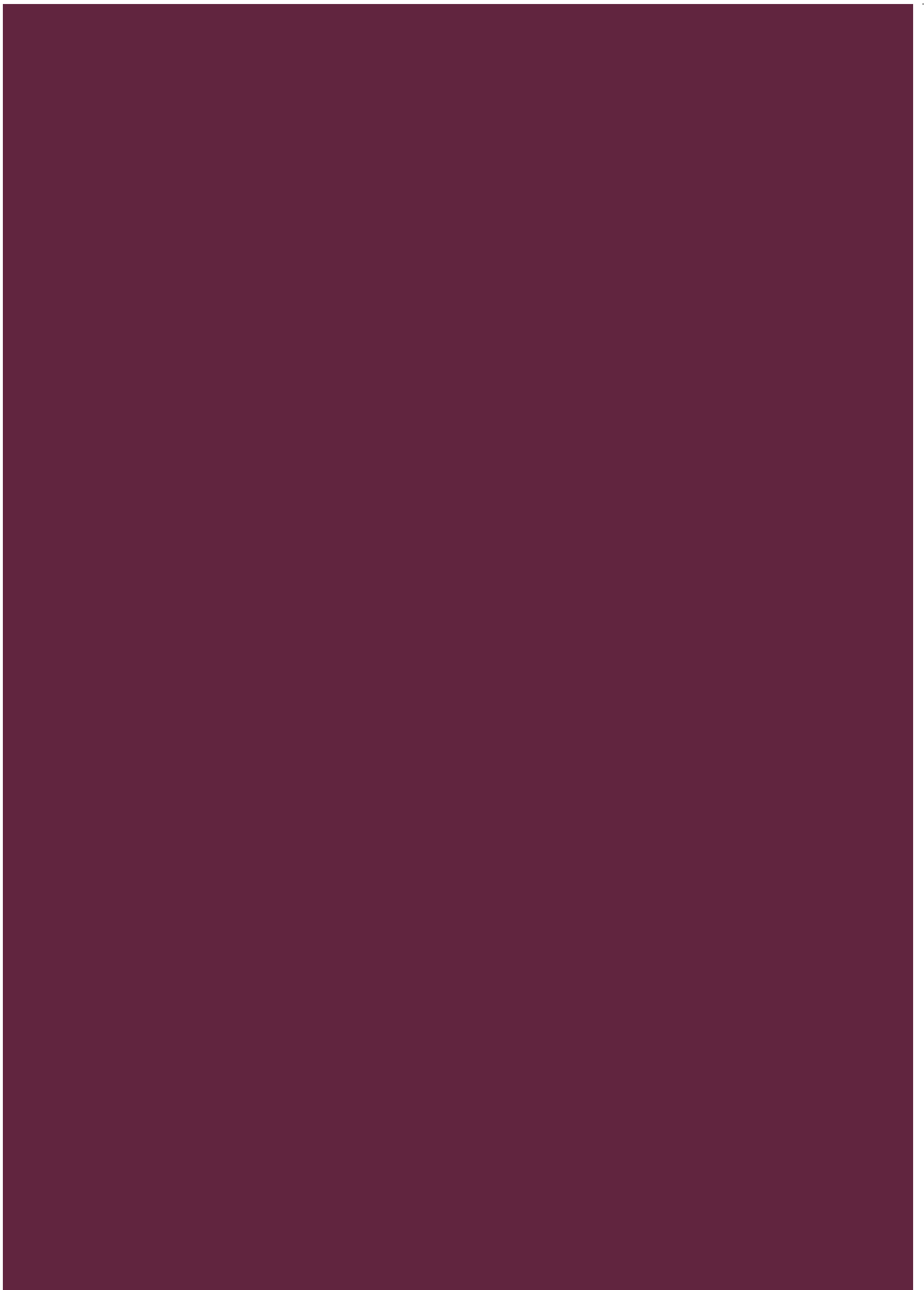
---

A importância do trabalho em equipe e do relacionamento interpessoal refletem positiva e negativamente em nosso cotidiano pessoal e profissional. A busca por soluções para as eventuais dificuldades que surjam nestas relações deve ser constante e aprimorada, tendo em vista o fato de que não há como prescindir da competência do indivíduo e da equipe.

Vimos também que as relações interpessoais são complexas e devem ser acompanhadas e intermediadas, pois, cada integrante possui vivências e conhecimentos adquiridos diferentes, e por isso, as opiniões em algum momento serão divergentes e poderão afetar o desenvolvimento de algum dos integrantes ou da própria equipe.

---







O conhecimento é a marca registrada da espécie humana, é a nossa estratégia, o nosso diferencial em relação às demais espécies e que nos permite decidir e realizar escolhas. Você já refletiu sobre como a determinação é fundamental em tudo o que fazemos? E, intrinsecamente<sup>1</sup>, como o conhecimento exige busca para gerar competência profissional?

É possível adquirir conhecimentos sem que haja verdadeira determinação e disposição para buscá-los? O capítulo Pesquisa e Análise de Informações objetiva, sobretudo, auxiliá-lo nessa busca pelo conhecimento, por meio da Pesquisa e Análise de Informações, capacitando-o a organizar e transmitir com clareza os dados e informações técnicas relacionadas à Eletromecânica.

Que a sua postura seja a de investigador, tendo clara a responsabilidade por suas decisões e ações, pautadas não apenas no conhecimento empírico<sup>2</sup>, mas principalmente embasadas no conhecimento científico. Use a pesquisa como sua aliada, como uma ferramenta essencial, porta de acesso ao conhecimento científico e, conseqüentemente, do seu desenvolvimento pessoal e profissional.

## 15.1 TÉCNICAS DE PESQUISA

A pesquisa é “[...] uma atividade voltada para a investigação de problemas teóricos ou práticos por meio do emprego de processos científicos.” (CERVO, 2007, p. 57). Ainda de acordo com esse autor, a pesquisa parte de uma dúvida ou problema que, por meio do método científico, busca uma resposta ou solução. Mas, o autor vai mais longe, quando esclarece que apenas com o uso de instrumentos científicos e procedimentos adequados há, com efeito, uma pesquisa.

---

1 Que está dentro, que faz parte.

2 Que deriva da experiência comum.

Esta ideia formaliza, mas se afasta um pouco daquilo que se conhece como sendo a pesquisa: um estudo, uma busca de informações em livros, manuais didáticos, enciclopédias gerais ou especializadas, monografias, revistas, jornais e ambientes virtuais da internet. Estes, para Cervo (2011, p. 57), “[...] são meios de acesso ao saber extremamente recomendáveis, mas não seguem processos rigorosos”.



## CASOS E RELATOS

---

### Educação e Tecnologia

Embora boa parte das salas de aula hoje conte com recursos tecnológicos, ainda vivenciamos a situação do professor como sujeito que fala aos alunos, que ouvem, ou seja, ainda falta a interação, a participação efetiva do aluno no processo de aprendizagem.

No contexto da educação a Distância, verifica-se um processo diferente no sentido de que a própria tecnologia precisa estar acessível e ser dominada pelo estudante, no mínimo, para que ele possa acessar os conteúdos. Se o aluno não tiver um mínimo conhecimento para acessar informações online, terá dificuldades para estudar.

Há situações, por exemplo, em que o/a estudante não consegue encontrar as informações necessárias para a realização de uma atividade no ambiente virtual. Trata-se de um processo individualizado, no qual o aluno gerencia seu aprendizado e conta com o suporte do tutor para ratificar seu aprendizado.

---

Por outro lado, Marconi (2011, p. 1) atesta a pesquisa como sendo “[...] um procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para se conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais.”

Observadas estas importantes conceituações, pense na necessidade que você tem da pesquisa, do processo investigativo em si, que deve seguir um plano e um método, para formalizar seus conhecimentos.

Esta postura investigativa deve permear todo o seu trajeto profissional, sempre em busca de significados e significações relacionadas à sua área de atuação, que possam ser colocados em prática, tanto para criar soluções, quanto para gerir<sup>3</sup> novos conhecimentos. Sob esta ótica, Marconi (2011, p. 3) orienta:

Toda pesquisa deve basear-se em uma teoria, que serve como ponto de partida para a investigação bem sucedida de um problema. A teoria, sendo instrumento de ciência, é utilizada para conceituar os tipos de dados a serem analisados. Para ser válida,

---

3 Gerenciar, administrar.

deve apoiar-se em fatos observados e provados, resultantes da pesquisa. A pesquisa dos problemas práticos pode levar à descoberta de princípios básicos e, frequentemente, fornece conhecimentos que têm aplicação imediata.

## 15.2 FONTES DE CONSULTA

Para uma formação técnica adequada, normalmente se agregam atividades práticas, de laboratório ou de campo, habilidades profissionais próprias de cada área, as aulas nas quais se assimilam elementos essenciais e o embasamento teórico disponível nas mais diversas fontes de consulta, o que caracteriza o estudante como investigador.

Conforme atesta Severino (2007, p. 39),

O estudante precisa começar a formar sua biblioteca pessoal, adquirindo paulatinamente, mas de maneira bem sistemática, os livros fundamentais para o desenvolvimento de seu estudo. Essa biblioteca deve ser especializada e qualificada. O estudante precisa munir-se de textos básicos para o estudo de sua área específica, tais como um dicionário, [...] revistas especializadas [...] obras específicas à sua área de estudo e áreas afins.



Figura 498 - Fontes de consulta

Toda e qualquer fonte de consulta adequada e relacionada aos estudos que estiverem sendo realizados servirá para construir o conhecimento do estudante e futuro profissional qualificado. Normalmente, os primeiros textos são fornecidos pelos próprios professores e, posteriormente, o próprio estudante se sentirá apto a buscar informações em outros textos, que servirão para compará-las e complementá-las.

Portanto, para que você atinja seus objetivos, precisa fazer os exercícios recomendados pelos professores, estudar, preparar-se para exames e, fundamentalmente, realizar pesquisas relacionadas à matéria que estuda. Os livros, artigos disponíveis em revistas e na internet, os manuais didáticos, as enciclopédias, monografias e jornais são as principais fontes de consulta e devem fazer parte do seu dia a dia de estudante.

**CURIOSIDADES**

A primeira Enciclopédia Britânica foi publicada em 1768. Tinha 2.659 páginas, divididas em três volumes. Até 2012, contava com 32 volumes, 30 mil páginas e cerca de 44 milhões de palavras. A versão em CD-ROM foi lançada apenas em maio de 1994.

### 15.3 SELEÇÃO DE INFORMAÇÕES

Considere que, para realizar seus trabalhos e investigações, será necessário acessar informações bibliográficas e outras fontes informativas. No caso dos livros, alguns elementos permitem a localização da informação desejada com maior eficácia:

- a) sumário ou índice geral: indica os capítulos e subtítulos do livro, pela ordem em que aparecem;
- b) introdução ou prólogo: contém dados e comentários sobre o autor e a obra. É interessante que seja lido antes e depois da leitura do livro, tomando-se o cuidado de não permitir que a opinião aí contida não interfira demasiado na sua.
- c) índices: geralmente se encontram no final do livro e permitem localizar alfabeticamente aquilo que se procura, com relação aos temas constantes no livro, as ilustrações, os autores, entre outras informações, indicadas as respectivas páginas nas quais podem ser encontradas.
- d) bibliografia: também ordenada alfabeticamente, mostra outros textos em que o assunto foi tratado, informando os dados de autores e edições.



Thinkstock (20--?)

Figura 499 - Veracidade das informações

Outras fontes identificadas e nas quais é possível selecionar informações são: artigos científicos, repositórios de documentos digitais, institucionais ou temáticos, que devem ser devidamente averiguados quanto à veracidade e confiabilidade.

É importante conhecer como é recolhida e estruturada a informação à qual se tem acesso, para assegurar-se de que se está trabalhando com rigor, de modo a se obter um resultado adequado para a pesquisa.



**SAIBA  
MAIS**

Para obter dicas sobre pesquisa na internet, leia o artigo “A internet como fonte de pesquisa”, do Eng. André Lúcio Gonçalves da Silva, disponível em:

<http://www.webartigos.com/artigos/a-internet-como-fonte-de-pesquisa/86161>

#### 15.4 ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES E CONCLUSÕES

Todo trabalho científico, independentemente de que tipo seja – uma resenha, um artigo, uma tese –, deve ter uma estruturação adequada para que seu conteúdo faça sentido a quem o ler. Portanto, a análise das informações e das conclusões deve ser realizada com critério, observando-se com atenção a estrutura formal do trabalho, fundamentalmente se há introdução, desenvolvimento e conclusão.



**FIQUE  
ALERTA**

Com relação a procedimentos de investigação, objeto é aquilo que está sendo estudado; objetivo é onde se pretende chegar com aquele estudo.

Severino (2007, p. 145) acrescenta: “De posse de um roteiro de ideias, parte-se para a análise dos documentos em busca dos elementos que se revelem importantes para o trabalho.” A partir daí, passa-se a ler a opinião de especialistas e compará-las entre si para averiguar requisitos como atualidade e confiabilidade.

Após o processo de seleção das informações, é preciso fazer o tratamento do material selecionado, realizando o ordenamento, a classificação, a análise e a interpretação das informações. Veja que, embora sejam dois processos de conceitos distintos, analisar e interpretar encontram-se normalmente relacionados.

Ao analisar as informações de um trabalho, torna-se possível interpretá-las ou não, conforme o nível de sua exposição e organização. Segue-se então à conclusão, na qual se expõe o atingimento dos objetivos a que se propôs, um breve resumo do trabalho e as conclusões ou, a grande conclusão a que se chegou. E, por último, a relevância do trabalho para quem o realizou. Com base nessa produção escrita, é possível criar um sumário, para que os dados e informações sejam devidamente explorados por quem realizar a sua leitura e desejar pesquisá-los.



## RECAPITULANDO

---

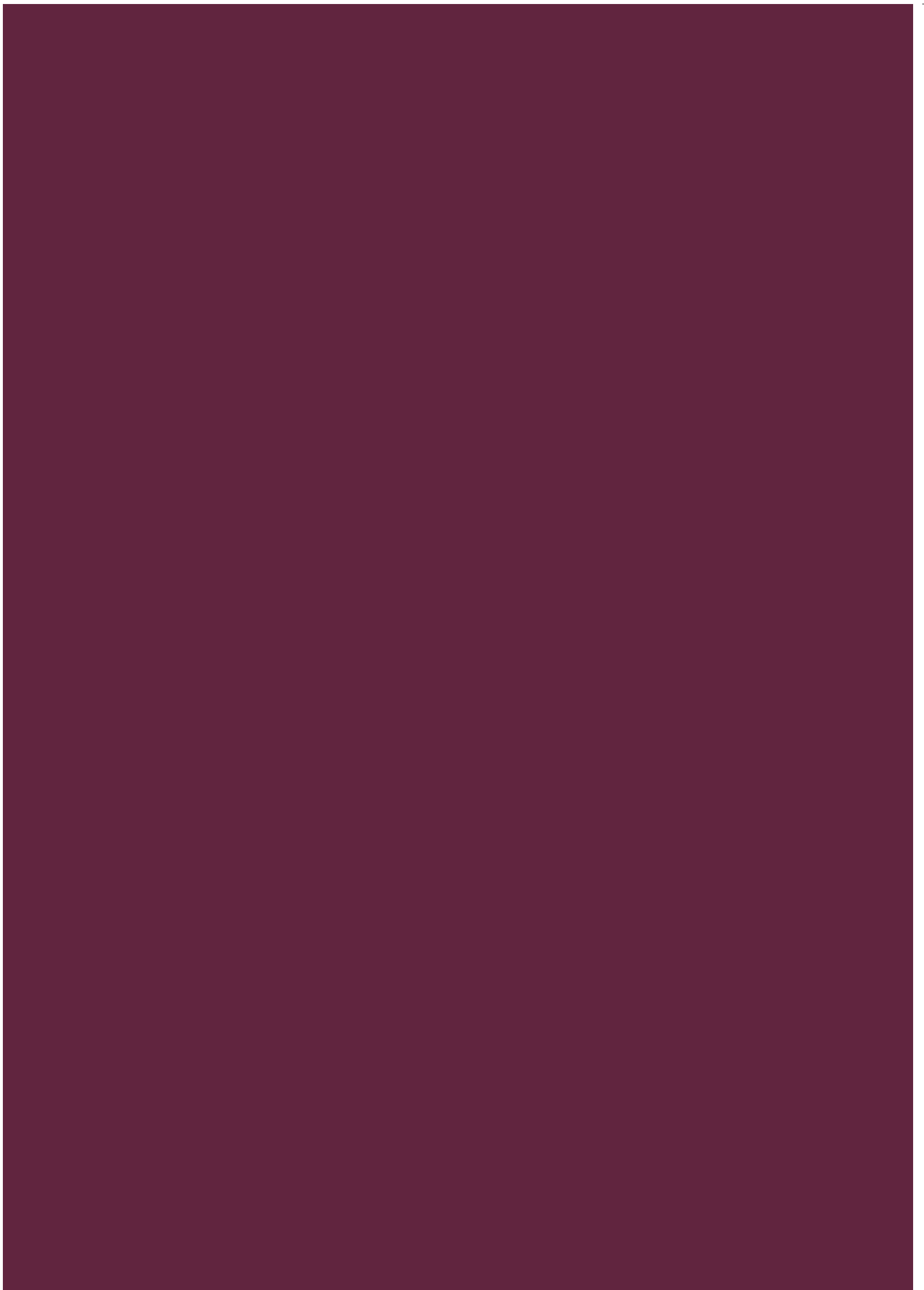
A pesquisa e a análise das Informações compreendem as técnicas de pesquisa, bem como as fontes de consulta, que resultam em ferramentas essenciais para que seja possível realizar trabalhos adequados, por meio da seleção e análise adequada de informações.

O estudo, a pesquisa, o uso de bibliografias e de fontes diversas de consulta, de modo geral, possibilitam e viabilizam um resultado estimado no início do processo investigatório.

Analisar e concluir as informações pesquisadas é o processo final de um trabalho de investigação e permite a sua exposição conforme um meio ou método escolhido, demonstrando o atingimento dos objetivos e as conclusões e/ou resultados a que se chegou por meio desta pesquisa.

---







Nos últimos 30 anos, as empresas vêm competindo arduamente no mercado nacional e internacional. Um dos fatores que as torna capazes de competir é a qualidade de seus produtos e o que as alimenta nesta ânsia por vencer é a busca por ser sempre melhor. E, isso somente é possível se a empresa estiver disposta a investir em qualidade.

Para atingir as expectativas dos clientes e manter os mesmos padrões de qualidade, as empresas focam, atualmente, no controle total e na melhoria contínua dos seus processos, para garantir a qualidade total de seus produtos e serviços, pois o controle da qualidade total foca nos métodos e ferramentas de gestão.

O conceito de qualidade veio evoluindo drasticamente a partir dos anos 60, mas a busca pela Qualidade total se intensificou na década de 1980. A partir daí, a qualidade passou a ser referência em garantia e conquista de clientes.

Para entendermos melhor este processo, você estudará a evolução do conceito de qualidade para Qualidade Total e seu impacto no mundo ao longo do tempo. Estudará também o conceito de eficácia e eficiência neste contexto e sua relação na busca por melhorar o desempenho dos produtos e serviços.

### 16.1 CONCEITO

O século passado foi marcado por uma evolução um tanto acelerada do conceito de qualidade. Ela passou de um simples controle operacional, por meio de inspeções, para um controle estatístico na década de 1960. Depois veio a garantia da qualidade, para então florescer como controle da Qualidade Total.

Isso ocorreu, porque, logo após a Segunda Guerra Mundial, ocorreram algumas mudanças nos cenários econômicos e políticos mundiais. No Japão, as empresas dependiam da exportação e, diante deste cenário, se viram completamente destruídos após o fim da guerra. A partir daí, eles despertam para a necessidade de restaurar seus parques produtivos com novos métodos. (CÉSAR, 2011; OLIVEIRA, et al., 2012).

Desta maneira, os japoneses iniciaram uma revolução gerencial da qualidade, que reflete o sucesso até os dias de hoje. Os grandes responsáveis por isso foram a Union of Japanese Scientists and Engineers (JUSE) e os mestres da qualidade W.E. Deming, Joseph M. Juran, Shewhart e Kaoru Ishikawa. (OLIVEIRA, et al., 2012). Estes teóricos foram os grandes idealizadores de uma série de ferramentas e métodos de análise e solução de problemas, planejamentos, dentre outros métodos de gestão e controle da qualidade. O movimento TQC teve seu princípio na década de 1950, com a ida do americano William Edwards Deming ao Japão. Ele criou a tese de Deming, que defendia a ideia de que a qualidade faz com que ocorra uma melhora na produtividade e permite o alcance de uma posição competitiva na organização.

Outras pessoas também foram importantes para o desenvolvimento do TQC no Japão, um deles foi o americano Joseph M. Juran, que demonstrou aos administradores como ampliar a visão para as funções adequadas de promover a Qualidade nas organizações japonesas.

Outra participação fundamental foi a de Kaouru Ishikawa, que mostrou seus objetivos focados na melhoria da qualidade nas empresas japonesas e formalizou o Círculo de Controle da Qualidade – CCQ, em 1962. O CCQ busca eliminar problemas por meio da execução de tarefas de controle da qualidade por um grupo de pessoas, com objetivo de aperfeiçoar o sistema ou processo. Outro americano importante para o desenvolvimento do TQC foi Armand V. Feigenbaun. Ele definiu o controle da qualidade como um sistema eficiente desenvolvido para a qualidade, que permite a produção e serviços em níveis econômicos mais baixos, mas que busca satisfazer totalmente o consumidor. (OLIVEIRA, et al., 2012).

Como os produtos japoneses passaram a ser exportados para os Estados Unidos e possuíam melhor qualidade e preço, as organizações norte-americanas começaram a adotar novas fórmulas para desenvolver a qualidade. A partir de então, iniciaram a implantação de programas de controle, melhoria e planejamento estratégico (DANIEL; GUILHERME; MURBACK, 2013).

Em 1961, Feigenbaum apresentou o Controle da Qualidade Total TQC, em que defendia a concepção de qualidade com foco no cliente, usando este como ponto de partida. Ele difundiu que a qualidade é definida pelo cliente e não pelos engenheiros, nem pelo marketing ou pela alta direção. Mas, a qualidade de um produto ou serviço pode ser determinada como o conjunto de características de engenharia, fabricação, manutenção e marketing desse produto ou serviço, que satisfaça as expectativas do cliente. (FEIGENBAUM, 2003).



Figura 500 - Controle da qualidade

Essas práticas de controle da qualidade total se difundiram pelo mundo e alteraram o panorama da competição entre as organizações e contribuíram para a Revolução da Qualidade Total na década de 80. (DANIEL; GUILHERME; MURBACK, 2013).

A sociedade e o mercado, por sua vez, tornaram-se mais exigentes quanto aos produtos e serviços, passando a punir as empresas que não atendessem suas exigências. A partir daí, as empresas começaram a focar nas necessidades dos clientes para sobreviver neste mercado. (REBELLO, 2005).

Sob essa nova perspectiva, surge a Era da Qualidade Total, quando a qualidade passou a influenciar diretamente na participação da organização no mercado, sendo ressaltado o valor do cliente e a busca pela sua satisfação. Neste instante, o impacto negativo trazido pela má qualidade é considerado pela empresa. É aqui que a qualidade toma lugar nas estratégias competitivas da organização e se torna fator determinante para o sucesso de uma empresa. (DANIEL; GUILHERME; MURBACK, 2013).

Deste modo, a era da Qualidade Total passa a ter uma visão sistêmica do processo, além de contar com a atenção periódica da alta administração, acumular a preocupação com os controles estatísticos de processo, com as inspeções e com o atendimento às necessidades do cliente. As principais características desta era são os esforços para garantir a qualidade dos produtos, serviços, processos e funcionários como um todo. (DANIEL; GUILHERME; MURBACK, 2013).

Aqui no Brasil, os sistemas de garantia da qualidade começaram a ser utilizados pelas filiais de empresas multinacionais para unificar os processos de gestão pela busca da competitividade. Após isto, medidas governamentais foram introduzidas para estimular o desenvolvimento de programas de qualidade nas empresas brasileiras. Uma delas foi a sanção do código de defesa do consumidor, que deu poder ao consumidor para exigir a garantia da qualidade dos produtos e serviços. Outra medida foi o lançamento do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBQP) em 1990. (DANIEL; GUILHERME; MURBACK, 2013).

Para uma organização conquistar um ambiente de Qualidade Total, é primordial que ela satisfaça as necessidades de seus clientes externos e internos, pois trabalhadores insatisfeitos com seu ambiente e suas condições de trabalho, sentindo-se pouco valorizados e com baixa autoestima, não têm condições de produzir bens e serviços de qualidade para atender às necessidades, muito menos exceder às expectativas dos clientes. (LONGO & VERGUEIRO, 2003, apud REBELO, 2012).

Portanto, a Qualidade Total envolve o controle exercido por todos os indivíduos da empresa para satisfazer as necessidades de todas as pessoas envolvidas. Entrar neste movimento requer o uso de metodologias para sua implantação. Dentre as metodologias mais usadas, existe o Just in Time, que se refere à fabricação da quantidade mínima necessária, utilizando o menor tempo e o momento exato da necessidade. Também existe o Kaizen, que é muito conhecido e se relaciona com as melhorias diárias mediante educação e treinamento. A Reengenharia, na qual se redimensiona a estrutura organizacional a fim de eliminar o sistema vigente e o Programa 5S.



**SAIBA  
MAIS**

Para saber mais sobre as ferramentas da qualidade, leia: FEIGENBAUM, Armand V. controle da qualidade total. v. 1. São Paulo: Makron Books, 1994. FEIGENBAUM, A. V. Controle da qualidade total: aplicações nas empresas: volume IV. São Paulo, SP: Makron Books, 1994. 313 p.

### 16.1.1 HISTÓRICO DA QUALIDADE

A sociedade passou por diversas fases de evolução em seu sistema de produção. Isso ocorreu desde a fase de produção artesanal, evoluindo para a revolução industrial, a qual se consistiu em um conjunto de mudanças sociais e tecnológicas, chegando até a atualidade. (CÉSAR, 2011).



Figura 501 - Qualidade no processo

O controle da qualidade nasceu na Revolução Industrial, mas o controle moderno teve seu início marcado pelo famoso gráfico, ou carta de controle, aplicado à indústria, de Walter A. Shewhart, na década de 30, nos Estados Unidos. Walter recomendou que a análise de dados advindos de inspeções, que antes eram focados na identificação e correção de produtos defeituosos, fosse substituída pelo estudo e prevenção dos problemas relativos à qualidade, impedindo, dessa maneira, a geração de produtos defeituosos. (MONTGOMERY, 2009).

A partir daí, muitas metodologias aplicadas à qualidade foram surgindo, como as ferramentas da qualidade, as quais se evidenciaram mundialmente a partir da década de 1950. (CHAMON, 2008).

Foi por volta do final da II Guerra Mundial que a qualidade demonstrou ter conquistado seu espaço e passou a ser uma matéria bem aceita no ambiente organizacional, com resultados efetivos e técnicas específicas, com profissionais especializados e bem caracterizados na sua distinção. (OLIVEIRA, et al., 2012).

Resumidamente, o ambiente organizacional passou a abordar a qualidade desde a fase do projeto de desenvolvimento do produto, levando em consideração os aspectos funcionais e atributos de desempenho, mantendo e aperfeiçoando as técnicas clássicas da qualidade. Passou, também, a envolver todos os funcionários neste processo de melhoria, independentemente do nível hierárquico, o que envolveu os fornecedores e clientes. O objetivo disso era o comprometimento e a reciprocidade. (MARSHALL & KISER, 1994).



Thinkstock (20--?)

Figura 502 - Controle da qualidade

Eis que então a garantia da qualidade ganha espaço e se torna um importante fator no processo de aperfeiçoamento do conceito qualidade, pois a preocupação com as origens dos defeitos fez com que as empresas notassem que o controle de qualidade teria que abranger fatores externos e a quantificação de custos da não qualidade. É neste momento, portanto, que o foco, o qual era antes no produto ou serviço, passa a ser no sistema, dando início à Era da Garantia da Qualidade. (MARSHALL & KISER, 1994).

As empresas começam, portanto, a valorizar o planejamento e a coordenação dos processos, assim como o estabelecimento de técnicas estatísticas e padrões em busca da qualidade. Com a contribuição dos fundamentos da qualidade, deixados por Juran e Feigenbaum, por exemplo, a função de especialista da qualidade passa a ser de engenheiro da qualidade, que além de possuir atribuições técnicas e de conhecimento estatístico, passa a ter funções gerenciais. (CAMPOS, 2004).

No Brasil, a exemplo do que ocorreu nos países desenvolvidos, a implantação das diferentes técnicas veio ocorrendo a partir da década de 80, principalmente nas empresas exportadoras de maior porte. Contudo, a implantação dos programas de Total Quality Control, bem como das Normas da série ISO 9000, tem feito com que estas empresas exijam de seus fornecedores o mesmo comprometimento destes programas de gestão da qualidade.

Exemplo disso é o que ocorre com as empresas automobilística e seus fornecedores de peças. Caso eles não possuam certificação da qualidade ou um sistema rígido de controle da qualidade, não será firmado um contrato entre as partes. E, isso implica um maior envolvimento, tanto dos colaboradores internos em prol da causa "qualidade total", quanto dos fornecedores, o que acaba por exigir novas formas de gestão de pessoas. (RACHID, 1994).



## CASOS E RELATOS

---

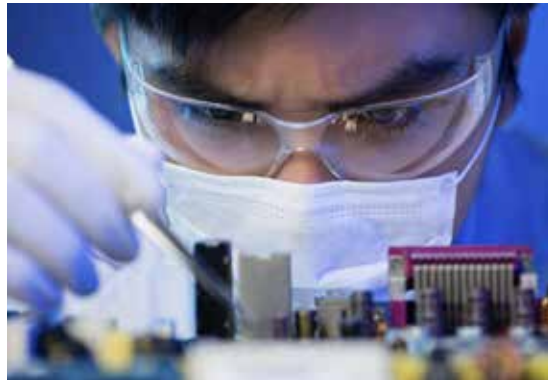
### O BRASIL IMITA O JAPÃO? A QUALIDADE EM EMPRESAS DE AUTOPEÇAS

Foi realizado um estudo sobre a evolução da implantação do TQC em três empresas de autopeças de São Paulo. O processo de inovação nestas três empresas iniciou em 1983. Nessa época, elas dispunham de um modelo tradicional de sistema de qualidade, tendo como característica a inspeção das etapas dos processos produtivos e amostragens estatísticas. O foco era um modelo tradicional e ultrapassado, baseado em apontar culpados e o inspetor levava crédito se flagrasse algum lote com defeito. A partir de então, iniciaram as mudanças neste conceito em razão das boas experiências internacionais em termos de qualidade e gestão. O enfoque saiu da inspeção final e passou para outras etapas do processo, em resposta ao novo modelo japonês de TQC. O Objetivo foi melhorar a estratégia, reduzir custos e aumentar as exportações a médio e longo prazo, pois este controle era exigido pelas montadoras norte-americanas e, por isso, foi iniciado. Os colaboradores começaram a ser treinados ao longo da implantação das mudanças. Logo, a empresa A, uma das três estudadas, começou a organizar o maquinário da usinagem por meio de célula, agrupando as máquinas de acordo com a sua função, por exemplo, os tornos seriam dispostos numa mesma seção, separados da seção das fresas. Num segundo momento, os gestores fizeram o mesmo com as peças, situando cada tipo de peça fazendo parte de um conjunto de diferentes máquinas, ou seja, um conjunto para eixos, um conjunto para engrenagens, outro para peças fundidas etc. Foi então que eles estreitaram esta relação e passaram a dividir as peças por família, onde cada família faria parte de um conjunto menor de máquinas. O controle do fluxo de peças era feito pelo líder da célula e os operadores auxiliavam com folhas de verificação, cartas de controle, inspeção visual, manutenção nas máquinas etc. Por meio desse controle, conhecido como CEP, foram realizadas várias ações corretivas que solucionaram problemas gerando credibilidade técnica. Em 1992, a empresa constatou melhora nos processos e custos, e redução no número de inspetores, mostrando que a prevenção fez efeito.

---

### 16.2 EFICIÊNCIA

A eficiência é um aspecto de entrada de processo, que mede o desempenho do gerenciamento do sistema desse processo. Um exemplo que podemos citar é o de se poder usar recursos de maneira eficiente, enquanto se é ineficaz. (OAKLAND, 1994).



Thinkstock ([20--?])

Figura 503 - Eficiência no processo

A eficiência está relacionada à razão entre o recurso usado com o recurso planejado, ou seja, é a relação do percentual de recursos que realmente são utilizados sobre os recursos que foram planejados para utilização. Observe:

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{Recursos realmente usados}}{\text{Recursos que foram planejados para utilização}} \times 100\%$$

Tudo o que entra no processo, isto é, tudo o que é utilizado pode ser submetido à análise ou medição da eficiência, como é o caso da eficiência de mão de obra, eficiência do pessoal do administrativo, eficiência de material, eficiência das informações, eficiência do equipamento e matéria-prima etc. (OAKLAND, 1994).

### 16.3 EFICÁCIA

A medição de desempenho em qualidade inclui estágios de análise, desenvolvimento, projeto, implementação e revisão. Isso acontece em qualquer sistema de gerenciamento, pois o sistema deverá ser projetado para mensurar o seu progresso para, então, adaptar-se ao ciclo de melhoramento. Este progresso envolve a análise, portanto, da eficácia<sup>1</sup> e da eficiência<sup>2</sup>. No entanto, envolve mais três áreas de medição de desempenho, que são a produtividade, a qualidade e o impacto. (OAKLAND, 1994).

1 Resultados alcançados através da eficiência do processo.

2 Percentual das atividades executadas durante o processo, conforme planejado e descrito.



Figura 504 - Análise do desempenho e eficácia

A eficácia pode ser definida como o percentual do output<sup>3</sup> real sobre o esperado.

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{output real}}{\text{output esperado}} \times 100\%$$

Desta maneira, a eficácia analisa o lado da saída do processo e trata da implementação dos objetivos – fazer o que você disse que faria. As medidas da eficácia devem refletir se a empresa, o grupo ou os donos do processo estão atingindo os resultados esperados ao realizarem certas atividades. (OAKLAND, 1994). Estas medidas podem incluir:

- qualidade a uma certa classe de produto ou nível de serviço;
- quantidade, em toneladas, ou lotes, por exemplo, os quartos de dormir limpos ou as contas abertas;
- oportunidade, com velocidade de resposta, por exemplo, os prazos de entrega, ou tempo de ciclo;
- custo/preço, como os custos unitários, por exemplo. (OAKLAND, 1994).



#### **FIQUE ALERTA**

Para que a promoção da eficiência e da eficácia seja bem sucedida, o controle de Qualidade Total deve ser aplicado em todas as áreas e envolver todos, incluindo a alta direção e o compromisso da gerência, que mediará as informações com os demais colaboradores. (OAKLAND, 1994).

3 Saídas de informações e dados.



## RECAPITULANDO

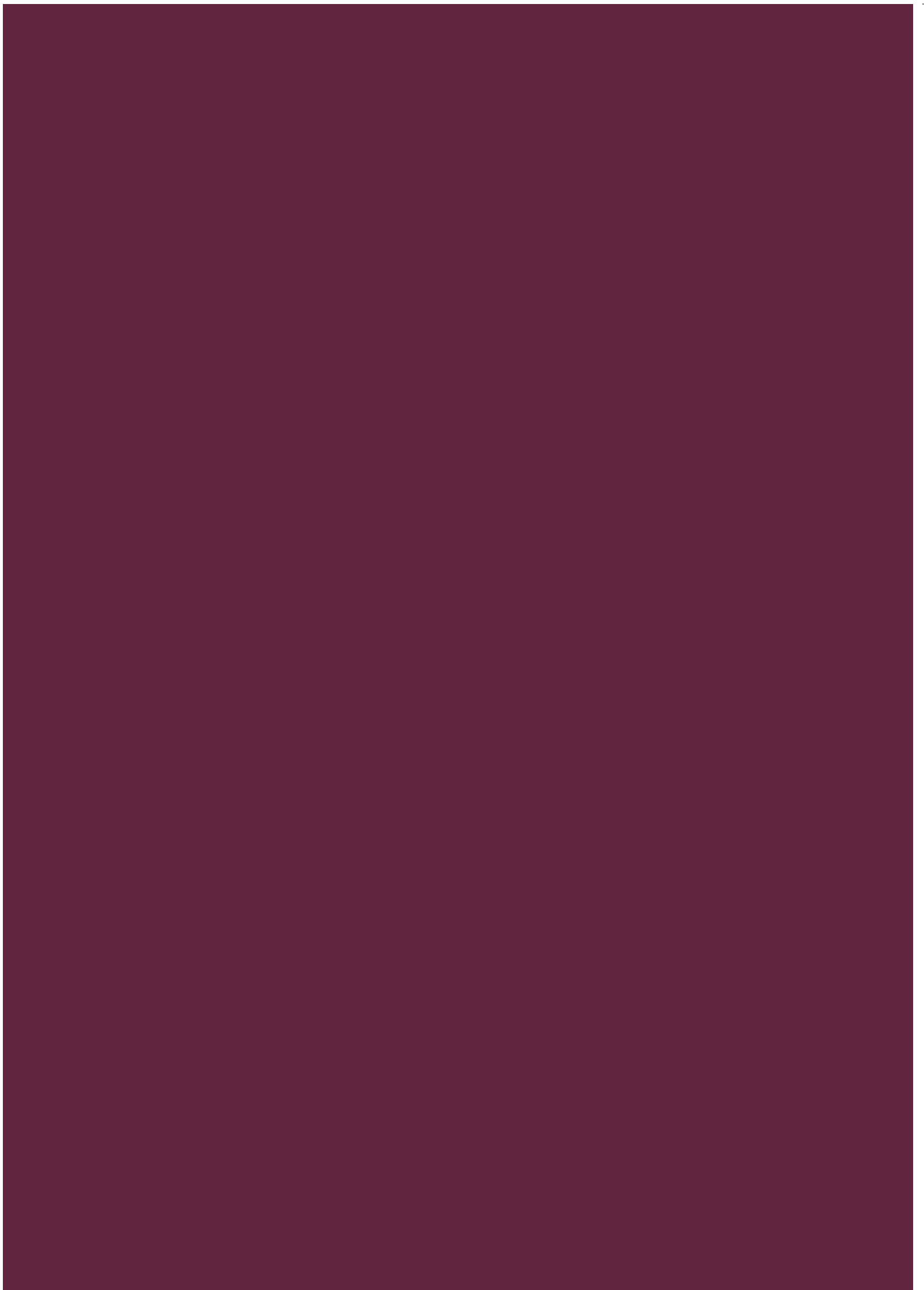
---

Neste capítulo, você estudou um pouco mais sobre a qualidade nas organizações e a evolução que esta teve até receber o título de Qualidade Total. Conheceu a influência japonesa no processo evolutivo da qualidade e como ela se desenvolveu no ocidente, principalmente na década de 1970.

Também estudou como a busca pela eficácia e pela eficiência se tornou o braço direito do Controle de Qualidade Total nas organizações, uma vez que elas (eficácia e eficiência) auxiliam os colaboradores a buscar o melhor desempenho possível.

Além disso, teve a oportunidade de identificar porque é necessário que a qualidade seja bem compreendida, como ocorrem as entradas, a etapa de beneficiamento e as saídas dos processos.

---



## 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 Unisociesc 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

feira 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*

