

# Sumário

---

## *PARTE I*

### **O PETRÓLEO . . . . . 1**

#### *Capítulo 1*

### **HISTÓRICO . . . . . 3**

Origem . . . . . 6

    Teoria Inorgânica . . . . . 6

    Teoria Vegetal . . . . . 6

    Teoria dos Animais Marinhos . . . . . 6

Geologia . . . . . 6

    Perfuração de Poços de Petróleo . . . . . 9

Composição do Petróleo . . . . . 10

#### *Capítulo 2*

### **REFINO . . . . . 13**

Introdução . . . . . 13

Missão do Refino . . . . . 13

    Quebra de Emulsão . . . . . 15

    Destilação . . . . . 15

        Craqueamento . . . . . 16

Polimerização . . . . . 17

    Reformação Catalítica . . . . . 17

    Alcoilação Catalítica . . . . . 17

    Hidrogenação . . . . . 17

    Aromatização . . . . . 17

    Isomerização . . . . . 18

Viscorredução . . . . .	18
Coqueamento Retardado . . . . .	18
Tratamento Cáustico . . . . .	18
Tratamento Merox . . . . .	18
Tratamento Bender . . . . .	18
Tratamento DEA (Di-Etil-Amina) . . . . .	18

### Capítulo 3

<b>BASES LUBRIFICANTES . . . . .</b>	<b>19</b>
Óleos Básicos Minerais . . . . .	19
Bases Sintéticas . . . . .	22
Oligômeros de Olefina (PAO's ou Polialfaolefinas) . . . . .	23
Ésteres de Ácidos Dibásicos . . . . .	24
Ésteres de Organofosfatos . . . . .	24
Ésteres de Silicatos . . . . .	25
Silicones . . . . .	25
Compostos de Ésteres de Polioliol (POE ou Polioliol éster) . . . . .	26
Polibutenos ou Poliisobutilenos . . . . .	26
Poliglicóis (Polialquilenoglicóis ou PAG) . . . . .	26
Alquilados Aromáticos . . . . .	27
Óleos Básicos Não Convencionais . . . . .	27
Óleos de Alto ou Altíssimo Índice de Viscosidade . . . . .	27
Tecnologia GTL (Gas To Liquid) . . . . .	28
CLASSIFICAÇÃO DOS BÁSICOS . . . . .	30

### PARTE II

<b>LUBRIFICANTES . . . . .</b>	<b>33</b>
--------------------------------	-----------

### Capítulo 4

<b>ÓLEOS LUBRIFICANTES . . . . .</b>	<b>35</b>
Características dos Óleos Lubrificantes . . . . .	35
Viscosidade . . . . .	35
Unidades e Métodos de Medir Viscosidade . . . . .	37
Viscosímetros capilares . . . . .	38
Viscosímetro cinemático simples . . . . .	38
Viscosímetro cinemático de alta pressão . . . . .	38
Viscosímetros rotativos . . . . .	38
Conversão de Viscosidades . . . . .	41

Relações de Viscosidade/Temperatura . . . . .	48
Altura do Pólo de Viscosidade . . . . .	48
Inclinação da Curva ASTM . . . . .	49
Índice de Viscosidade . . . . .	50
Mistura de Óleos . . . . .	59
Grau API . . . . .	60
Ponto de Fluidez . . . . .	61
Ponto de Fulgor . . . . .	62
Resíduo de Carbono . . . . .	63
Cor . . . . .	64
Cinzas . . . . .	65
Número de Precipitação . . . . .	65
Número de Neutralização . . . . .	65
Número de Saponificação . . . . .	66
Número de Emulsão . . . . .	66
Ponto de Anilina . . . . .	67
Corrosão . . . . .	67
Insolúveis . . . . .	67
IAT (TAN) e IBT (TBN) . . . . .	68
Análise Espectrográfica . . . . .	68

## Capítulo 5

<b>ADITIVOS EM LUBRIFICANTES . . . . .</b>	<b>69</b>
TIPOS DE ADITIVOS . . . . .	69
Detergentes . . . . .	70
Sulfonatos . . . . .	70
Sulfonatos Naturais (de Petróleo) . . . . .	71
Sulfonatos Sintéticos . . . . .	71
Fosfonatos e/ou Tiofosfonatos . . . . .	72
Fenatos . . . . .	72
Salicilatos alcoil-substituídos . . . . .	73
Detergentes Alcalinos . . . . .	73
Dispersantes . . . . .	74
Antioxidantes e Passivadores de Metais . . . . .	74
1ª fase – Iniciação . . . . .	75
2ª fase – Propagação . . . . .	75
3ª fase – Ramificação . . . . .	75
4ª fase – Terminação . . . . .	75

Agentes Antidesgaste . . . . .	77
Propriedades de Extrema Pressão . . . . .	77
Tipos de Aditivos EP . . . . .	78
Métodos de Teste para Lubrificantes EP . . . . .	79
Timken . . . . .	79
Almen . . . . .	80
Falex . . . . .	80
Fourball . . . . .	81
SAE . . . . .	81
FZG . . . . .	82
Outros Aditivos . . . . .	82
Melhoradores do Índice de Viscosidade . . . . .	82
Inibidores de Corrosão . . . . .	83
Abaixadores de Ponto de Fluidez . . . . .	84
Diversos . . . . .	84

*Capítulo 6*

<b>MISTURA . . . . .</b>	<b>87</b>
Produção – Formulação . . . . .	87
Aditivos Usados em Óleos Automotivos . . . . .	90
Desenvolvimento de um Novo Lubrificante . . . . .	93
Desenvolvimento de um Novo Óleo Automotivo . . . . .	93
Formulação de Óleos para Motor a Gasolina . . . . .	94
Formulação de Óleos para Motor Diesel . . . . .	94

*Capítulo 7*

<b>GRAXAS LUBRIFICANTES . . . . .</b>	<b>95</b>
Vantagens da Utilização das Graxas . . . . .	98
Características das Graxas . . . . .	98
Consistência . . . . .	98
Viscosidade Aparente . . . . .	100
Ponto de Gota (ASTM D-566) . . . . .	101
Resistência ao Cisalhamento (ASTM D-1831) . . . . .	102
Separação do Óleo Durante a Armazenagem (ASTM D-1742) . . . . .	102
Estabilidade à Oxidação (ASTM D-942) . . . . .	102
Capacidade de Carga (ASTM D-2509 e D-2596) . . . . .	102
Ação de Lavagem pela Água (ASTM D-1264) . . . . .	102
Bombeabilidade . . . . .	103

Graxas de Cálcio .....	103
Graxas de Sódio .....	104
Graxas de Alumínio .....	104
Graxas de Lítio .....	104
Graxas de Sabões Complexos .....	105
Graxas Grafitadas .....	105
Graxas sem Sabão .....	105
Aplicações Especiais .....	106
Graxas para Altas Temperaturas .....	106
Graxas para Baixas Temperaturas .....	106
Graxas para Alta Rotação .....	106
Aditivos para Graxas .....	107

### *Capítulo 8*

<b>LUBRIFICANTES SÓLIDOS.....</b>	<b>109</b>
Lubrificação Sólida .....	110
PTFE.....	110
Películas Secas .....	110
Penetração Iônica.....	111
Metais .....	112

### *PARTE III*

<b>PRINCÍPIOS BÁSICOS DE LUBRIFICAÇÃO.....</b>	<b>113</b>
--	------------

### *Capítulo 9*

<b>ATRITO E DESGASTE .....</b>	<b>115</b>
Atrito .....	115
Tipos de Atrito.....	115
Atrito Sólido .....	115
Atrito Fluido .....	115
Causas do Atrito.....	116
Atrito de Deslizamento.....	116
Coeficiente de Atrito.....	117
Ângulo de Atrito .....	117
Atrito de Rolamento .....	118
Desgaste .....	119
Leis de Desgaste.....	120

*Capítulo 10*

<b>LUBRIFICAÇÃO HIDRODINÂMICA</b> .....	<b>121</b>
Cunha de Óleo .....	121
Lubrificação de Superfícies Planas .....	122
Lubrificação de um Mancal .....	122

*Capítulo 11*

<b>LUBRIFICAÇÃO LIMÍTROFE</b> .....	<b>125</b>
Formação do Filme Fluido .....	126
Adsorção Física .....	126
Adsorção Química .....	128
Reação Química .....	128

*Capítulo 12*

<b>PROJETO DE FILMES EM MANCAIS DE DESLIZAMENTO</b> .....	<b>131</b>
Generalidades .....	131
Projeto de Filme Fluido em Mancais de Escora e de Guia .....	136
Sapata .....	136
Completo .....	136
Sapata Chapéu .....	138
Mancais Hidrodinâmicos (Tipo Fixo)????? .....	139
Mancais Hidrodinâmicos (Tipo Pivô) .....	144
Mancais Hidrostáticos .....	148
Sapata Simples .....	148
Sapatas Opostas .....	149
Sapata Simples .....	149
Sapatas Opostas .....	152
Projeto de Filme Fluido em Mancais Planos .....	154
Mancais Hidrodinâmicos (Tipo Fixo)????? .....	154
Mancais Completos .....	156
Mancais Parciais – $\beta = 120^\circ$ .....	165

*Capítulo 13*

<b>REOLOGIA</b> .....	<b>167</b>
Curvas Características de um Fluido Newtoniano .....	168
Curvas Características dos Fluidos Não-Newtonianos .....	168

*PARTE IV***LUBRIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS ESPECÍFICOS. . . . . 169***Capítulo 14***MANCAIS. . . . . 171**

Classificação dos Mancais . . . . .	171
Materiais para Mancais Simples . . . . .	174
Aplicações dos Diferentes Tipos de Rolamentos. . . . .	176
Nomenclatura-padrão de Rolamentos . . . . .	177
Lubrificação de Mancais . . . . .	177
Fatores de Escolha da Viscosidade/Consistência Adequada. . . . .	178
Lubrificação dos Mancais de Rolamentos . . . . .	181
Lubrificação a Graxa . . . . .	181
Lubrificação a Óleo . . . . .	181
Vedações . . . . .	183
Intervalos de Lubrificação . . . . .	183

*Capítulo 15***ENGRENAGENS . . . . . 185**

Nomenclatura . . . . .	185
Tipos de Engrenagens . . . . .	186
Materiais Usados para Engrenagem. . . . .	189
Lubrificação de Engrenagens Fechadas . . . . .	189
Formação da Película . . . . .	190
Fatores que Influenciam a Lubrificação . . . . .	190
Tipo de Engrenagem . . . . .	191
Rotação do Pinhão. . . . .	191
Grau de Redução . . . . .	191
Temperatura de Serviço . . . . .	191
Potência . . . . .	191
Natureza da Carga . . . . .	192
Tipo de Acionamento . . . . .	192
Métodos de Aplicação . . . . .	192
Contaminação . . . . .	193
Escolha da Viscosidade . . . . .	193
Lubrificação de Engrenagens Abertas . . . . .	196
Formação da Película . . . . .	196
Fatores Que Influenciam a Lubrificação . . . . .	196

Temperatura . . . . .	196
Método de aplicação . . . . .	196
Condições ambientais . . . . .	197
Material da engrenagem . . . . .	197
Classificação ISO para Lubrificantes Industriais . . . . .	197

*Capítulo 16*

**SISTEMA HIDRÁULICO . . . . . 199**

Princípios de Hidráulica . . . . .	199
Diagrama de Circuitos Hidráulicos . . . . .	200
Bombas Hidráulicas . . . . .	202
Generalidades . . . . .	202
Classificação . . . . .	203
Válvulas . . . . .	203
Motores Hidráulicos . . . . .	204
Tubos Hidráulicos e Conexões . . . . .	204
Acessórios . . . . .	204
O Óleo Hidráulico . . . . .	205
Roteiro Prático . . . . .	206
Bombas funcionando inadequadamente . . . . .	206
Aquecimento do óleo hidráulico . . . . .	207
Motores hidráulicos funcionando inadequadamente . . . . .	207
Contaminantes no sistema hidráulico . . . . .	207
Vazamentos . . . . .	207
A Escolha do Fluido Hidráulico . . . . .	208
Especificação de Desempenho . . . . .	209

*Capítulo 17*

**CORRENTES, ACOPLAMENTOS E CABOS DE AÇO . . . . . 211**

Correntes . . . . .	211
Tipos Básicos de Correntes . . . . .	211
Usos Gerais . . . . .	211
Causas de Mau Funcionamento . . . . .	212
Lubrificação de Correntes Acionadoras . . . . .	212
Lubrificação de Correntes Abertas . . . . .	213
Acoplamentos de Eixos . . . . .	214
Acoplamento Rígido . . . . .	214
Acoplamento Flexível . . . . .	214



Acoplamentos Flexíveis sem Lubrificação . . . . .	215
Acoplamentos Flexíveis Lubrificados . . . . .	215
Acoplamento por Engrenagens . . . . .	215
Acoplamento por Junta Universal . . . . .	216
Recomendações para Lubrificação . . . . .	216
Acoplamentos Hidráulicos e Conversores de Torque . . . . .	216
Conversores de Torque . . . . .	216
Cabos de Aço . . . . .	218
Fundamentos . . . . .	218
Métodos de Aplicação . . . . .	221
Limpeza de Cabos de Aço . . . . .	221

### Capítulo 18

## **MOTORES ELÉTRICOS E MOTO-REDUTORES . . . . . 223**

Motores Elétricos. . . . .	223
Mancais dos Motores Elétricos . . . . .	223
Mancais planos . . . . .	223
Mancais de rolamento . . . . .	223
Lubrificação dos Mancais dos Motores. . . . .	224
Temperatura de operação . . . . .	224
Rotação . . . . .	224
Carga do mancal . . . . .	225
Lubrificação à Graxa . . . . .	225
Lubrificação a Óleo . . . . .	225
Moto-Redutores. . . . .	225
Lubrificação de Moto-Redutores. . . . .	225

### Capítulo 19

## **COMPRESSORES. . . . . 227**

Generalidades. . . . .	227
Compressores Alternativos . . . . .	227
Componentes Mecânicos de um Compressor Alternativo. . . . .	228
Sistemas de Lubrificação. . . . .	229
Lubrificação dos Cilindros e dos Mancais. . . . .	229
Tipos de Lubrificantes . . . . .	230
Consumo de Óleo. . . . .	230
Compressores Rotativos . . . . .	231
Turbocompressores . . . . .	234

Compressão de Gases . . . . .	235
Bombas de Vácuo . . . . .	236

*Capítulo 20*

<b>BOMBAS . . . . .</b>	<b>237</b>
Classificação . . . . .	237
Bombas Alternativas de Deslocamento Positivo . . . . .	237
Bombas Centrífugas . . . . .	238
Bombas de Hélice . . . . .	239
Bombas Rotativas de Deslocamento Positivo . . . . .	239
Lubrificação dos Mancais de Rolamento . . . . .	239
Graxas . . . . .	241
Óleos . . . . .	241

*Capítulo 21*

<b>REFRIGERAÇÃO . . . . .</b>	<b>243</b>
Sistema de Refrigeração por Absorção . . . . .	243
Sistema de Refrigeração por Compressão . . . . .	243
Características dos Refrigerantes . . . . .	244
Compressores de Refrigeração . . . . .	245
Lubrificação . . . . .	245
Características dos Óleos Lubrificantes . . . . .	245
Viscosidade . . . . .	245
Estabilidade . . . . .	246
Propriedades de Baixa Temperatura . . . . .	246
Ponto de Fluidez . . . . .	246
Ponto de Flocculação . . . . .	246
Umidade . . . . .	246

*Capítulo 22*

<b>MÁQUINAS OPERATRIZES . . . . .</b>	<b>247</b>
Objetivo e Necessidades das Máquinas Operatrizes . . . . .	247
Sistemas Hidráulicos . . . . .	247
Tipos de Sistemas Hidráulicos . . . . .	248
Bombas para Fluidos Hidráulicos . . . . .	248
Fluido Hidráulico . . . . .	248
Período de Troca do Óleo Hidráulico . . . . .	248
As Máquinas Operatrizes . . . . .	249

Tornos.....	249
Furadeiras.....	250
Plainas.....	250
Limadoras.....	250
Mandriladora.....	250
Brochadeiras.....	250
Fresadoras.....	251
Lubrificação Geral da Máquina-Ferramenta.....	252
Óleos de Dupla e Tripla Finalidades.....	252

### Capítulo 23

<b>LUBRIFICAÇÃO AUTOMOTIVA.....</b>	<b>255</b>
Óleos para Motor.....	256
Classificação por Viscosidade – Requisitos Físicos.....	257
Óleos Multiviscosos.....	260
Classificação por Serviço – Desempenho.....	261
Especificações de Desempenho de Óleos Lubrificantes para Motores A Gasolina.....	263
Classificação IIsac para Óleos de Motor a Gasolina.....	268
Especificações de Desempenho de Óleos Lubrificantes para Motores Diesel.....	269
Classificação Européia.....	273
Classificação ACEA 2004.....	276
Categorias A/B: Óleos para motores de carros de passeio a diesel e gasolina.....	276
Categorias C: Óleos compatíveis com sistemas de catalisadores.....	277
Categorias E: Óleos para motores diesel de serviço pesado.....	277
Óleos para Engrenagens de Veículos.....	278
Sistemas de Classificação.....	278
Especificações de Desempenho de Óleos Lubrificantes para Engrenagens Automotivas.....	280
Classificação API para Óleos de Engrenagens.....	280

### Capítulo 24

<b>MOTORES DIESEL MARÍTIMOS.....</b>	<b>283</b>
Tipos de Motores Marítimos.....	283
Funcionamento.....	283
Motor Diesel a quatro Tempos sem Cruzeta.....	283
Motor Diesel a quatro Tempos de Cruzeta.....	283
Motor Diesel a dois Tempos de Cruzeta.....	283
Motor Diesel a dois Tempos sem Cruzeta.....	284

Motor Diesel a dois Tempos de Pistões Opostos . . . . .	284
Motor Diesel a dois Tempos e Duplo Efeito . . . . .	284
Motor Diesel Tipo Napier-Delta a dois Tempos . . . . .	284
Lubrificação de Motores Diesel Marítimos . . . . .	286
Sistema de Lubrificação . . . . .	286
Circulação . . . . .	286
Lubrificador Mecânico . . . . .	286
Potência . . . . .	287
Refrigeração . . . . .	288
Requisitos para os Óleos Lubrificantes . . . . .	288
Contaminação . . . . .	288
Enxofre . . . . .	289
Diluição . . . . .	289
Desgaste . . . . .	289

*Capítulo 25*

<b>MOTORES DIESEL FERROVIÁRIOS . . . . .</b>	<b>291</b>
Tipos de Motores . . . . .	291
Lubrificação dos Motores . . . . .	291
Dispersão . . . . .	292
Filtro . . . . .	293
Teor de cinza . . . . .	293
Alcalinidade . . . . .	293
Lubrificação dos Mancais de Prata . . . . .	293
Turboalimentadores . . . . .	293
Controle da Vida do Lubrificante . . . . .	294
A Troca de Óleo . . . . .	294

*Capítulo 26*

<b>TURBINAS HIDRÁULICAS . . . . .</b>	<b>297</b>
Turbinas Pelton, Francis e Kaplan . . . . .	299
Sistemas de Lubrificação . . . . .	300
Requisitos do Óleo para Turbinas . . . . .	300
Viscosidade . . . . .	302
Ferrugem . . . . .	302
Emulsificação . . . . .	303
Espuma . . . . .	303
Oxidação . . . . .	303

Formação de borra . . . . .	303
Acidez . . . . .	303
Purificação dos Óleos de Turbinas . . . . .	303
Decantação e filtração . . . . .	304
Purificação por centrifugação . . . . .	304
Purificação contínua . . . . .	304
Purificação parcial . . . . .	304
Substituição parcial do óleo . . . . .	304
Lubrificação . . . . .	305

### *Capítulo 27*

## **TURBINAS A VAPOR E SUA**

### **LUBRIFICAÇÃO . . . . . 307**

Generalidades . . . . .	307
O Vapor . . . . .	307
Geradores de Vapor (Caldeiras) . . . . .	308
Rendimento Térmico . . . . .	308
Turbina a Vapor . . . . .	309
Vantagens sobre a Máquina a Vapor . . . . .	309
Classificação . . . . .	310
Turbina multicelular . . . . .	310
Acessórios essenciais das turbinas . . . . .	310
Sistemas de Lubrificação das Turbinas . . . . .	311
Bombas . . . . .	311
Refrigerador de óleo . . . . .	311
Ventilação . . . . .	311
Óleos Lubrificantes para Turbinas a Vapor . . . . .	312
Oxidação . . . . .	312
Emulsão . . . . .	312
Borra . . . . .	312
Espuma . . . . .	313
Ferrugem . . . . .	313
Contaminantes sólidos . . . . .	313
Calor . . . . .	313
Características do Óleo . . . . .	313
Observações sobre as Condições do Óleo Usado . . . . .	313
Purificação . . . . .	314
Princípios da Purificação . . . . .	314

*Capítulo 28*

<b>FERRAMENTAS PNEUMÁTICAS</b> .....	<b>317</b>
Lubrificação de Ferramentas Pneumáticas .....	318
Óleo para Ferramentas Pneumáticas .....	319

*Capítulo 29*

<b>EQUIPAMENTOS DE TERRAPLENAGEM</b> .....	<b>321</b>
Tratores .....	321
Motoniveladoras .....	322
Pás Carregadeiras .....	322
Escavadeiras .....	322
Scrapers .....	322
Caminhões Fora de Estrada .....	322
Rolos Compressores .....	322
Máquinas Compactadoras .....	323
Lubrificação dos Equipamentos de Terraplenagem .....	323
Planejamento da Lubrificação .....	323
Racionalização da Lubrificação .....	324

*PARTE V*

<b>LUBRIFICAÇÃO DE INDÚSTRIAS ESPECÍFICAS</b> .....	<b>325</b>
---	------------

*Capítulo 30*

<b>USINA SIDERÚRGICA</b> .....	<b>327</b>
A Fabricação do Ferro-Gusa .....	327
A Fabricação do Aço .....	327
Processo Bessemer .....	327
Processo Siemens-Martin .....	329
Processo de Sopragem a Oxigênio .....	329
Processos OLP e LD-AC .....	329
Fornos Elétricos .....	330
A Laminação .....	332
Classificação dos Laminadores .....	332
Tipos de Cadeiras de Laminação .....	333
A Lubrificação .....	334
Lubrificantes para Mancais dos Cilindros .....	335
Lubrificantes para Laminação .....	335
Óleos de Laminação .....	336

Características do Óleo de Dendê .....	337
Origem .....	337
Aspecto físico .....	337
Constituição química .....	337
Sistemas de Lubrificação .....	338
Análise Típica .....	338
Avaliação de Alguns Óleos de Laminação .....	339
Lubrificante para Lavagem do Benzol (Destilação do Coque) .....	339

### Capítulo 31

<b>INDÚSTRIA TÊXTIL .....</b>	<b>341</b>
Fiação .....	341
Tecelagem .....	342
Malharia .....	342
Acabamento .....	342
Características dos Lubrificantes e Suas Aplicações .....	345
Caixas de Pentes .....	345
Fusos .....	345
Anéis dos Viajantes .....	346
Enroladeiras .....	346
Teares .....	346

### Capítulo 32

<b>USINA DE AÇÚCAR .....</b>	<b>347</b>
Generalidades .....	347
Equipamentos de uma Usina .....	347
Equipamento de Moagem .....	347
Trituradores e moendas .....	347
Trens de engrenagens .....	349
Disfibrador e facas .....	350
Transportadores e esteiras .....	350
Equipamento de Clarificação .....	350
Tanques .....	350
Clarificadores .....	350
Filtros .....	351
Equipamento de Concentração .....	351
Evaporadores .....	351

Cozinhadores .....	351
Cristalizadores .....	351
Transportadores, elevadores, misturadores, peneiras e secadores .....	351

*Capítulo 33*

<b>FÁBRICA DE CIMENTO</b> .....	<b>355</b>
Generalidades .....	355
Matérias-Primas .....	355
Fabricação .....	355
Preparo e dosagem da mistura .....	355
Homogeneização .....	355
Clinquerização .....	355
Resfriamento .....	357
Adições finais e moagem .....	357
Ensacamento .....	357

*Capítulo 34*

<b>FÁBRICA DE PAPEL</b> .....	<b>359</b>
Generalidades .....	359
Processo de Fabricação de Celulose de Fibra .....	359
Fabricação da Celulose a partir da Madeira .....	359
Considerações sobre os Lubrificantes .....	360

*Capítulo 35*

<b>USINA NUCLEAR</b> .....	<b>363</b>
Efeitos de Radiação nos Lubrificantes .....	363

*PARTE VI*

<b>PRODUTOS ESPECIAIS</b> .....	<b>365</b>
---------------------------------	------------

*Capítulo 36*

<b>ÓLEO ISOLANTE</b> .....	<b>367</b>
Fundamentos .....	367
Refinação .....	367
O Transformador .....	369
Refrigeração dos Transformadores .....	369
Chaves Elétricas (Disjuntores) .....	369
Características do Óleo .....	370



Óleos Sintéticos para Transformadores.....	371
Controle de Óleo em Serviço.....	372
Purificação do Óleo .....	372
Formas de Apresentação da Água.....	373
Tratamento do Óleo.....	374
Filtração .....	374
Centrifugação .....	374
Filtro de Linha.....	375
Desidratação sob Vácuo .....	375
Desgaseificação.....	375
Regeneração do Óleo .....	375
Fosfato Trissódico.....	375
Carvão Ativado .....	376
Adsorção .....	376
Percolação .....	376
Adição de Inibidor.....	376
Instalações de Tratamento e Regeneração .....	377
A Troca do Óleo do Transformador.....	378
Amostragem de Óleos Isolantes Minerais .....	378
a) Geral.....	378
b) Dispositivos para Retirada de Amostras .....	379
c) Recipiente.....	379

### Capítulo 37

<b>PROTEÇÃO DE EQUIPAMENTOS.....</b>	<b>381</b>
Orientações .....	381
A Química da Ferrugem .....	383

### Capítulo 38

<b>FLUIDOS PARA TRABALHOS EM METAIS.....</b>	<b>385</b>
Introdução .....	385
Trabalhos em Metal.....	385
Laminação.....	385
Modelagem .....	387
Lubrificantes para Estampagem .....	387
Aços de Baixas e Médias Ligas .....	387
Aços Inoxidáveis .....	388
Cobre e Suas Ligas .....	388

Alumínio e Suas Ligas . . . . .	388
Lubrificantes para Trefilação . . . . .	388
Corte . . . . .	389
Fluidos de Corte . . . . .	390
Recomendações Práticas . . . . .	392

### Capítulo 39

## **TRATAMENTOS TÉRMICOS . . . . . 395**

Tratamentos Térmicos . . . . .	395
Revenido . . . . .	395
Têmpera . . . . .	396
Aquecimento . . . . .	397
Resfriamento . . . . .	397
Primeiro estágio . . . . .	397
Segundo estágio . . . . .	397
Terceiro estágio . . . . .	397
Têmpera a Óleo . . . . .	398
Têmpera a Óleo Quente . . . . .	398
Defeitos Que Ocorrem Frequentemente ao Temperar . . . . .	399
O Banho . . . . .	399
Os Óleos para o Tratamento Térmico . . . . .	400
Óleos de Têmpera . . . . .	400
Uso do Óleo . . . . .	401
Oxidação . . . . .	401
Contaminação . . . . .	402
Refrigerantes à Base de Água . . . . .	402
Equipamentos Usados na Têmpera . . . . .	403
Resfriamento do Óleo para Têmpera . . . . .	404
Capacidade dos Tanques de Têmpera . . . . .	405

### Capítulo 40

## **PRODUTOS DE GRAU ALIMENTÍCIO . . . . . 407**

Indústria Panificadora . . . . .	408
Indústria de Massas . . . . .	409
Indústria do Chocolate . . . . .	409
Indústria de Laticínios . . . . .	409
Indústria de Confeitaria . . . . .	409

Indústria de Enlatados .....	410
Indústria de Bebidas .....	410
Indústria de Carnes e Aves .....	411
Indústria do Pescado .....	411
Produtos para Higiene Pessoal .....	411
Indústria Farmacêutica .....	411
A Escolha do Lubrificante .....	412
Óleos Brancos .....	412
Petrolatos, Parafinas e Ceras Microcristalinas .....	414

*Capítulo 41*

<b>TRIBOLOGIA .....</b>	<b>415</b>
-------------------------	------------

*Capítulo 42*

<b>TRANSFERÊNCIA DE CALOR .....</b>	<b>419</b>
Generalidades .....	419
Componentes do Sistema .....	419
Aquecedor .....	419
Tanque de Expansão .....	421
Bomba .....	421
Tubulação .....	421
Instrumentação .....	421
Recomendações Técnicas .....	422

*PARTE VII*

<b>CUIDADOS ESPECIAIS .....</b>	<b>423</b>
---------------------------------	------------

*Capítulo 43*

<b>DISPOSITIVOS DE LUBRIFICAÇÃO .....</b>	<b>425</b>
Dispositivos de Lubrificação a Óleo .....	426
Por Gravidade .....	426
Por Capilaridade .....	427
Por Salpico .....	427
Por Imersão .....	428
Por Sistema Forçado .....	429
Dispositivos de Lubrificação a Graxa .....	430
Lubrificador Mecânico .....	431

Lubrificador Hidrostático .....	432
Sistema Centralizado .....	432
Lubrificação por Névoa .....	434
Acessórios de Lubrificação .....	437

*Capítulo 44*

<b>ARMAZENAGEM E MANUSEIO .....</b>	<b>443</b>
Embalagem .....	443
Transporte .....	443
Manuseio e Armazenagem .....	444

*Capítulo 45*

<b>INTERPRETAÇÃO DE ANÁLISE DO ÓLEO USADO .....</b>	<b>447</b>
Densidade .....	447
Viscosidade .....	447
Índice de Viscosidade .....	448
Ponto de Fulgor .....	448
Cor .....	448
Neutralização .....	448
Água .....	449
Insolúveis .....	449
Sedimentos .....	450
Filtração por Membrana .....	450
Cinzas .....	450
Análise Espectrográfica por Absorção (Emissão) .....	450
Análise Espectrográfica Diferencial (Infravermelho) .....	452
Diluição .....	452

*Capítulo 46*

<b>LUBRIFICAÇÃO ORGANIZADA .....</b>	<b>455</b>
Fundamentos .....	455
Planejamento da Organização da Lubrificação .....	455
Levantamento dos Equipamentos .....	455
Programação .....	456
Controle .....	457
Codificação e Identificação dos Lubrificantes .....	457

*Capítulo 47*

**PROGRAMA DE**

**ANÁLISES PERIÓDICAS ..... 459**

Introdução .....	459
Material e Metodologia .....	459
Esquema de Montagem do Programa. ....	459
Etapas de Implantação .....	460
Descrição dos Procedimentos .....	461
1ª Etapa: Diagnóstico da situação atual da lubrificação e coleta de dados .....	461
2ª Etapa: Controles do programa de análises periódicas .....	462
3ª Etapa: Plano de lubrificação – planejamento e programação .....	462
4ª Etapa: Integração entre lubrificação e manutenção .....	463
5ª Etapa: Reciclagem de óleos lubrificantes usados .....	463
6ª Etapa: Informatização dos controles .....	463
Resultados .....	463
Recomendações .....	464

*Capítulo 48*

**RECICLAGEM E RERREFINO DE ÓLEOS USADOS..... 465**

Introdução .....	465
A Reciclagem dos Óleos Usados .....	467
Reciclagem por Processos Físicos .....	467
Sedimentação .....	467
Filtração .....	468
Centrifugação .....	471
Desgaseificação .....	472
Desidratação térmica .....	472
Extração por solvente .....	473
Destilação .....	473
Reciclagem por Processos Químicos .....	474
Acidulação .....	474
Neutralização .....	474
Hidroacabamento .....	475
Reciclagem por Processos Complexos .....	475
Tratamento de óleos hidráulicos e óleos de circulação .....	475
Tratamento de óleo de turbina .....	475
Tratamento de óleos de corte .....	476
Tratamento de óleos isolantes .....	478

Tratamento de fluidos sintéticos resistentes ao fogo . . . . .	480
O Rerrefino dos Óleos Usados . . . . .	480
Ácido/Argila (Bernd Meinken) . . . . .	481
Destilação/Argila . . . . .	483
Processo VISCOLUBE . . . . .	483
Processo RTI . . . . .	484
Processo INTERLINE . . . . .	484
Processo ROSE-KELLOG . . . . .	485
Destilação/Hidrogenação . . . . .	485
Processo MOHAWK . . . . .	486
Processo BERC ou NIPER . . . . .	487
Processo PROP . . . . .	487
Processo “SAFETY KLEEN” . . . . .	488
Processo UOP DCH . . . . .	488
Extração por Solvente (IFP – Instituto Francês do Petróleo) . . . . .	489
Extração Seletiva a Propano com Tratamento Ácido . . . . .	489
Extração Seletiva a Propano com Hidroacabamento . . . . .	491
Pré-tratamento Térmico . . . . .	494
Ultrafiltração e Adsorção . . . . .	494
Outros Processos . . . . .	496
Processo ENTRA . . . . .	496
Processo RECYCLON . . . . .	496
Processo SNAMPROGETTI . . . . .	496
Processo Supercrítico KRUPP KOPPERS . . . . .	497
Processo VAXON . . . . .	497
<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>499</b>