

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 HISTÓRIA DA REFRIGERAÇÃO UNIVERSAL	1
1.2 CONCEITOS	3
1.3 SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO	5
1.4 APLICAÇÕES DA REFRIGERAÇÃO	6
2 SISTEMAS DE COMPRESSÃO A VAPOR DE ÚNICO ESTÁGIO	12
2.1 CICLO DE REFRIGERAÇÃO DE CARNOT	12
2.2 CICLO ELEMENTAR DE REFRIGERAÇÃO	15
2.3 CICLO SATURADO SIMPLES DE COMPRESSÃO A VAPOR	17
2.4 CICLO REAL DE COMPRESSÃO A VAPOR	27
2.5 EXEMPLOS ILUSTRATIVOS	33
3 SISTEMAS DE COMPRESSÃO A VAPOR DE MÚLTIPLOS ESTÁGIOS	36
3.1 INSTALAÇÃO COM VÁRIOS EVAPORADORES	36
3.2 INSTALAÇÃO PARA OBTENÇÃO DE BAIXAS TEMPERATURAS	38
3.3 EXEMPLOS ILUSTRATIVOS	42
4 SISTEMAS DE ABSORÇÃO	44
4.1 SISTEMA BrLi-ÁGUA	44
4.2 SISTEMA ÁGUA-AMÔNIA	48
4.3 EXEMPLOS ILUSTRATIVOS	50
5 COMPRESSORES	51
5.1 COMPRESSORES ALTERNATIVOS	51
5.2 COMPRESSORES ROTATIVOS	67
5.3 COMPRESSORES CENTRÍFUGOS	76
5.4 EXEMPLOS ILUSTRATIVOS	78
6 CONDENSADORES	79
6.1 CONDENSADORES RESFRIADOS A ÁGUA	79
6.2 CONDENSADORES RESFRIADOS A AR	85
6.3 EXEMPLOS ILUSTRATIVOS	90
7 TORRES DE RESFRIAMENTO E CONDENSADORES EVAPORATIVOS	91
7.1 TORRES DE RESFRIAMENTO	91
7.2 CONDENSADORES EVAPORATIVOS	96
8 EVAPORADORES	98
8.1 TIPOS CONSTRUTIVOS DOS EVAPORADORES	98
8.2 CIRCUITO DO EVAPORADOR	100
8.3 MÉTODOS DE ALIMENTAÇÃO DO EVAPORADOR	101
8.4 SISTEMAS DE EXPANSÃO DIRETA E INDIRETA	103
8.5 EVAPORADORES DE CONVECÇÃO NATURAL E FORÇADA	105
8.6 MÉTODOS DE DEGELO	105
8.7 LOCALIZAÇÃO DO EVAPORADOR E DISTRIBUIÇÃO DO AR	108
8.8 CAPACIDADE DO DO EVAPORADOR	108
8.9 SELEÇÃO DO EVAPORADOR	109
8.10 RESFRIADORES DE LÍQUIDO	110
8.11 TROCADOR DE PLACAS	111
8.12 EXEMPLOS ILUSTRATIVOS	112

9	DISPOSITIVOS MEDIDORES.....	113
9.1	TUBO CAPILAR.....	113
9.2	VÁLVULA DE EXPANSÃO MANUAL.....	114
9.3	VÁLVULA BÓIA DE ALTA PRESSÃO.....	114
9.4	VÁLVULA BÓIA DE BAIXA PRESSÃO.....	115
9.5	VÁLVULA DE EXPANSÃO AUTOMÁTICA.....	116
9.6	VÁLVULA DE EXPANSÃO TERMOSTÁTICA.....	117
9.7	VÁLVULA DE EXPANSÃO ELÉTRICA.....	124
9.8	VÁLVULA DE EXPANSÃO ELETRÔNICA.....	125
10	ACESSÓRIOS DO CICLO DE REFRIGERAÇÃO.....	126
10.1	SEPARADOR DE ÓLEO.....	127
10.2	SILENCIADOR.....	127
10.3	INTERCAMBIADOR DE CALOR.....	128
10.4	RESERVATÓRIO DE LÍQUIDO.....	128
10.5	FILTRO SECADOR.....	129
10.6	ACUMULADOR DE SUCÇÃO.....	130
10.7	FILTRO PARA SUCÇÃO.....	130
10.8	AQUECEDOR DE ÓLEO.....	131
10.9	VISOR DE LÍQUIDO.....	132
10.10	VÁLVULA SOLENÓIDE.....	132
10.11	VÁLVULA DE INSPEÇÃO.....	134
10.12	VÁLVULA DE SERVIÇO.....	134
10.13	VÁLVULA DE RETENÇÃO.....	135
10.14	REGISTROS.....	135
10.15	VÁLVULAS DE SEGURANÇA.....	135
10.16	PLUG FUSÍVEL.....	135
11	CONTROLES AUTOMÁTICOS DO CICLO DE REFRIGERAÇÃO.....	136
11.1	COMPONENTES BÁSICOS DE UM SISTEMA DE CONTROLE.....	136
11.2	TIPOS OU FORMAS DE CONTROLE.....	137
11.3	DISPOSITIVOS DE CONTROLE.....	139
11.4	CONTROLES ELÉTRICOS.....	144
11.5	FUNCIONAMENTO DO CIRCUITO DE CONTROLE ELÉTRICO DE UM CONDICIONADOR DE AR.....	150
12	ISOLAMENTO TÉRMICO.....	154
12.1	CÁLCULO DA ESPESSURA DO ISOLAMENTO.....	154
12.2	ESPESSURA ECONÔMICA DE ISOLAMENTO.....	155
12.3	ISOLAMENTO DAS CÂMARA FRIGORÍFICAS.....	156
12.4	ISOLAMENTO DAS TUBULAÇÕES FRIGORÍFICAS.....	159
12.5	ISOLAMENTO ACÚSTICO E ANTIVIBRATÓRIO DAS TUBULAÇÕES... ..	160
12.6	ISOLAMENTO DAS TUBULAÇÕES DE ÁGUA GELADA.....	161
12.7	ISOLAMENTO DE DUTOS DE AR CONDICIONADO.....	163
12.8	CONDENSAÇÃO SUPERFICIAL.....	163
12.9	EXEMPLOS ILUSTRATIVOS.....	165
13	TUBULAÇÕES DE REFRIGERANTE.....	167
13.1	DIMENSIONAMENTO DA LINHA DE LÍQUIDO.....	167
13.2	DIMENSIONAMENTO DA LINHA DE SUCÇÃO.....	168
13.3	DIMENSIONAMENTO DA LINHA DE DESCARGA.....	170
13.4	PROCEDIMENTOS DE CÁLCULO DA TUBULAÇÃO.....	171

13.5	TESTE DE VAZAMENTO.....	174
13.6	VÁCUO NO SISTEMA.....	175
13.7	CARGA DE ÓLEO.....	175
13.8	EXEMPLO ILUSTRATIVO.....	176
14	CARGA TÉRMICA EM INSTALAÇÕES FRIGORÍFICAS.....	177
14.1	DADOS INICIAIS PARA O DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES FRIGORÍFICAS.....	177
14.2	CARGA TÉRMICA.....	181
14.3	EXEMPLO ILUSTRATIVO.....	190
15	FLUIDOS REFRIGERANTES.....	192
15.1	ASPECTOS CARACTERÍSTICOS DOS REFRIGERANTES.....	195
15.2	DESENVOLVIMENTO E CARACTERÍSTICAS DOS REFRIGERANTES.....	196
15.3	DESEMPENHO DOS REFRIGERANTES NO CICLO.....	204
16	ÓLEOS DE REFRIGERAÇÃO.....	206
16.1	CLASSIFICAÇÃO GERAL DOS ÓLEOS.....	206
16.2	PROPRIEDADES DOS ÓLEOS LUBRIFICANTES.....	207
16.3	LUBRIFICANTES SINTÉTICOS.....	213
17	ÁGUA DE RESFRIAMENTO.....	215
17.1	PROBLEMAS NA ÁGUA DE RESFRIAMENTO.....	215
17.2	BALANÇO DE ÁGUAS EM UM SISTEMA DE RESFRIAMENTO.....	218
17.3	MÉTODOS PREVENTIVOS.....	219
17.4	PROGRAMA DE TRATAMENTO DA ÁGUA DE RESFRIAMENTO.....	220
17.5	FAIXA DE CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA DE RESFRIAMENTO.....	221
17.6	TRATAMENTOS INICIAIS PARA SISTEMAS ABERTOS.....	222
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		223
DIAGRAMAS E TABELAS.....		224 a 242