

## Sumário

<b>Dedicatória</b>	v
<b>Agradecimentos</b>	vii
<b>Prefacio</b>	ix
<b>Organização do Livro</b>	xi
<b>Capitulo I. Desenvolvimentos dos Sistemas de Absorção</b>	1
1. Introdução	1
1. 1. Breve Histórico dos sistemas de refrigeração por absorção.	1
1. 2. Atualidades e desenvolvimentos dos sistemas de refrigeração por absorção nos últimos vinte anos.	7
1.3. Importância do desenvolvimento dos sistemas de refrigeração por absorção	16
<b>Capitulo II. Propriedades dos Fluidos de trabalho</b>	23
2.1. Brometo de Lítio – Água. (BrLi) - (H <sub>2</sub> O)	24
2.1.1. Estado de Referência para a solução BrLi – H <sub>2</sub> O	28
2.1.2. Volume da solução BrLi –H <sub>2</sub> O	30
2.1.3. Calor específico da solução BrLi –H <sub>2</sub> O	30
2.1.4. Entalpia da solução BrLi – H <sub>2</sub> O	30
2.1.5. Entropia da solução BrLi – H <sub>2</sub> O	33
2.1.6. Molalidade	35
2.1.7. Coeficiente Osmótico	36
2.1.8. Coeficiente de Atividade da solução	36
2.1.8.1. Atividade da água	37
2.1.8.2. Atividade do BrLi	37
2.2. Água Pura (H <sub>2</sub> O)	38
2.2.1. Pressão de saturação do vapor	39

2.2.2. Entalpia do vapor saturado	40
2.2.3. Calor latente de condensação do vapor de água	40
2.2.4. Densidade ou massa específica da água saturada	40
2.2.5. Entalpia do vapor superaquecido	40

### **Capítulo III. Chiller de Absorção (Brometo de Lítio – Água)**

3.1. Sistema de refrigeração por absorção	43
3.2. Componentes básicos de um sistema de absorção	43
3.3. Funcionamento do sistema de refrigeração por absorção	44
3.4. Sistema de absorção de simples efeito	46
3.5. Sistema de absorção de múltiplos efeitos	48
3.6. Vantagens e desvantagens dos ciclos de absorção	48
3.7. Tipos de Chiller de Absorção	49
3.7.1. Chiller de Absorção de simples efeito de BrLi - H <sub>2</sub> O	49
3.7.2. Chiller de Absorção de duplo efeito de BrLi - H <sub>2</sub> O	52
3.8. Problemas de cristalização da solução (BrLi)	55
3.9. Corrosão e compatibilidade de materiais	58
3.10. Chiller de absorção avançados de BrLi – H <sub>2</sub> O	59
3.10.1. Chiller de médio efeito	59
3.10.2. Chiller de triplo efeito	61
3.11. Manutenção dos sistemas de absorção BrLi - H <sub>2</sub> O	63
3.12. Tipos de aplicações usando Chiller de absorção BrLi – H <sub>2</sub> O	65
3.12.1. Cogeração	65
3.12.2. Resfriamento utilizando energia Solar	66

### **Capítulo IV. Análise Termodinâmica dos chiller de absorção**

69

4.1. Análise Energética do Chiller de absorção	70
4.1.1. Modelagem dos componentes no sistema de simples efeito	71
4.1.1.1. Absorvedor	72
4.1.1.2. Gerador	74
4.1.1.2.1. Forma Indireta	75
4.1.1.3. Condensador	77
4.1.1.4. Evaporador	79
4.1.1.5. Trocador de Calor da Solução BrLi – H <sub>2</sub> O	80
4.1.1.6. Válvula de Expansão da Solução BrLi – H <sub>2</sub> O	83
4.1.1.7. Válvula de Expansão do Refrigerante (H <sub>2</sub> O)	84
4.1.1.8. Bomba da Solução BrLi – H <sub>2</sub> O	85
4.1.1.9. Coeficiente de Performance para sistemas de simples efeito. (Energético)	85
4.1.2. Modelagem dos componentes no sistema de duplo efeito	86
4.1.2.1. Absorvedor	89
4.1.2.2. Gerador de Alta	90
4.1.2.2.1. Forma Indireta	90
4.1.2.3. Gerador de Baixa	91
4.1.2.4. Condensador	93
4.1.2.5. Evaporador	95
4.1.2.6. Trocadores de Calor da Solução	96
4.1.2.6.1. Trocador de Calor da Solução BrLi – H <sub>2</sub> O (tcs1)	96
4.1.2.6.2. Trocador de Calor da Solução BrLi – H <sub>2</sub> O (tcs2)	97
4.1.2.7. Válvula de Expansão da Solução de BrLi – H <sub>2</sub> O (vs1)	98
4.1.2.8. Válvula de Expansão da Solução de BrLi – H <sub>2</sub> O (vs2)	99
4.1.2.9. Válvula de Expansão do Refrigerante (vr1)	99
4.1.2.10. Válvula de Expansão do Refrigerante (vr2)	100

4.1.2.11. Bomba da Solução de BrLi – H <sub>2</sub> O (bs1)	100
4.1.2.12. Bomba da Solução de BrLi – H <sub>2</sub> O (bs2)	101
4.1.2.13. Coeficiente de Performance para sistemas de duplo efeito. (Energético)	101
4.1.3. Coeficientes globais de transmissão de calor	101
4.1.4. Queimador (Gerador sistema de queima direta)	106
4.1.5. Bomba da Torre de Resfriamento	108
4.1.6. Torre de Resfriamento	109
4.1.7. Eficiência energética aplicada aos dos trocadores de calor	113
4.2. Análise Exergética do Chiller de Absorção	113
4.2.1. Exergia física	113
4.2.2. Exergia Química	114
4.2.2.1. Exergias Químicas padrão	114
4.2.3. Exergia total do sistema	116
4.2.4. Distribuição de Exergia no sistema de simples e duplo efeito	116
4.2.5. Coeficiente de Performance para sistemas de simples efeito. (Exergético)	118
4.2.6. Coeficiente de Performance para sistemas de duplo efeito. (Exergético)	118
<b>Capitulo V. Cogeração aplicada ao chiller de Absorção</b>	119
5.1. Turbinas a Vapor (Ciclo a Vapor)	119
5.2. Turbina a Gás (Ciclo Brayton)	121
5.3. Grupos Geradores (Motores de Combustão interna)	122
5.4. Energia Solar	122
<b>Capitulo VI. Análise Econômica do Chiller de Absorção</b>	125
6.1. Análise Financeira (Visão Energética)	125

6.1.1. Custos envolvidos na análise financeira de projetos de cogeração	128
6.1.2. Receitas do investimento	130
6.1.3. Métodos de avaliação econômica de projetos	133
6.1.3.1. Vantagem financeira	133
6.1.3.2. Tempo de retorno do capital investido ( <i>Payback</i> )	134
6.1.3.3. Índice de lucratividade	135
6.1.3.4. Valor presente líquido	135
6.1.3.5. Taxa interna de retorno	137
6.2. Análise Exergoeconomia (Visão Exergética)	138
6.2.1. Custos exergéticos.	141
6.2.2. Custos monetários baseados na análise exergética	144
<b>Capítulo VII. Estudo de um Caso. Chiller de Absorção (chiller tipo <i>WFC-SC10</i>)</b>	147
7.1. Chiller de Absorção de simples efeito	147
7.2. Chiller integrado ao sistema de cogeração	171
7.3. Análise Econômica	194
7.3.1. Visão Energética	196
7.3.2. Visão Exergética	202
<b>Referencias Bibliográficas</b>	213