

SUMÁRIO

Prefácio	V
Convenções para Denominações	VII
Capítulo 1	15
Introdução	15
1.1 Etapas para o Projeto	15
1.2 Características Disponíveis	16
1.3 Tipos e Geometrias	17
Capítulo 2	25
Considerações sobre o Dimensionamento de THA	25
2.1 Trabalho Específico transmitido ao Rotor e Queda correspondente	25
2.2 Vazão em escoamento pelo rotor	27
2.3 Geometria	27
2.4 Escoamento da Água no Rotor Sem Atrito e Pás com Espessura Finita	27

2.5 Trabalho Específico Disponível e Queda correspondente considerando o Rendimento Interno da THA -----	29
2.6 Vazão no Rotor, Rendimento de Fuga e Labirinto-----	29
2.6.1 Vazão e rendimento de fuga -----	29
2.6.2 Labirinto -----	29
2.6.3 Algoritmo para cálculo do labirinto -----	30
2.6.3.1 Dados de Entrada-----	30
2.6.3.2 Cálculos e Decisões-----	31
Capítulo 3 -----	33
Limitações do Projeto -----	33
3.1 Potência e Diâmetro do Eixo -----	33
3.2 Campo de THA Fabricadas e em Operação-----	34
3.3 Campo Operacional -----	35
3.4 Campo com Rotação Variável e Queda Constante-----	36
3.5 Ponto de Projeto do Rotor -----	38
3.6 Cavitação e Altura de Sucção -----	40
3.6.1 Considerações -----	40
3.6.2 Tipos de cavitação -----	41
3.6.3 Cavitação por rebaixamento do nível de jusante -----	43
3.7 Otimização de Perfil Relativamente à Cavitação -----	46

Capítulo 4	47
Rotor	47
4.1 Dimensões características	47
4.2 Perfis	48
4.3 Número de pás	54
4.4 Perda de energia	57
4.5 Forças e Empuxo Axial	60
4.5.1 Considerações	60
4.5.2 Empuxo axial	61
4.5.2.1 Força do peso das partes girantes	61
4.5.2.2 Forças de origem hidráulica	62
4.5.2.3 Resultante	63
4.5.2.4 Roteiro para cálculo do empuxo axial	63
4.6 Algoritmo para Cálculo Hidrodinâmico do Rotor	65
4.6.1 Objetivos	65
4.6.2 Dados de Entrada	65
4.6.3 Cálculos e Decisões	66
4.7 Aplicações do Algoritmo para Cálculo Hidrodinâmico do Rotor	71
4.7.1 Rotor hélice para THA de pequena potência	72
4.7.2 Rotor Kaplan para THB de grande potência	72
4.7.1.1 Dados de Entrada	72
4.7.1.2 Cálculos e Decisões	72
4.7.2.1 Dados de Entrada	78

4.7.2.2 Cálculos preliminares-----	79
4.7.2.3 Cálculos complementares -----	79
4.8 Aplicação do Roteiro do Empuxo Axial -----	82
4.8.1 Considerações -----	82
4.8.2 Dados de Entrada -----	82
4.8.3 Cálculos e Decisões -----	84
4.9 Traçado das Projeções das Pás -----	85
4.9.1 Metodologia -----	85
4.9.2 Traçado das projeções sobre superfície cilíndrica ----	89
4.9.2.1 Dados de Entrada -----	89
4.9.2.2 Algoritmo -----	89
4.9.2.3 Traçado do rotor hélice -----	91
4.9.3 Traçado das projeções sobre superfície esférica -----	92
4.9.3.1 Dados de Entrada -----	92
4.9.3.2 Algoritmo -----	92
4.9.3.3 Traçado do rotor Kaplan -----	94
4.10 Aplicação dos roteiros -----	95
Capítulo 5 -----	99
Carcaças - Perdas -----	99
5.1 Comentários e Perdas -----	99
5.2 Espiral de Seção Transversal Circular -----	103
5.2.1 Traçado do caminho hidráulico -----	103
5.2.2 Perda de energia no injetor da entrada -----	105

5.2.3 Perda de energia na espiral -----	105
5.3 Espiral de Seção Transversal Trapezoidal -----	106
5.3.1 Traçado do caminho hidráulico -----	107
5.3.2 Perda de energia -----	109
5.4 Distribuidor -----	109
5.4.1 Considerações -----	109
5.4.2 Aletas -----	109
5.4.3 Perda de energia -----	111
5.5 Pré-distribuidor -----	112
5.5.1 Considerações -----	112
5.5.2 Perda de energia -----	112
5.6 Tubo de Sucção -----	113
5.6.1 Geometrias -----	113
5.6.2 Perda de energia -----	113
5.7 Perda de energia por fuga -----	116
5.8 Perda de energia suplementar -----	116
5.9 Carcaça de THB -----	117
5.9.1 Caminho hidráulico -----	117
5.9.2 Potência perdida por atrito até a entrada do rotor -	119
5.9.3 Potência perdida no tubo de sucção -----	121
5.10 Potência Perdida em Cargas Parciais -----	123

Capítulo 6	129
Algoritmos para Determinação das Perdas Energéticas ----	129
6.1 Considerações-----	129
6.2 Algoritmo para THA com Espiral de Seção Circular-----	129
6.2.1 Dados de Entrada-----	129
6.2.2 Cálculos e Decisões -----	129
6.3 Algoritmo para THA com Espiral de Seção Trapezoidal-	136
6.3.1 Dados de Entrada-----	136
6.3.2 Cálculos e Decisões -----	136
6.4 Algoritmo para THB -----	141
6.4.1 Dados de Entrada-----	141
6.4.2 Cálculos e Decisões -----	142
Capítulo 7	145
Considerações finais sobre o projeto de THA	145
Referências Bibliográficas	147
Índice Alfabético Remissivo	149