

SUMÁRIO

Prefácio da Segunda Edição	15
Prefácio da Primeira Edição	17
Parte I: Introdução à Dinâmica dos Fluidos Computacional	21
1. Introdução	23
1.1 Aspectos Gerais	23
1.2 escoamento de Fluidos	28
1.3 Etapas para a Solução Numérica	35
1.4 Tipo de Malhas	38
1.5 Interpretando os Resultados da Simulação	40
1.6 Verificação e Validação do Simulador	44
1.7 Programas para DFC	49
1.8 Aspectos Históricos da DFC	49
1.9 Sumário	52
1.10 Leituras Sugeridas	53
1.11 Exercícios	55
2. Equações Diferenciais Parciais	57
2.1 Introdução	57
2.2 Problemas de Equilíbrio	58

2.3	Problemas Transientes	61
2.3.1	Equações Parabólicas	62
2.3.2	Equações Hiperbólicas	65
2.4	Aspectos Matemáticos das EDPs.....	67
2.4.1	Classificação Baseada nas Características	69
2.4.2	Características e Equações Hiperbólicas	74
2.5	Condições Auxiliares	76
2.6	Sumário	77
2.7	Leituras Sugeridas	78
2.8	Exercícios	78
3.	Equações de Diferenças Finitas	81
3.1	Aproximação por Diferenças Finitas	81
3.1.1	Expansões em Série de Taylor	83
3.1.2	Termos Difusivos Não Uniformes.....	95
3.1.3	Estêncil de uma Aproximação	96
3.1.4	Interpolação Polinomial.....	96
3.1.5	Técnica Geral.....	100
3.2	Discretização de Equações Estacionárias	105
3.3	Discretização Temporal	108
3.3.1	Discretização Explícita.....	110
3.3.2	Discretização Implícita.....	113
3.4	Discretizações Multidimensionais.....	116
3.5	Volumes Finitos.....	117
3.6	Consistência, Convergência e Estabilidade	128
3.6.1	Consistência	129
3.6.2	Convergência.....	130
3.6.3	Estabilidade.....	131
3.7	Outros Sistemas de Coordenadas.....	136
3.8	Usando Fórmulas de Alta Ordem	140
3.9	Escolhendo a Discretização Apropriada.....	141
3.9.1	Discretização Temporal e Simulações Transientes	142
3.9.2	Formulação Pseudotransiente.....	144
3.10	Sumário	145
3.11	Leituras Sugeridas	146
3.12	Exercícios	146
4.	Técnicas de Solução Numérica	155
4.1	Solução de Sistemas Lineares	155
4.1.1	Métodos Diretos	156
4.1.2	Métodos Iterativos	162
4.1.3	Erros no Processo de Solução	167

4.2	Bibliotecas Matemáticas	169
4.3	Equações Parabólicas	170
4.3.1	Discretizações Unidimensionais	170
4.3.2	Discretizações Multidimensionais	183
4.4	Equações Elípticas	189
4.4.1	Método de Gauss-Seidel	190
4.4.2	Gauss-Seidel por Linha	194
4.4.3	Sobrerrelaxação Sucessiva - SOR	195
4.4.4	SOR por Linha	198
4.4.5	Condição de Fronteira tipo Neumann	200
4.4.6	Volumes Finitos	201
4.4.7	Comparação entre os Métodos Iterativos	202
4.5	Equações Hiperbólicas	204
4.5.1	Equação de Convecção	204
4.5.2	Equação da Onda	222
4.5.3	Métodos Implícitos para Equações Hiperbólicas	224
4.6	Sumário	226
4.7	Leituras Sugeridas	229
4.8	Exercícios	230
Parte II: Equações de Navier-Stokes		243
5.	Equações de Navier-Stokes	245
5.1	As Equações de Navier-Stokes	245
5.2	Fluxo e Divergência	246
5.3	Conservação de Massa	252
5.4	Derivada Total	256
5.5	Conservação de Momento Linear	258
5.6	Conservação da Energia	263
5.7	Tensões em Fluidos Newtonianos	267
5.8	Equações de Estado	268
5.9	Simplificação das Equações	269
5.10	Forma Adimensional das Equações	273
5.11	A Pressão em Escoamentos Incompressíveis	275
5.12	Formulações Alternativas	280
5.13	Condições Auxiliares	282
5.14	Equação de Convecção-Difusão	293
5.15	Sumário	294
5.16	Leituras Sugeridas	296
5.17	Exercícios	297

6.	Métodos Numéricos para Navier-Stokes	305
6.1	Discretização das Equações	305
6.1.1	Malha Deslocada	310
6.1.2	Aproximação dos Termos Convectivos	314
6.2	Métodos Explícitos para Navier-Stokes	328
6.2.1	Método MAC	328
6.2.2	Método Sola	354
6.3	Condições Iniciais para Escoamentos Transientes	369
6.4	Métodos Implícitos para Navier-Stokes	370
6.4.1	SCGS	373
6.4.2	Simple	385
6.5	Volumes Finitos	397
6.6	Escoamentos com Influência da Temperatura	397
6.7	Extensão para Três Dimensões	401
6.8	Sugestões para a Programação de Simuladores	403
6.9	Sumário	405
6.10	Leituras Sugeridas	408
6.11	Exercícios	412
7.	Computação Paralela e DFC	427
7.1	Introdução	427
7.2	Arquiteturas de Computadores Paralelos	430
7.3	Programas Paralelos	433
7.4	Medidas de Desempenho	435
7.5	Decomposição do Problema	438
7.6	Resolução da Equação de Laplace	442
7.7	Divisão por Cores	450
7.8	Bibliotecas de Troca de Mensagem	453
7.9	Bibliotecas Matemáticas Paralelas	454
7.10	Solução das Equações de Navier-Stokes	455
7.11	Sugestões para a Paralelização	460
7.12	Sumário	461
7.13	Leituras Sugeridas	463
7.14	Exercícios	464
	Parte III: Apêndice	467
A.	Complementos	469
A.1	Fórmulas de Diferenças Finitas	469
A.1.1	Aproximações de Primeira Ordem	469
A.1.2	Aproximações de Segunda Ordem	470

A.2 Método de Lax-Wendroff.....	471
A.3 Forma Conservativa	472
A.4 Obtenção da Equação para a Energia Cinética	475
A.5 Equações de Navier-Stokes em Três Dimensões	476
A.6 Cálculo da Função Corrente	477
A.7 Equivalência dos Métodos MAC e Sola	479
A.8 Correção de Velocidades Perto de Fronteiras	483
A.9 Perfis de Velocidade	484
A.10 Discretização Implícita das Equações de NS	487
A.11 Correção Atrasada.....	499
A.12 Solução do Sistema Linear do SCGS.....	502
A.13 Modificações no Sistema Linear do SCGS	503
A.14 Forçando a Conservação de Massa	505
A.15 Versões por Linha do SCGS	507
A.16 Discretização por meio de Volumes Finitos.....	510
Bibliografia	525
Sobre o Autor	549