

LUIZ FERNANDO GOMES SOARES

**MODELAGEM
E SIMULAÇÃO
DISCRETA DE
SISTEMAS**

003.3

S676

Editora Campus

SUMÁRIO

Capítulo 1 - Sistemas e Modelos	1
1.1' - Introdução	1
1.2 - Sistemas e Modelos : Definições	2
1.3 - Construção de Modelos e Modelos para Simulação	3
1.4 - Um Exemplo de Simulação	5
Referências	10
Capítulo 2 - Modelos e Simulação	11
2.1 - Introdução	11
2.2 - Classificação dos Modelos	11
2.3 - Modelagem para Simulação Discreta	15
2.3.1 - Simulação Orientada a Evento	16
2.3.2 - Simulação Orientada ao Exame da Atividade	17
2.3.3 - Simulação Orientada a Processo	18
2.4 - Modelagem para Simulação Contínua	19
2.5 - Modelagem para Simulação Contínua-Discreta Combinadas	20
2.6 - Pacotes para Simulação Utilizados	20
2.6.1 - A Estrutura do SLAM II	21
2.6.2 - A Estrutura do RESQ	21
2.7 - Exercícios	23
Referências	24
Capítulo 3 - Modelos Baseados em Redes de Filas	25
3.1 - Introdução	25
3.2 - Rede de Filas	26
3.3 - Distribuições de Probabilidade	29
3.3.1 - Distribuição Uniforme	30
3.3.2 - Distribuição Triangular	31
3.3.3 - Distribuição Exponencial	31
3.3.4 - Distribuição de Poisson	32
3.3.5 - Distribuição Normal ou Gaussiana	33
3.3.6 - Distribuição Lognormal	34
3.3.7 - Distribuição de Erlang	35

3.3.8 - Distribuição Gama	35
3.4 - Algoritmos de Escalonamento	36
3.5 - Parâmetros do Modelo	38
3.6 - Alguns Modelos Simples de Sistema	38
3.6.1 - Sistema de Computação	39
3.6.2 - Sistemas de Fabricação	40
3.7 - Medidas de Desempenho	41
3.8 - Exercícios	43
Referências	46
Capítulo 4 - A Estrutura de Redes de Filas Estendidas do RESQ	47
4.1 - Introdução	47
4.2 - Elementos do Modelo e Diagrama	48
4.2.1 - Usuários (Customers)	49
4.2.2 - Centros de Serviço (Service Centers)	50
4.2.3 - Centros Passivos (Passive Centers)	51
4.2.4 - Fontes (Sources) e Sorvedouros (Sinks)	54
4.2.5 - Variáveis e Status do Modelo	54
4.2.6 - Nó de Espera (Wait Node)	56
4.2.7 - Cadeias (Chains)	56
4.2.8 - Submodelos (Submodels)	58
4.2.9 - Informações Não-Estruturadas	59
4.2.10 - Modelos em RESQ	60
4.3 - Exercícios	66
Referências	72
Capítulo 5 - Solução do Modelo	73
5.1 - A Solução Analítica	73
5.1.1 - Técnicas de Aproximação	75
5.2 - A Solução por Simulação	82
5.2.1 - O Processo de Simulação	84
5.3 - Modelagem Híbrida	87
5.4 - Exercícios	90
Referências	93
Capítulo 6 - Probabilidade e Estatística em Simulação	95
6.1 - Introdução	95
6.2 - Coleta e Análise de Dados	95
6.2.1 - Aquisição de Dados	95
6.2.2 - Estatística Descritiva	96
6.3 - Geração de Números e Amostras Aleatórias	100
6.3.1 - Geração de Números Pseudo-Aleatórios	100
6.3.2 - Geração de Amostras Aleatórias	102

6.3.3 - Teste de Aleatoriedade	105
6.4 - Inferência Estatística	105
6.4.1 - Lei dos Grandes Números e Teorema do Limite Central	107
6.4.2 - Intervalo de Confiança	110
6.4.3 - Hipóteses de Teste	123
6.5 - Problemas Estatísticos Relacionados com a Simulação	123
6.5.1 - Exemplos de Simulação	124
6.5.2 - Sementes Diferentes	129
6.5.3 - Condições Iniciais	135
6.5.4 - Truncamento de Dados	136
6.5.5 - Comprimento da Seqüência de Simulação e Número de Replicações	136
6.6 - Exercícios	138
Referências	140
Capítulo 7 - Submodelos	143
7.1 - Introdução	143
7.2 - Clareza de Descrição	144
7.3 - Facilidade de Repetição	148
7.4 - Compartilhamento Entre Modelos	151
7.5 - Variabilidade na Estrutura do Modelo	154
7.6 - Decomposição	159
7.7 - Exercícios	161
Referências	165
Capítulo 8 - Modelagem e Simulação de Sistemas	167
8.1 - Introdução	167
8.2 - Sistemas de Manufatura e de Serviços	167
8.2.1 - Balanceamento de Carga	167
8.2.2 - Sistemas Sujeitos a Falhas	171
8.2.3 - Sincronização de Tarefas	174
8.3 - Sistemas de Computação	176
8.3.1 - Planejamento de Capacidade	176
8.3.2 - Spool de Impressora	180
8.3.3 - Sistemas Fortemente Acoplados	185
8.4 - Redes de Comunicação	189
8.4.1 - Acesso Múltiplo por Divisão no Tempo - TDMA	189
8.4.2 - Protocolo CSMA/CD	192
8.4.3 - Protocolo Passagem de Permissão em Anel	195
8.5 - Exercícios	201
Referências	206
Capítulo 9 - Modelagem e Simulação Orientada a Evento	207
9.1 - Introdução	207

9.2 - Conceitos Básicos	208
9.3 - A Estrutura do SLAM II para a Simulação Orientada a Evento	211
9.3.1 - O Sistema de Armazenamento de Filas do SLAM II	215
9.3.2 - Variáveis	216
9.3.3 - O Programa Principal	217
9.3.4 - Escalonamento de Eventos	218
9.3.5 - Manipulação de Filas	220
9.3.6 - Coleta de Estatística	222
9.3.7 - Comandos de Controle	224
9.3.8 - Relatórios de Saída	229
9.4 - Um Exemplo de Modelagem Orientada a Evento em SLAM II	229
9.5 - Exercícios	232
Referências	234
Capítulo 10 - Pacotes para Simulação	235
10.1 - Introdução	235
10.2 - Pacotes de Simulação de Uso Específico	235
10.3 - Pacotes de Simulação de Uso Geral	236
10.3.1 - Linguagens Orientadas a Processo	236
10.3.2 - Linguagens Orientadas a Evento	245
10.4 - Conclusão	246
Referências	248