

Sumário

1	Introdução	1
2	Teoria da Probabilidade	13
2.1	Espaço de Amostras	13
2.2	Álgebra de Eventos	17
2.3	Medida de Probabilidade	27
2.3.1	Probabilidade como Frequência Relativa	28
2.3.2	Definição Axiomática da Probabilidade	29
2.3.3	Propriedades da Medida de Probabilidade	31
2.3.4	Probabilidade Condicional	34
2.3.5	Teorema da Probabilidade Total	38
2.3.6	Regra de Bayes	39
2.3.7	Independência Estatística entre Eventos	42
2.4	Sistema de Probabilidade	45
2.5	Problemas	53
3	Variáveis Aleatórias	65
3.1	Variável Aleatória Real	65
3.2	Função Distribuição de Probabilidade de uma Variável Aleatória Real	71
3.2.1	Propriedades da Função Distribuição de Probabilidade de uma Variável Aleatória Real	74
3.3	Classificação de Variáveis Aleatórias	76
3.4	Função Densidade de Probabilidade de uma Variável Aleatória Real	86
3.4.1	Propriedades da Função Densidade de Probabilidade de uma Variável Aleatória Real	89
3.4.2	Funções Densidade de Probabilidade Usuais	90

xii	<i>Probabilidade, Variáveis Aleatórias e Processos Estocásticos</i>	
3.5	Vetores Aleatórios	94
3.6	Função Distribuição de Probabilidade de um Vetor Aleatório	99
3.6.1	Propriedades da Função Distribuição de Probabilidade de um Vetor Aleatório	102
3.7	Função Densidade de Probabilidade de um Vetor Aleatório	104
3.7.1	Propriedades da Função Densidade de Probabilidade de um Vetor Aleatório	105
3.8	Funções Distribuição e Densidade de Probabilidade Condicionais	110
3.9	Problemas	120
4	Funções de Variáveis Aleatórias	127
4.1	Função de Variável Aleatória Real	127
4.1.1	Funções Constantes	129
4.1.2	Funções Biunívocas e Diferenciáveis	130
4.1.3	Funções Genéricas	133
4.2	Funções de Várias Variáveis Aleatórias	137
4.2.1	Funções Constantes	139
4.2.2	Funções Biunívocas e Diferenciáveis	140
4.2.3	Funções Genéricas	141
4.3	Problemas	143
5	Valor Esperado	153
5.1	Valor Esperado de Função de Variável Aleatória Real	153
5.2	Valor Esperado de Função de Vetor Aleatório	163
5.3	Valor Esperado de Vetores e Matrizes	172
5.4	Valor Esperado Condicional	178
5.5	Desigualdades	180
5.6	Funções Características	184
5.6.1	Função Característica de Variável Aleatória Real	184
5.6.2	Teorema do Limite Central	191
5.6.3	Função Característica de Vetor Aleatório	193
5.7	Problemas	196

6	Vetores Gaussianos	203
6.1	Função Característica de um Vetor Gaussiano	204
6.2	Função Densidade de Probabilidade de um Vetor Gaussiano	206
6.3	Problemas	214
7	Processos Estocásticos	217
7.1	Definição	217
7.2	Classificação de Processos Estocásticos	221
7.3	Exemplos de Processos Estocásticos	221
7.4	Especificação de Processos Estocásticos	225
7.5	Momentos de Processos Estocásticos	232
7.6	Alguns Processos Estocásticos Usuais	234
7.6.1	Transmissão Binária Semi-Aleatória	234
7.6.2	Processo de Poisson	237
7.6.3	Onda Senoidal com Fase Aleatória	239
7.7	Estacionariedade de Processos Estocásticos	241
7.7.1	Ergodicidade	243
7.7.2	Propriedades da Função Autocorrelação de Processos Estocásticos Estacionários no Sentido Amplio	244
7.8	Densidade Espectral de Potência	245
7.9	Caracterização Conjunta de Processos Estocásticos	249
7.9.1	Especificação Conjunta de Dois Processos Estocásticos	249
7.9.2	Momentos Conjuntos de Dois Processos Estocásticos	250
7.9.3	Estacionariedade Conjunta de Dois Processos Estocásticos	251
7.9.4	Independência, Descorrelação e Ortogonalidade	252
7.9.5	Propriedades da Função Correlação Cruzada de Processos Estocásticos Conjuntamente Estacionários no Sentido Amplio	254
7.10	Processos Estocásticos e Sistemas Lineares	254
7.11	Processos Estocásticos Gaussianos	260

7.12	Introdução à Teoria das Filas	268
7.12.1	Processo de Poisson como um Caso Particular do Pro- cesso de Nascimento e Morte	271
7.12.2	Fila $M/M/1$	277
7.12.3	Fila $M/M/m$	285
7.12.4	Sistemas de Filas com Perdas	292
7.13	Problemas	296
A	Álgebra Matricial	311
B	Transformada de Fourier	321
B.1	Definições	321
B.2	Definição de Funções	321
B.3	Propriedades	323
B.4	Tabela de Transformadas	324
C	Função Q	325
	Índice Remissivo	327