

# Sumário

---

APRESENTAÇÃO.....	VII
PRÓLOGO.....	IX
CAPÍTULO 1	
CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES.....	I
1.1 Introdução.....	1
1.2 Comunicação: conceito e análise sistêmica.....	2
1.3 Importância da Engenharia de Telecomunicações.....	5
1.4 A Comunicação Humana, do Ponto de Vista Técnico.....	5
1.4.1 Considerações Iniciais.....	5
1.4.2 Reinterpretação do Modelo Básico de Comunicação.....	6
1.4.3 Análise Objetiva da Comunicação.....	7
1.4.4 Reinterpretação Objetiva da Organização da Informação.....	7
1.5 Comunicação entre Máquinas.....	8
1.5.1 O Conceito de Comunicação entre Máquinas.....	8
1.5.2 Diferenças entre a Comunicação Humana e a Comunicação entre Máquinas.....	9
1.5.3 Modelagem para o Estudo da Comunicação entre Máquinas.....	10
1.6 Comunicação num Ambiente Misto (Homem e Máquina).....	10
1.7 O Modelo Básico para Telecomunicações.....	10

1.8	Uso de Sinais em Comunicação . . . . .	12
1.8.1	Modalidades de Sinais Empregados em Telecomunicações . . . . .	12
1.8.2	Comunicação Analógica e Sinal Analógico . . . . .	14
1.8.3	Comunicação Digital e Sinal Digital . . . . .	15
1.9	A Medida da Informação . . . . .	16
CAPÍTULO 2		
ESTUDO DA FONTE . . . . .		19
2.1	Introdução . . . . .	19
2.2	Caracterização da Fonte . . . . .	19
2.2.1	Análise do Modelo . . . . .	19
2.2.2	Análise Determinística do Comportamento da Fonte . . . . .	20
2.2.3	Análise Probabilística do Comportamento da Fonte . . . . .	22
2.3	Fontes Simples . . . . .	26
2.3.1	Fontes Simples e sem Memória . . . . .	26
2.3.2	Extensão de Fontes Simples e sem Memória . . . . .	31
2.3.3	Fontes Simples e com Memória . . . . .	33
2.3.4	Extensão de Fontes Simples e com Memória . . . . .	37
2.4	Fontes Múltiplas . . . . .	38
2.4.1	Conceito Geral de Fontes Múltiplas . . . . .	38
2.4.2	Fontes Duplas . . . . .	39
2.4.3	Fontes Múltiplas de Ordem Superior . . . . .	44
2.4.4	Extensões de Fontes Múltiplas . . . . .	44
2.5	Conceitos Dinâmicos de Fluxo . . . . .	45
Notas Complementares . . . . .		45
CAPÍTULO 3		
ESTUDO DO DESTINATÁRIO . . . . .		51
3.1	Introdução . . . . .	51
3.2	O Destinatário como Fonte Dependente . . . . .	51
3.3	Análise do Processo da Comunicação . . . . .	54
3.4	As Transformações da Informação na Comunicação . . . . .	55

3.5	Análise da Comunicação a partir da Fonte e a partir do Destinatário .....	57	
3.6	Análises <i>A Priori</i> e <i>A Posteriori</i> .....	60	
CAPÍTULO 4			
ESTUDO DO CANAL .....			63
4.1	Introdução .....	63	
4.2	Caracterização do Canal .....	63	
4.2.1	Análise do Modelo .....	63	
4.2.2	Análise Determinística do Comportamento do Canal .....	65	
4.2.3	Análise Probabilística do Comportamento do Canal .....	67	
4.3	Canais Especiais .....	70	
4.3.1	Aspectos Gerais .....	70	
4.3.2	Canais com Características Especiais na Comunicação .....	70	
4.3.3	Canais com Desempenho Especial Frente a Erros .....	76	
4.4	Estudo do Canal Binário .....	79	
4.4.1	Generalidades .....	79	
4.4.2	Configurações Especiais de Canal Binário .....	79	
4.4.3	Estudo do Canal Binário Simétrico .....	81	
4.4.4	Estudo do Canal Binário Assimétrico .....	83	
4.5	Canais em Cascata .....	83	
4.6	Teoremas de Shannon .....	86	
Notas Complementares .....			90
APÊNDICE A			
CONSIDERAÇÕES SOBRE A COMUNICAÇÃO HUMANA .....			95
A.1	Introdução .....	95	
A.2	A Importância da Comunicação para o ser Humano .....	95	
A.3	A Natureza da Comunicação Humana .....	97	
A.3.1	A Visão Psicológica do Pensamento Humano .....	97	
A.3.2	O Processo da Comunicação Humana .....	100	

## APÊNDICE B

BREVE REVISÃO SOBRE PROBABILIDADES .....	105
B.1 Introdução .....	105
B.2 Definições Preliminares .....	105
B.2.1 Experimento Aleatório .....	105
B.2.2 Espaço Amostral .....	106
B.2.3 Evento .....	106
B.2.4 Diagrama de Venn .....	107
B.2.5 Combinações entre Eventos .....	107
B.2.6 Classe e Espaço de Borel .....	110
B.3 O Conceito de Probabilidade .....	110
B.3.1 Considerações Iniciais .....	110
B.3.2 O Conceito Clássico de Laplace .....	110
B.3.3 O Conceito Empírico de Bernouilli .....	111
B.3.4 O Conceito de Medida de Borel .....	111
B.3.5 O Conceito Científico de Kolmogorov .....	112
B.3.6 Propriedades das Probabilidades .....	113
B.3.7 Probabilidades Compostas e Conjuntas .....	113
B.4 Probabilidades Condicionais .....	113
B.4.1 Conceito Básico .....	113
B.4.2 Teorema de Bayes .....	114
B.4.3 Teorema da Probabilidade Total .....	115
B.4.4 Independência .....	116
B.5 Variáveis Aleatórias .....	116
B.5.1 Conceito Básico .....	116
B.5.2 Variáveis Aleatórias Discretas .....	117
B.5.3 Variáveis Aleatórias Contínuas .....	118
B.5.4 Funções de Variável Aleatória .....	119
B.5.5 Valor Esperado de uma Variável Aleatória .....	119
B.5.6 Conceitos de Média, Variância e Desvio Padrão .....	120
B.6 Principais Distribuições de Probabilidade para Variáveis Aleatórias Discretas .....	121

B.6.1	Distribuição de Bernouilli . . . . .	121
B.6.2	Distribuição Binomial . . . . .	122
B.6.3	Distribuição de Poisson . . . . .	122
B.6.4	Distribuição Geométrica . . . . .	123
B.6.5	Distribuição de Pascal . . . . .	123
B.6.6	Distribuição Hipergeométrica . . . . .	124
B.6.7	Distribuição Multinomial . . . . .	125
B.7	Principais Distribuições de Probabilidades para Variáveis Aleatórias Contínuas . . . . .	126
B.7.1	Distribuição Uniforme . . . . .	126
B.7.2	Distribuição Exponencial . . . . .	126
B.7.3	Distribuição Normal . . . . .	127
B.7.4	Distribuição Gama . . . . .	127
B.7.5	Distribuição $\chi^2$ (Qui-Quadrado) . . . . .	128
B.8	Variáveis Aleatórias Bidimensionais . . . . .	128
B.8.1	Considerações Iniciais . . . . .	128
B.8.2	Função de Variável Aleatória Bidimensional . . . . .	130
B.9	Outras Funções Associadas a Probabilidades . . . . .	131
B.9.1	Matrizes Aleatórias . . . . .	131
B.9.2	Processos Estocásticos . . . . .	131
APÊNDICE C		
INFORMAÇÃO PARA FONTES CONTÍNUAS E CANAIS CONTÍNUOS . . . . .		133
C.1	Introdução . . . . .	133
C.2	Preliminares . . . . .	133
C.3	Entropia para Fontes Contínuas . . . . .	134
C.4	Configurações com Entropia Máxima . . . . .	137
C.4.1	Fonte Limitada a uma Faixa Finita de Valores de Tensão . . . . .	137
C.4.2	Fonte com Sinais Limitados a uma certa Potência Média . . . . .	138
C.5	Capacidade de Comunicação de Sistemas Contínuos . . . . .	142
REFERÊNCIAS . . . . .		145

