

Conteúdo

1	Breve Introdução Histórica	1
2	Introdução à cosmologia	17
2.1	Princípios básicos	17
2.2	Princípio antrópico	18
2.3	Expansão do Universo e a lei de Hubble–Lemaître	18
2.3.1	Paradoxo de Olbers	19
2.4	História térmica do Universo primordial	20
2.4.1	Partículas relativísticas no Universo primordial	21
2.5	Radiação cosmológica de fundo em micro-ondas (RCF ou CMB)	22
2.5.1	Dipolo cinemático e anisotropias da RCF (CMB)	23
2.5.2	Equipartição	25
2.5.3	Recombinação	28
2.5.4	Temperatura da matéria bariônica intergaláctica	29
2.5.5	Entropia da CMB	30
2.6	Radiação de fundo não cosmológica	30
2.7	Descrição geométrica do Universo	31
2.7.1	Tensor métrico: isotropia e homogeneidade	31
2.7.2	Métrica de Robertson-Walker, curvatura e fator de escala	32
2.7.3	Redshift	34
2.7.4	Distâncias	35
2.7.5	Correção K	37
2.7.6	Contagem de objetos extragalácticos	39
2.8	Modelos de Friedmann–Lemaître	41
2.9	Parâmetros cosmológicos H_0 , Ω_M , Ω_Λ	46
2.9.1	Idade do Universo	46
2.9.2	Velocidade de recessão e <i>redshift</i>	50
2.9.3	Horizonte	51
2.10	Determinação observacional dos parâmetros cosmológicos	51
2.11	Inflação	54
2.12	Bariogênese	57
2.13	Nucleossíntese primordial	58
2.13.1	Balço de bárions	62
2.14	Anisotropias da CMB	64
2.14.1	Efeito Sachs-Wolfe Integrado	68
2.14.2	Polarização da CMB	69
2.15	Antes do Big Bang	71
3	Formação de estruturas	73
3.1	Instabilidade de Jeans	73
3.1.1	Crescimento de perturbações	73
3.1.2	Crescimento de perturbações: Universo em expansão	75
3.1.3	Crescimento de perturbações maiores que o horizonte.	77
3.1.4	Evolução das massas de Jeans e Silk	78
3.1.5	Velocidades peculiares	80
3.2	Flutuações primordiais	81
3.2.1	Matéria escura: quente e fria	81
3.2.2	Origem das flutuações primordiais	82
3.3	Tipos de Flutuações	84
3.4	Espectro de potência de flutuações	85
3.4.1	Evolução do espectro de potência $P(k)$	86
3.4.2	Normalização do espectro de potência	87
3.4.3	Modelo de “panqueca” de Zel’dovich (Зельдович)	88
3.4.4	Modelo hierárquico	90
3.5	Halos de matéria escura	91
3.6	Matéria escura fria na vizinhança solar	95

3.7	Oscilações acústicas de bárions (BAO)	96
3.8	Simulações numéricas	97
4	Cosmografia, “surveys” e distribuição de galáxias	100
4.1	Distribuição de galáxias	100
4.2	Super-aglomerado de galáxias	102
4.3	<i>Surveys</i> 3D – <i>redshift</i> como distância	103
4.3.1	Vazios cósmicos (<i>voids</i>)	105
4.4	Função de correlação	106
4.4.1	Função de correlação e espectro de potência	110
4.4.2	Função de correlação em duas dimensões	111
4.4.3	Teste de Alcock–Paczynski	111
4.5	Determinação de distâncias sem <i>redshift</i>	112
4.5.1	Método de Öpik (1922)	113
4.6	Campo de velocidades peculiares – Distribuição de massa no Universo próximo	113
4.7	Viés de Malmquist, Eddington e efeitos de seleção	115
5	Aglomerados de galáxias	118
5.1	Histórico	118
5.2	Formação de aglomerados ricos (cenário hierárquico)	118
5.3	Catálogos	119
5.4	Classificação	121
5.5	Composição (matéria escura + galáxias + plasma)	122
5.6	Distribuição espacial das galáxias e sub-estruturas	123
5.7	Gás intra-aglomerado	125
5.7.1	Observação em raios-X	125
5.7.2	Observação em rádio: efeito Sunyaev–Zel’dovich (Суняев–Зельдович)	130
5.8	Determinação de massa	133
5.8.1	Galáxias e a “massa faltante”	133
5.8.2	Medida de <i>redshift</i> e velocidades	133
5.8.3	Dinâmica – Teorema do Virial	133
5.8.4	Dinâmica – Cáustica	135
5.8.5	Equilíbrio hidrodinâmico: gás emissor de raios-X	135
5.8.6	Lentes gravitacionais	137
5.8.7	Comparação entre os indicadores de massa de aglomerados	146
5.9	Cooling-flow/cool-core	146
5.10	Fração de bárions em aglomerados e a densidade do Universo	151
5.11	Efeitos do Aglomerado nas galáxias e vice-versa	152
5.11.1	Galáxias cD	152
5.11.2	Luminosidade difusa intra-aglomerado	153
5.11.3	Segregação morfológica	154
5.11.4	Sequência vermelha e efeito Butcher–Oemler	155
5.11.5	Perda de gás por pressão de arraste	158
5.11.6	Assédio (<i>Harassment</i>) galáctico	159
5.11.7	Decréscimo da taxa de formação estelar	160
5.11.8	Curva de rotação de espirais em aglomerados	160
5.11.9	Metalicidade do gás intra-aglomerado	161
5.12	Emissão rádio extensa e campo magnético	163
5.13	Relações de escala (L_X , T_X , σ , Y_X)	163
5.14	Colisão de aglomerados	167
6	Aglomerados pobres e grupos de galáxias	170
6.1	Grupos compactos de galáxias	170
6.1.1	Catálogos	171
6.1.2	Objetos reais ou efeitos de projeção?	172
6.1.3	Emissão em raios-X	173
6.1.4	Interação entre galáxias	173
6.1.5	Instabilidade em relação à fusão	174

6.2	Grupos Fósseis	174
7	Grupo Local	176
7.1	Massa e raio do Grupo Local	176
7.2	Membros e vizinhos do Grupo Local	177
7.3	Galáxias dominantes	179
7.4	Galáxias anãs	180
7.5	Galáxias ausentes	181
7.6	Distribuição e dinâmica	182
7.7	Magellanic Stream (Corrente de Magalhães)	184
7.8	Distribuição planar das galáxias satélites	185
7.9	Movimento em direção a Virgo	185
8	Formação de galáxias no modelo hierárquico	187
8.1	Modelo <i>Top-Hat</i>	187
8.2	Virialização	188
8.3	Resfriamento do gás	191
8.4	Função de Press-Schechter – função de massa	194
8.5	Momento angular de galáxias	196
8.6	Colapso monolítico X modelo hierárquico	199
9	Função de luminosidade	202
9.1	Definição da Função de Luminosidade	202
9.2	Determinação da FL	202
9.2.1	Métodos não paramétricos	202
9.2.2	Descrições paramétricas da função de luminosidade	203
9.2.3	Estimativas da função de luminosidade	204
9.3	Origem da função de luminosidade	208
10	Evolução de galáxias	211
10.1	Evolução dinâmica	211
10.1.1	Relaxação de 2-corpos	211
10.1.2	Relaxação violenta	212
10.1.3	Fricção dinâmica	213
10.1.4	Efeito de maré	215
10.1.5	Fusões de galáxias (“ <i>mergers</i> ”)	217
10.2	Síntese evolutiva da população estelar	217
10.2.1	Classificação de populações estelares	217
10.2.2	Evolução da população estelar	218
10.2.3	Função de Massa Inicial (IMF)	218
10.2.4	Taxa de Formação Estelar (SFR)	221
10.2.5	Evolução química	223
10.2.6	Idade X Metalicidade	225
10.3	Observações a alto redshift	225
10.3.1	<i>Redshift</i> fotométrico	225
10.3.2	Galáxias em alto <i>redshift</i>	227
10.4	Poeira	227
11	Núcleos ativos	232
11.1	Seyfert	232
11.2	LINERs	233
11.2.1	Objetos de transição	234
11.3	BL Lac – Blazar	234
11.4	Markarian	234
11.5	Radiação síncrotron	235
11.6	Rádio galáxias	237
11.6.1	Morfologia da emissão	238
11.6.2	Jato superluminal	238

11.7	Quasares, QSOs	240
11.7.1	Evolução de QSOs	242
11.8	Floresta Ly α	242
11.8.1	Sistemas Lyman- α saturados (DLA)	244
11.9	Variação Temporal	245
11.10	Modelo unificado e “zoologia” de núcleos ativos	245
11.10.1	“Motor central”	249
11.10.2	O motor central pára – BN supermaciços em galáxias “normais”	251
12	Reionização do Universo	254
12.1	Fim da “Idade das Trevas”	254
12.2	Esfera de Strömgren	256
13	Galáxias com surto de formação estelar: “Starburst”	257
14	Galáxias normais	261
14.1	Classificação morfológica	261
14.1.1	Classificação de Hubble	261
14.1.2	Classificação de de Vaucouleurs e outros	263
14.2	Tipos morfológicos: características	264
14.2.1	Galáxias anãs e de baixo brilho superficial	267
14.2.2	Morfologia: dependência com a banda de observação	269
14.3	Classificação espectral	269
14.4	Perfil radial de densidade e brilho superficial	273
14.4.1	Galáxias elípticas e esferoidais	273
14.5	Bimodalidade das galáxias	275
A	Supernovas	277
A.1	Classificação	277
A.1.1	Taxas	278
A.2	Hipernovas	279
A.3	Kilonovas	279
B	Partículas elementares e forças	279
C	Transparência da atmosfera	280
D	Constantes úteis para luminosidade e magnitude	281
Referências		286
	Sites na internet	286
	Livros básicos	286
	Outros livros citados	286
	Artigos de Revisão	287
	Artigos	287