



## **LIVRO: Meteorologia Básica e Aplicações**

### **CAPÍTULO 1 – O mundo em que vivemos, 19**

Considerações cosmológicas, 19  
O Sol e o sistema solar, 20  
A Terra, 26  
A atmosfera terrestre, 30  
Composição da atmosfera, 31  
A teoria fotoquímica de Chapman, 35  
Estrutura vertical da atmosfera, 39  
Comparação entre a atmosfera terrestre e outras atmosferas planetárias, 44  
A poluição do ar, 47  
Referências, 57

### **CAPÍTULO 2 – Termodinâmica e estática da atmosfera, 59**

Introdução, 59  
Variáveis de estado e principais leis dos gases, 60  
Equação de estado dos gases perfeitos, 68  
Equação de estado para o vapor d'água, para o ar seco e para o ar úmido, 71  
Equação de estado para o vapor d'água, 71  
Equação de estado para o ar seco, 72  
Equação de estado para o ar úmido (ar atmosférico), 73  
Vapor d'água na atmosfera, 76  
Pressão real de vapor d'água, 77  
Pressão de saturação do vapor d'água sobre uma superfície plana de água pura, 77  
Pressão de saturação do vapor d'água sobre uma superfície plana de gelo puro, 84  
Umidade absoluta, 86  
Razão de mistura, 88  
Umidade relativa, 89  
Temperatura do ponto de orvalho, 90  
Cálculo da umidade do ar, 94  
Água precipitável, 97  
Calor, 102  
Capacidade térmica e calor específico, 102  
Calor sensível e calor latente, 103  
Primeiro princípio da termodinâmica, 104  
Equilíbrio hidrostático, 106  
Processos adiabáticos, 113  
Temperatura potencial, 114  
Razão adiabática seca, 116  
Razão adiabática saturada, 118  
Diagramas Termodinâmicos, 124  
Nível de condensação por elevação, 126  
Estabilidade atmosférica, 128  
Temperatura do solo, 135  
Temperatura e umidade do ar, 140  
Pressão atmosférica, 150  
Escala de altura (h), 160  
Referências, 167

### **CAPÍTULO 3 – Radiação solar e terrestre, 170**

A radiação solar, 170  
Relações astronômicas entre o Sol e a Terra, 171

Sistemas de coordenadas celestes, 174  
As estações do ano, 181  
Triângulo astronômico e tempo solar, 187  
Trajetórias aparentes do sol, 206  
Observador no equador, 207  
Observador entre o equador e os trópicos, 208  
Observador entre o trópico e o respectivo círculo polar, 209  
Observador situado no círculo polar, 209  
Observador no polo, 210  
Projeções das trajetórias aparentes do sol no plano do horizonte local, 212  
Nascer e pôr do sol em superfícies plano-inclinadas, com quaisquer orientações geográficas, 226  
Radiação eletromagnética, 247  
Campo de radiação, 251  
Leis da radiação, 258  
Lei de Planck, 259  
Lei de Stefan-Boltzmann, 262  
Lei de Wien, 265  
Lei de Kirchhoff, 268  
Lei de Beer-Bouguer-Lambert, 269  
Irradiância solar no topo da atmosfera, 271  
Irradiância solar no topo da atmosfera nas latitudes e datas em que não há nascer nem pôr do sol, 275  
Distribuição espacial e temporal da radiação solar no topo da atmosfera para todo o globo terrestre, 278  
Radiação solar na superfície da Terra, 280  
Espalhamento Rayleigh, 281  
Espalhamento Mie, 288  
O processo de absorção, 294  
Elementos de transferência radiativa, 298  
Balanço de radiação para o sistema terra-atmosfera, 301  
Irradiância solar direta, difusa e global, 309  
Estimativa da irradiância solar global diária para o Brasil, 329  
Irradiância solar global, anual, para todo o globo terrestre, 330  
Balanço de radiação na superfície do solo, 331  
Referências, 339

#### **CAPÍTULO 4 – Movimentos Atmosféricos: Aspectos Físicos e Observações, 344**

Introdução, 344  
Relação entre velocidade angular e velocidade tangencial, 346  
Força centrípeta, 347  
Lei de conservação do momento angular, 348  
Forças fundamentais que atuam na atmosfera, 351  
Força gravitacional, 351  
Força do gradiente de pressão, 354  
Forças de fricção ou forças viscosas, 357  
Força aparente de Coriolis, 359  
Equação da continuidade, 366  
Dificuldades na solução das equações, 368  
Principais tipos de movimentos atmosféricos, 371  
Vento geostrófico, 371  
Vento gradiente, 375  
Vento ciclostrófico, 382  
Variação vertical do vento na atmosfera livre, 382  
Escoamento na camada-limite planetária – efeitos da fricção, 386  
Ventos observados, 389  
Medição e variação dos ventos, 411  
Referências, 419

#### **CAPÍTULO 5 – Principais técnicas usadas nos estudos diagnósticos e prognósticos do tempo, 421**

Introdução, 421

Sistema de observações meteorológicas, 422  
Origem e Estrutura da Organização Meteorológica Mundial, 423  
Sistema mundial de observações – SMO, 425  
Sistema mundial de preparação de dados – SMPD, 428  
Sistema mundial de telecomunicações – SMT, 429  
Observações convencionais de superfície, 431  
Instrumentos utilizados, 436  
Radar meteorológico, 440  
Satélites meteorológicos, 443  
Radiosondagens, 446  
Bóias oceânicas e sensores flutuadores de coleta de dados, 448  
Densidade das redes de observações e preparação dos dados, 453  
Mapas do tempo, 458  
Previsão numérica do tempo e outras técnicas auxiliares, 465  
Referências, 472

## **CAPÍTULO 6 – Principais fenômenos atmosféricos, 474**

Introdução, 474  
Massas de ar, 477  
Frentes e frontogênese, 482  
Família de ciclones, 489  
Estrutura das frentes e tempo associado, 491  
Ondas na atmosfera superior, 495  
Linhas de instabilidade, 498  
Ondas de leste, 500  
Tempestades locais severas, 501  
Formação de nuvens e precipitação, 507  
Classificação das nuvens, 513  
Observações das nuvens, 529  
Efeito das nuvens no sistema climático, 533  
Meteoros, 534  
Eletricidade atmosférica, 543  
Furacões, 549  
Tornados, 553  
Referências, 555

## **CAPÍTULO 7 – Climatologia, 557**

Introdução, 557  
Diferenças entre tempo e clima (meteorologia e climatologia), 558  
Subdivisões da climatologia, 560  
A complexidade dos estudos climáticos – fatores e elementos do clima, 563  
Classificações climáticas – generalidades, 566  
Classificação de Köppen, 568  
Método prático para o uso da classificação de Köppen, 572  
Classificação de Thornthwaite, 576  
Balanço hídrico proposto por Thornthwaite em 1948, 581  
Balanço hídrico proposto por Thornthwaite e Mather em 1955, 587  
Outras classificações climáticas sob o enfoque geográfico, 597  
Classificação climática de Emmanuel de Martonne, 604  
Classificação climática de Gaussen, 605  
Classificação climática de Arthur Strahler, 606  
Principais aspectos da climatologia regional do Brasil, 619  
Alguns aspectos da climatologia sinótico-dinâmica aplicados à América do Sul, 629  
Simulações climáticas, 633  
Referências, 637

APÊNDICE 1 - Pressão de saturação do vapor d'água sobre uma superfície plana de água pura, 642

APÊNDICE 2 - Análise comparativa das formulações para o cálculo da pressão de saturação do vapor d'água sobre uma superfície

plana de água pura, 649

APÊNDICE 3 - Análise comparativa das formulações para o cálculo da pressão de saturação do vapor d'água sobre uma superfície plana de gelo puro, 650

APÊNDICE 4 - Determinação Psicrométrica da Umidade Relativa do Ar - Método Tabular, 651

APÊNDICE 5 - Determinação da Umidade Relativa do Ar - Método Gráfico, 675

APÊNDICE 6 - Trajetórias aparentes do Sol para algumas latitudes entre 0° a 90°N, 682

Respostas, 690

Índice Remissivo por Capítulo, 694

Estrutura, 274

Composição, 274

Funcionamento, 275

Serviços ecossistêmicos, 275

Classificação quanto à época em que o indicador é avaliado, 276

Fase de implantação (1-12 meses), 276

Fase pós-implantação (1-3 anos), 277

Fase de vegetação formada (4 ou mais anos), 278

Método de avaliação rápida de áreas restauradas por plantio de mudas em área total, 279

Avaliação prévia pelo método hierárquico, 279

Definição da unidade amostral, 280

Indicadores avaliados, 281

Composição de espécies, 281

Cobertura de copa e altura das espécies plantadas, 282

Cobertura do solo por gramíneas invasoras, 283

Mortalidade, 283

Distribuição ordenada das mudas no campo a partir de grupos de plantio, 283

Avaliação, 284

Desafios para a pesquisa, 288

Considerações finais, 290

Referências, 291