



ESTRUTURA CURRICULAR E EMENTAS DE DISCIPLINAS PPGMET

ESTRUTURA CURRICULAR

Disciplinas obrigatórias

Código	NOME	N.º de CRÉDITOS	HORAS
MET.006	Meteorologia Dinâmica	4	60
MET. 018	Termodinâmica da Atmosfera	4	60
MET. 010	Meteorologia Sinótica I	4	60

Disciplinas optativas

Código	NOME	N.º de CRÉDITOS	HORAS
MET.001	Agrometeorologia	3	45
MET.002	Biometeorologia	3	45
MET.030	Climatologia e Mudanças Climáticas	3	45
MET.166	Estatística aplicada a Meteorologia	3	45
MET.004	Hidrometeorologia	3	45
MET.049	Meteorologia de Mesoescala	3	45
MET.009	Meteorologia por Radar	3	45
MET.045	Meteorologia Sinótica II	3	45
MET.024	Meteorologia Tropical	3	45
MET.048	Meteorologia Urbana	3	45
MET.011	Micrometeorologia	3	45
MET.047	Modelagem Numérica da Atmosfera	3	45
MET.012	Mudanças Climáticas	3	45
MET.013	Oceanografia Física	3	45
MET.014	Poluição e Química da Atmosfera	3	45
MET.022	Previsão Numérica do Tempo e Clima	3	45
MET.016	Radiação Solar e Terrestre	3	45
MET.019	Sensoriamento Remoto Aplicado	3	45

EMENTAS DAS DISCIPLINAS

DISCIPLINAS OBRIGATÓRIAS

**METEOROLOGIA DINÂMICA**

Equações básicas: equação do movimento em coordenadas esféricas, equação da continuidade, equação termodinâmica. Análise de escalas das equações do movimento: aproximações

consistentes. Coordenadas naturais. Vento Geostrófico e gradiente. Cisalhamento vertical do vento geostrófico: vento térmico. Coordenadas verticais, transformações de coordenadas. Vorticidade: vorticidade potencial, equação da vorticidade. Camada limite planetária: teoria do comprimento de mistura, camada de Ekman, camada limite equatorial. Teoria das perturbações: ondas sonoras, ondas de gravidade inerciais, ondas de Rossby barotrópicas. Movimento de escala sinótica das latitudes médias: análise de escalas quasi-geostrófica, instabilidade baroclínica. Modelo de dois níveis: energética de perturbações baroclínicas, ondas de Rossby internas. Frentes e frontogênese.

#### BIBLIOGRAFIA:

- HOLTON, J. R.. 1979 . "An Introduction to Dynamic Meteorology". Academic Press. London. International Geophysics Series. Vol. 23. 391 p.
- LEMES, M. A. M. e A. D. Moura. 1998. Fundamentos de Dinâmica Aplicados à Meteorologia Oceanografia. UNIVAP. 484 p.
- PEDLOSKY, J.. 1979 . "Geophysical Fluid Dynamic". Springer Verlag. New York. 624 pp.
- WALLACE, J. M. & HOBBS, P. V. 1977 . "Atmospheric science, an introduction survey". Academic Press. New York. 467 p

### **TERMODINÂMICA DA ATMOSFERA**

Conceitos fundamentais da termodinâmicas. Sistemas termodinâmicos e suas propriedades. Variáveis termodinâmicas e equações do estado para gases ideais, reais e mistura de gases ideais. Princípios e processos termodinâmicos e mudança de fase: potenciais termodinâmicos; propriedades da substância água; equação de Clausius-Clapeyron. Sistemas heterogêneos particularmente o sistema ar-água. Termodinâmica do ar úmido, variáveis úmidas, equação de estado e diagramas termodinâmicos. Processos termodinâmicos da atmosfera; mistura horizontal e vertical. Estática da atmosfera; equilíbrio; instabilidade termodinâmica. Energias estáticas e modelos de atmosfera. Aplicações da termodinâmica em estudos meteorológicos.

#### BIBLIOGRAFIA:

- HALCANTARA, F. 1969. "Manual de análise do diagrama "shew-T log P". Rio de Janeiro, ministério da Aeronáutica. 112p.
- FERMI, E. 1973 . "Thermodynamics". New York, NY, Dover, 160p.
- IRIBARNE, J. V. & GODSON, W. L. 1973 . "Atmospheric thermodynamics". Boston, D. Riedel pub. Co. 222p.
- LSIT, R. J. 1971 . "Smithsonian meteorological tables". 6 ed. Washington, DC, Smithsonian Institution Press. 527p.
- MASON, B. J.& EMIG, R. 1960. Calculation of the ascent of a saturated buoyant parcel with mixing. "Quarterly journal of Royal Meteorological Society". 378(85): 212-222, Jan.

- McDONALD, J. E. 1962. "Some models of interest in meteorological thermodynamics. "Bulletin of the American Meteorological Society". 43(7): 292-298, July.
- PLANCK, M. 1945 . "Treatise on thermodynamics". 3 ed., New York, Dover, 297p.
- SAUNDERS, P. M. 1957. The thermodynamics of saturated air: a contribution to the classical theory. "Quarterly Journal of Royal Meteorological Society". 370(83): 342- 350, Apr.
- SEARS, F. S. 1953 . "An introduction to thermodynamics, the Kinetic theory of gases and statistical mechanics". 2 ed., Cambridge, MA, Addison Wesley, 374p.

## **METEOROLOGIA SINÓTICA I**

Características da circulação atmosférica. Circulações locais. Massas de ar. Sistemas frontais. Vórtices ciclônicos em altos níveis. Corrente de jato. Desenvolvimento de ciclones e anticiclones. Teoria de *Sutcliff* e aplicações. Análise de cartas sinóticas, diagnósticos e suas associações com processos dinâmicos. Principais sistemas sinóticos que afetam o tempo na América do Sul. Interpretação de imagens de satélite: identificação, nas imagens nos canais infravermelho e visível, de tipos de nuvem, sistemas de escalas sinóticas e sistemas de mesoescala. Análise de imagens para o estudo da evolução dos sistemas. Determinação do escoamento em altos e baixos níveis. Sistemas sinóticos de larga escala. Características observadas na superfície e no ar superior. Escala e inclinação das ondas longas (Rossby). Propriedades cinemáticas de movimento de instabilidade das ondas longas. Situações de bloqueio e "cut-off". Análise gráfica subjetiva e objetiva dos campos de ventos, geopotencial, temperatura, etc. Cálculo dos campos de advecção de vorticidade e temperatura. Definição e classificação dos fenômenos de tempo - frentes e ciclone. Tipo de nuvens e processos de precipitação. interpretação de dados visíveis e infravermelhos de satélites meteorológicos. Nuvens convectivas e eventos do tempo em mesoescala. Aplicações de climatologia sinótica em previsão do tempo. Previsão do tempo local.

### **BIBLIOGRAFIA:**

- HANDERSON, R.K. 1974 . "Application of meteorological satellite data in analysis and forecasting". Washington, D. C., NOAA, ( ESSA Technical report NESS 51).
- BLUESTEIN, Howard B.. 1992. "Synoptic-Dynamic Meteorology in Midlatitudes: Observations and Theory of Weather Systems" .Oxford Univ. Press.1993. "Synoptic-Dynamic Meteorology in Midlatitudes Principles of Kinematics and Dynamics". Oxford Univ. Press.
- CLIMANÁLISE - "Boletim de Monitoramento e Análise Climática" Número especial – INPE /INEMET.
- KOUSKY, V. E. & ELIAS, M. "Meteorologia Sinótica". INPE-2605-MD/021. NEPHANALYSIS AND ITS UTILIZATION BY GEOSTATIONARY METEOROLOGICAL SATELLITE. Japan Meteorological Satellite Center.
- PALMEN, E. & NEWTON, L. W. 1969 . "Atmospheric circulation systems". New York,

Academic.

PETTERSEN, S. 1956 . "Weather analysis and forecasting" New York, NY, McGraw - Hill, 2v.

PIELKE, R. A. 1984 . "Mesoscale meteorological Modeling". Academic Press, New York, 612p.

### DISCIPLINAS OPTATIVAS

#### **AGROMETEOROLOGIA**

Importância do tempo e do clima para a agricultura. Observações e instrumentos da Agrometeorologia. Balanço de radiação, energia e água em ambientes agrícolas. Microclimas de cultivos agrícolas. Relações entre fatores meteorológicos com o crescimento e desenvolvimento de plantas cultivadas. Interação entre fatores meteorológicos, produção e/ou produtividade de culturas agrícolas. Evaporação e evapotranspiração. Medidas e métodos de evapotranspiração. Fenologia e exigências bioclimáticas. Métodos para aumento da eficiência do uso da água. Geadas. Modelos agrometeorológicos. Modelos agroclimáticos.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

ARNON, I. Agriculture in dry lands. principles and practice, 1992. 980p.

CHANG, JEN-HU Climate and agriculture: an ecological survey. Chicago: Aldine, 1977. 304p.

CRITTEN, J.L. A review of the light transmission into greenhouse crops. Acta Hortic.(Wageningen), v.328, p.9-31, 1993.

MONTEITH, J. L. 1979 . "Vegetation and the Atmospheric". Vols. 1 and 2, 2nd ed. Academic Press, London.

PARKER, B.F. Solar energy in agriculture. Amsterdam: Elsevier, 1991, 447p.

PEREIRA, A.R. , VILLA NOVA, N., SEDIYAMA, G.C. Evapotranspiração. Piracicaba. FEALQ. 1997. 183p

REICHARDT, K. A água em sistemas agrícolas. São Paulo: Manole, 1987. 188p.

ROSENBERG, N. J., BLAD, B. L., VERMA, S. B. Microclimate: the biological environment. 2.ed. New York: John Wiley, 1983. 495p.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. "Guide to agricultural meteorological practices, Geneva", W M O - No 134-TP.61, 1981.

#### **BIOMETEOROLOGIA**

Meio Ambiente físico e biológico. Atmosfera e animal. Atmosfera e seres humanos. Conforto térmico, construção e instalação. Condições climáticas e desempenho produtivo animal. Aspectos meteorológicos para proteção de animais e plantas.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

LOWRY, W. P.. 1970. "Weather and life: an introduction to biometeorology". Academic Press New

York. 305 p.

ROSENBERG, N. J., BLAD, B. L., VERMA, S. B. 1983. "Microclimate: the biological environment". 2.ed. New York: John Wiley,. 495p.

LAG, J. 1992. "Chemical climatology and geomedical problems." The Norwegian Academy of Science and Letters. Oslo. 253 p.

GATES, D. N.. 1980. "Biophysical ecology". Springer-Verlog. New York. 611 p.

TROMP, S. W.. 1980. "Biometeorology: The impact of weather and climate on human and their environment". Heyden , London. 346 p.

## **CLIMATOLOGIA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

Circulações atmosféricas de escala planetária. Sistemas de circulação regionais. Sistemas de circulação locais . Circulações oceânicas. Climatologia de sistemas de tempo. Variabilidade interanual do sistema oceano- atmosfera. Previsão de Clima. Impactos das atividades humanas no clima. Radiação e balanço de energia do sistema terra-atmosfera.. Fatores controladores do clima. Escalas temporais e espaciais. Causas externas das mudanças climáticas. Parâmetros orbitais e eras glaciais. Atividade solar e o clima. Influência da atividade sísmica no clima. Causas internas das mudanças climáticas. Influência das atividades humanas. Composição química da atmosfera. Efeito-estufa verso albedo planetário. Mudanças sazonais. Fenômenos cíclicos e fenômenos quase-periódicos. A estratosfera. Os oceanos. O ciclo hidrológico. Modelos de simulação de clima. Paleoclimatologia. Métodos estimativos..

### **BIBLIOGRAFIA:**

HBROKS, C.E.P., 1970. "Climate through the Ages", Dover Pub. Inc. New York, NY.

HASTENRATH, S., 1985. "Climate and Circulation of the Tropics". D. Reidel Pub. Co., Boston, MS, USA.

LAMB, H.H., 1972. "Climate: Present, Past and Future", Methuen & Co., London, UK

THOMAS Jr, W.L., 1970. "Man's Role in Changing the Face of the Earth", The University of Chicago Press.

AMERICAN METEOROLOGICAL SOCIETY (AMS).1968. "Causes of climatic change".

Boston, MA (Meteorological Monographs v.8, N°30) \_\_\_\_\_. 1972. "Meteorology of Southern Hemisphere". Boston, MA. (Meteorological Monographs, v.13, N°35).

BUDYKO, M. I. 1974. "Climate and Life". New York, Academic, 588p.

HASTENRATH, S., 1985. "Climate and Circulation of the Tropics". D. Reidel Pub. Co., Boston, MS, USA.

HOSKINS, B. & PEARCE,R. 1983 . "Large-scale Dynamical Process in the Atmosphere". London, Academic Press.

LORENZ, E. N. 1967 . "The Nature and Theory of the General Circulation of the Atmosphere".

Geneva, WMO.(WMO N°218 PT. 115).

PALMEN, E. & NEWTON, L. W. 1969 . "Atmospheric Circulation Systems". New York, Academic.

SCHNEIDER, S. H. & DICKINSON, R. E. "Climate Modeling". Reviews of Geophysics and Space Physics, 12 (3). 4447-493.

UNESCO.1963. "Changes of Climate". Paris, 488p.

## **ESTATÍSTICA APLICADA A METEOROLOGIA**

Estatística básica (Medidas de posição e dispersão: Média, Moda, Mediana, Variância, Desvio padrão, Erro padrão da média, Coeficiente de variação, Medidas de Assimetria e Curtose). Análises de séries temporais (Preenchimento de falhas em séries de dados meteorológicos, Média climatológica, Tendências temporais, sazonalidades, ciclos e médias móveis). Correlação e regressão linear simples e múltipla. Probabilidade, probabilidade condicional e diagrama em árvore; Funções de probabilidade discreta e funções de probabilidade contínua. Inferência estatística (Escolha da amostra e Teste de Hipótese). Análise estatística multivariada (Método Stepwise, Análise de Agrupamentos, Análise de Componentes Principais Intervalo de confiança). Uso de software para análise multivariada (SPSS). Análise espectral e de Ondaletas. OBJETIVO: Preparar o estudante de Pós-Graduação em Meteorologia para a utilização de métodos estatísticos, fornecendo-lhes os fundamentos da mesma e aplicando-os nas várias áreas de meteorologia, auxiliando assim a elaboração de seus resultados da dissertação.

### **BIBLIOGRAFIA:**

CASELLA, G.; BERGER, R. Inferência estatística. 1ªed. Outubro 2010, 612 p. ISBN 978-8522108947

MORETTIN, P.A.; BUSSAB, W.O. Estatística básica. 9. ed. São Paulo, SP: Saraiva, 2017. XXII, 554 p. ISBN 9788547220228

SPIEGEL, M. R. Estatística. 4.ed.São Paulo: Makron Books, abril de 2009, 643 p. ISBN 978-8577804610

SPIEGEL, M. R. Probabilidade e estatística. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 3ª ed. Nov 2012, 440 p. ISBN 978-8565837187

MINGOTI, S. A. Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada. 1ª ed., 2007. 297 p., ISBN 978-8570414519

MORETTIN, P. A. Ondas e Ondeletas: Da Análise de Fourier à Análise de Ondeletas, EDUSP, 2ª ed., 320 p., 2014. ISBN 9788531414787

## **HIDROMETEOROLOGIA**

Ciclo Hidrológico; bacia hidrográfica; precipitação; infiltração; evaporação; e evapotranspiração; escoamento superficial; previsão e propagação de enchentes; águas subterrâneas; regularização de vazões e controle de estiagens. Modelos hidrológicos.

## **BIBLIOGRAFIA:**

CHOW, V. 1964 . "Handbook of applied hydrology". New York. McGraw Hill Book Company.

MILLER, D. H. 1977 . "Water at the surface of the Earth". New York. Academic Press.

REBOUÇAS, A. C. 1972 . "Hidrologia das secas no Nordeste do Brasil". Recife. SUDENE.

TODD, D. K. 1977 . "Ground water hydrology". 2 Ed. New York. J. W.

WMO. 1981. "Guide to Hydrological Practices". 4 Ed. N.º 1981.

## **METEOROLOGIA DE MESOESCALA**

Teorema da Circulação. Circulações Locais Convencionais e não convencionais. Brisa Marítima/Lacustre-Terrestre. Circulações Vale-Montanha. Ilha de Calor Urbana. Frentes e Frontogênese. Instabilidade, Instabilidade Simétrica. Ondas de Gravidade, Ondas de Montanha. Tempestades Isoladas. Tempestades Severas. Linhas de Instabilidade. Complexos Convectivos de Mesoescala.

## **BIBLIOGRAFIA:**

Atkinson, B. W., 1981. Meso-scale atmospheric circulations. Academic Press, London, 1981. 495 pp.

Cotton, W.R.; Anthes, R., 1989. Storm and cloud dynamics. International Geophysics Series, Academic Press, Volume 44, 883p.

Doswell III, C. A., Ed., 2001. Severe Convective Storms. AMS Meteorological Monograph Series, Volume 28, number 50, 561p.

Keller, M.; Bustamante, M.; Gash, J.; Silva Dias, P., Eds., 2009. Amazonia and Global Change. Geophysical Monographs Series, American Geophysical Union, Volume 186, 576p.

Markowski, P.; Richardson, Y., 2010. Mesoscale Meteorology in Mid-Latitudes, Wiley-Blackwell, 430 pp. Ray, P. S., Ed., 1986. Mesoscale Meteorology and Forecasting. American Meteorological Society, 793p.

Simpson, J. E. 1994. Sea Breeze and Local Winds. Cambridge University Press, New York, 234 pp.

## **METEOROLOGIA POR RADAR**

Conceitos básicos do Radar. Sondagem (em volume) da atmosfera. Propagação dentro das nuvens e precipitações: Medidas hidrológicas. Propagação em meio turbulento e com céu claro. Campo de velocidade. Introdução ao estudo de estruturas meteorológicas por radar.

## **BIBLIOGRAFIA:**

BATTAN, L. J.. 1973. Radar Observation of the Atmosphere. The University Of Chicago Press

COLLIER, Christopher G.. 1996. Applications of Weather Radar Systems: A Guide to Uses of Radar Data in Meteorology and Hydrology. John Wiley & Sons 2nd edition 406 p.

COLLINGE V. K., C. Kirby (Editor) 1987. Weather Radar and Flood Forecasting. John Wiley &

Sons. 306 p.

DOVIAK Richard J., Dusan S. Zrinc. 1984. Doppler Radar and Weather Observations

FERREIRA, Artur Gonçalves. Meteorologia Prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

MEISCHNER, Peter. Weather radar: principles and advanced applications. New York: Spring Verlag, 2004

MENEGHINI Robert, Toshiaki Kozu, Toshiaka Kozu 1990. Spaceborne. Weather Radar Artech House . 199 p.

SAUVAGEOT, Henri. 1982. Radarmétéorologie. Eyrolles Paris. 296 p.

SAUVAGEOT, Henri. 1992. Radar Meteorology. Artech House London. 366 p.

## **METEOROLOGIA SINÓTICA II**

Sistemas de escala sinótica e mesoescala. Frontogênese e Ciclogênese. Processos de regeneração.

Circulação Geral. Sistemas e processos sinóticos atuantes na América do Sul. Métodos de análise e previsão do tempo em curto prazo.

### **BIBLIOGRAFIA:**

ANDERSON, R.K. 1974 . "Application of meteorological satellite data in analysis and forecasting". Washington, D. C., NOAA, ( ESSA Technical report NESS 51).

BLUESTEIN, Howard B.. 1992. "Synoptic-Dynamic Meteorology in Midlatitudes: Observations and Theory of Weather Systems" .Oxford Univ. Press.

\_\_\_\_\_ 1993. "Synoptic-Dynamic Meteorology in Midlatitudes Principles of Kinematics and Dynamics". Oxford Univ. Press.

CLIMANÁLISE - "Boletim de Monitoramento e Análise Climática" Número especial - INPE / INEMET.

KOUSKY, V. E. & ELIAS, M. "Meteorologia Sinótica". INPE-2605-MD/021.

NEPHANALYSIS AND ITS UTILIZATION BY GEOSTATIONARY METEOROLOGICAL SATELLITE. Japan Meteorological Satellite Center.

PALMEN, E. & NEWTON, L. W. 1969 . "Atmospheric circulation systems". New York, Academic.

PETTERSEN, S. 1956 . "Weather analysis and forecasting" New York, NY, McGraw - Hill, 2v.

PIELKE, R. A. 1984 . "Mesoscale meteorological Modeling". Academic Press, New York, 612p.

## **METEOROLOGIA TROPICAL**

Circulações tropicais. Ondas de leste. Perturbações transiente / linhas de instabilidade. Zonas de convergência. Intertropical. Monções. Interação oceano-atmosfera. Influência dos oceanos no clima da América do Sul.



## BIBLIOGRAFIA:

BYERS, H. R. General meteorology: Synoptic and aeronautical meteorology. New York: McGraw-Hill, 1959.

HASTERNRATH, Stefan. Climate and circulation of the tropics. New York: Atmospheric Sciences Library, [s.

RIEHL, H. Climate and weather in the tropics. New York: Academic Press, 1979. \_\_\_\_\_.

Meteorologia tropical. Rio de Janeiro, 1965. HESS, S. L. Introduction to theoretical meteorology.

New York: Holt, 1959. IRIBARNE, J. V.; GODSON, W. L. Atmospheric thermodynamics.

Boston: Reidel, 1973.

## **METEOROLOGIA URBANA**

Atmosfera Urbana, Poluição e Qualidade do Ar, Balanço de Energia em Superfície; Balanço de Energia com Vegetação; Balanço de Energia em Superfícies Urbanas, Camada Limite Atmosférica, Camada Limite Urbana, Camada Limite Interna, Clima Urbano, Climatologia Urbana, Ilha de Calor Urbana, Circulações Não-Clássicas, Desastres Naturais, Catástrofes Naturais, Modelagem Mesoescala, Processos de Mitigação e Cenários Futuros. OBJETIVO: Compreender os processos físicos envolvidos na Meteorologia Urbana, incluindo legislação ambiental, as equações básicas, as parametrizações físicas dos principais modelos de mesoescala, fenômenos meteorológicos no ambiente urbano e as medidas de mitigação aplicadas ao espaço urbano.

## BIBLIOGRAFIA:

DOKE, T. R., MILLS, G., CHRISTEN, A., & VOOGT, J. A. (2017). Urban climates. Cambridge University Press, 546 p.

HEWITT, C. N., & JACKSON, A. V. (Eds.). (2020). Atmospheric Science For Environmental Scientists. John Wiley & Sons, 431 p.

PALME, M., & SALVATI, A. (Eds.). (2021). Urban Microclimate Modelling for Comfort and Energy Studies. Springer Nature, 556 p.

SANTAMOURIS, M., & KOLOKOTSA, D. (2016). Urban climate mitigation techniques. Routledge, .

HENRÍQUEZ, C. & ROMERO, H. Urban Climates in Latin America. Springer, 409. CLIMATE CHANGE 2022: Impacts, Adaptation And Vulnerability – Report Sixth Assessment Report.

## **MICROMETEOROLOGIA**

Movimento do ar sobre superfícies rígidas: perfil logarítmico do vento, deslocamento do plano zero, velocidade de fricção e momentum.; Camada Limite Atmosférica: conceitos básicos, desenvolvimento e estrutura, diferentes tipos de camada limite. Estabilidade Atmosférica: Número

de Richardson, comprimento de Monin-Obukhov; Turbulência: fluxos (correlação dos vórtices turbulentos), propriedades espectrais da turbulência; escala da turbulência atmosférica; espectro e coespectro. Balanço de Energia em Superfície: realização do balanço diferentes métodos; Teoria da similaridade de Monin-Obukhov; Funções de Similaridade. Modelos micrometeorológicos.

#### BIBLIOGRAFIA:

- ARYA, S. P. Introduction to Micrometeorology. USA: ELSEVIER ISE, 2nd Ed., 420p, 2001.
- BRUTSAERT, W. Evaporation into the atmosphere, theory, history and applications. Netherlands: Reidel Publ., 1982.
- GEIGER, R., The Climate Near de Ground. Havard Univ. Press. Cambridge, 611pp, 1965
- KAIMAL, J.C. and Finnigan J.J., Atmospheric Boundary Layer Flows: Their Structure and Measurement. Oxford University Press, 1994.
- LUMLEY, J. L. 1964; PANOFSKY, H. A. "The structure of atmospheric turbulence". New York , NY, (Interscience monographs and Texts in Physics and Astronomy, 12), 239p
- MONTHEITH J.L., Vegetation and the Atmosphere. Academic Press, London, 1979, 278p.
- MUNN R.E., Descriptive Micrometeorology. Academic Press, New York, 1966
- POGGI A., Introduction à la Micrometeorologie: transferts d'energy atmosphère-sol. Masson, Paris, 1977
- OKE, T.R., Boundary Layer Climates. Methuen & Co. Ltd., 1978, 372p.
- ROSEBERG N.J., BLAD B.L. AND VERMA S.B., Microclimate: The Biological Environement. John Wiley & Sons, Inc., 1983.
- SCHLICHTING, H. 1968(\*\*). "Boundary-layer theory". New York, NY, McGraw-Hill.
- STULL, R.B., An Introduction to Boundary Layer Meteorology. Dordrecht, Kluwer Academ. Publishers, 666p, 1988.
- SUTTON O.G., Micrometeorology: a study of physical process in the lowest layers of the earth's atmosphere. McGraw-Hill, 1953.

#### **MODELAGEM NUMÉRICA DA ATMOSFERA**

Este curso fornece aos alunos uma base sólida de modelagem atmosférica e previsão numérica de tempo, que inclui métodos numéricos para equações diferenciais parciais, uma introdução a parametrizações físicas, assimilação de dados e previsibilidade. Este curso deve fornecer uma base sólida na compreensão da previsão numérica de tempo, concentrando-se em conceitos básicos de modelagem atmosférica, assimilação de dados e previsibilidade.

#### BIBLIOGRAFIA:

David Handall, An Introduction to Atmospheric Modeling. Academic Press, 2004, 362p James Holton, Introduction to Dynamic Meteorology.

Elsevier Science Technology Books. Academic Press. 4th ed., 2004, 560pp Thomas Warner, Numerical Weather and Climate Prediction , Cambridge University Press, 2011, 548pp

## **MUDANÇAS CLIMATICAS**

Radiação e balanço de energia do sistema terra-atmosfera.. Fatores controladores do clima. Escalas temporais e espaciais. Causas externas das mudanças climáticas. Parâmetros orbitais e eras glaciais. Atividade solar e o clima. Influência da atividade sísmica no clima. Causas internas das mudanças climáticas. Influência das atividades humanas. Composição química da atmosfera. Efeito-estufa verso albedo planetário. Mudanças sazonais. Fenômenos cíclicos e fenômenos quase-periódicos. A estratosfera. Os oceanos. O ciclo hidrológico. Modelos de simulação de clima. Paleoclimatologia. Métodos estimativos.

### **BIBLIOGRAFIA:**

AHRENS, C. D. Meteorology today. St. Paul (MN): West Pub. Co., 1994.

BROKS, C.E.P., 1970. Climate through the Ages, Dover Pub. Inc. New York, NY.

HASTENRATH, S., 1985. Climate and Circulation of the Tropics. D. Reidel Pub. Co., Boston, MS, USA.

LAMB, H.H., 1972. Climate: Present, Past and Future, Methuen & Co., London, UK

THOMAS Jr, W.L., 1970. Mans Role in Changing the Face of the Earth, The University of Chicago Press.

SILVA, M. A. Varejão. Meteorologia e climatologia. INMET 2005, versão eletrônica

## **OCEANOGRAFIA FÍSICA**

Dimensão e forma dos oceanos, propriedades físicas da água do mar, distribuições típicas das características das águas dos oceanos, balanço de água, sal e calor, classificação das forças e movimentos nos oceanos, equação da continuidade de volume, equação do movimento em oceanografia, fluxo geostrófico nos oceanos, circulação gerada pelos ventos, ondas forças geradoras de marés, componentes harmônicas das marés, efeitos de águas rasas nas marés, praias e costas.

### **BIBLIOGRAFIA:**

PICKARD G, L. and EMERY, W. J. Descriptive Physical Oceanography, Pergamon Press 5TH . Edition, 1940, 320P.

POND, S. and PICKARDG. L. Introductory Dynamical Oceanography, Pergamon Press 2ND. Edition, 1983, 329P.

FRANCO, A. S. Tides, Fundamentals, Analysis and Prediction, Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, São Paulo, 2a Edição, 1988, 249 P.

## **POLUIÇÃO E QUÍMICA DA ATMOSFERA**

Formação da atmosfera ambiente, poluentes atmosféricos, amostragens e métodos de medidas de poluição, sistemas de controle de qualidade do ar ambiente, causa e efeitos da poluição do ar, poluição natural, poluição antropogênica, catástrofes ecológicas, perspectivas e qualidade do meio ambiente.

Princípios, definição, átomos-moléculas, reações químicas, transformações químicas, fotoquímica aerossóis, transportes e difusão de componentes químicos da atmosfera, processos de eliminação, métodos de medidas, modelos de transporte, eletroquímica, ciclo de CO<sub>2</sub>, ozônio, metano, compostos nitrogenados.

### **BIBLIOGRAFIA:**

BOLIN, B. 1982. "Climate changes and their effects on the biosphere. WMO. Pub. N°542.

BUTCHEER, S. S. & CHARLSON, R. J. 1972 . "An introduction to air chemistry". Academic Press. New York.

MUNN, R. E. & RODHE, H. 1987 . "Chimie atmosphérique et météorologie de la pollution de L'air". OMM Publ. N°364.

OMM. 1982. "Manuel international des pratiques de mesure de la pollution atmosphérique de fond". Publ. N°491.

WHO. 1980. "Analyzing and interpreting air monitoring data. Publ. N°51. World Health Org. Geneva, 59p.

WILLIAMSON, S. J. 1973 . "Fundamentals of Air Pollution". Addison-Wesley, Reading Mas  
[BUTCHEER, S. S. & CHARLSON, R. J. 1972 . "An introduction to air chemistry". Academic Press. New York.

GRADEL, T. E. 1978 . "Chemical compounds in the atmosphere". New York, Academic Press.

MÉSZANOS, E. 1981. "Atmospheric-chemistry. Fundamental aspects". Elsevier Scientific Publ. Co. Amsterdam.

SETLER, W. "The cycle of atmospheric Co". Tellus. 26 116-135.

WALKER, J. G. C. 1977 . "Evolution of the atmosphere". MacMillan Publishing Co. Inc. New York.

## **PREVISÃO NUMÉRICA DO TEMPO E CLIMA**

Evolução da Previsão Numérica de Tempo e clima (PNTC); Etapas de PNTC (Processos e componentes); Revisão das Equações Fundamentais (filtros e escalas); Outras Coordenadas

Verticais e novas formas das Equações Fundamentais; Método de diferenças finitas; Método Espectral e Volume Finito; Assimilação de dados; Produtos de Modelos Numéricos; Previsão Climática e Previsão Ensemble.

#### BIBLIOGRAFIA:

Daley, R. Atmospheric Data Analysis. Cambridge Atmospheric and Space Science Series. Cambridge University Press. ISBN 0-521-38215-7, 457 pp. 1991.

Haltiner, G. J. and R. T. Williams. Numerical Prediction and Dynamic Meteorology, Wiley and Sons, Inc., New York, 477 pp. 1980

Handall, D. An Introduction to Atmospheric Modeling. Academic Press., 362p. 2004.

Holton, J. Introduction to Dynamic Meteorology. Elsevier Science & Technology Books. Academic Press. 4th ed., 560pp. 2004.

Kalnay, E. Atmospheric Modeling, Data Assimilation and Predictability. Cambridge University Press, 341pp. 2003.

Krishnamurti, T.N. and Bounoua, L. An Introduction to Numerical Weather Prediction Techniques. CRC Press, 293pp. 1996.

#### **RADIAÇÃO SOLAR E TERRESTRE**

Radiação na Atmosfera: Leis básicas, termos e unidades utilizadas, leis de Rayleigh e Mie, constante solar, efeito de nuvens, albedo de superfícies, modelo específico, medida de radiação solar, distribuição espacial e temporal da radiação solar na atmosfera, linhas e bandas espectrais, absorção e emissão de H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, balanço de radiação e processos radiativos. Sensores e fontes de radiação. Medição de componentes de radiação em meio ambiente. Balanço de radiação da superfície e da atmosfera.

#### BIBLIOGRAFIA:

CENTENO, J. A. S. Sensoriamento remoto e processamento de imagens digitais. Curitiba: Ed. Curso de Pós-Graduação em Ciências Geofísicas, Universidade Federal do Paraná, 2004  
DERENIAK, E. L., CROWE, D. G. 1984. Optical radiation detectors. New York: John Wiley,. 300p.

FLEOGLE, R. A. & BUSTINGER, J. A. 1980 . "An introduction to atmospheric physics". Academic Press. International Geophysics Series. Vol. 25. 324 p.

FRITSCHEN, L. J, GAY, L.W. 1979. Environmental instrumentation. New York: Springer Verlag, 216p.

FROHLICH, C., LONDON, J. 1986. Revised instruction manual an radiation instruments and measurements of radiation and sunshine. W. C. R. PROGRAMME, publications series n.7, 134p.

GODOY, R.M.; YUNG, Y.I. 1996 Atmospheric radiation. Oxford University Press. 2nd. Edition.

LION, K. N. An introduction to atmospheric radiation. New York: Academic Press, 1980. 392p.

MONTEITH, J. L. Principles of environmental physics. London: Edward Arnold, 1973. 241p.  
SILVA, M. A. Varejão. Meteorologia e climatologia. São José dos Campos, SP:  
INPE, 2000.

## **SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO**

Conceitos da energia eletromagnética: espectro eletromagnético; difração e polarização da energia eletromagnética; radiação coerente e incoerente; densidade do fluxo radiante; corpo negro e emissividade. Conceitos sobre organização das plantas: célula vegetal, folhas, estômatos, tecidos vasculares, raízes e desenvolvimento da planta. Mecanismo da interação da energia eletromagnética com os componentes da superfície terrestre: reflexão e refração da radiação eletromagnética ; superfície difusa e especular; reflectância do solo, da planta e da cultura. As relações entre a temperatura da cultura e a deficiência hídrica : termometria a infravermelho; temperatura da planta ; efeitos de ângulo de observação; influência de nuvens.

### **BIBLIOGRAFIA:**

BAKST, Leonid; YAMASAKI, Yoshihiro. Princípios físicos e técnicos da meteorologia por satélite: relações espaciais. Vol. 1. UFPEL, 2000. CENTENO, J. A. S. Sensoriamento remoto e processamento de imagens digitais. Curitiba: Ed. Curso de Pós-Graduação em Ciências Geofísicas, Universidade Federal do Paraná, 2004.

KIDDER, Stanley Q.; HAAR, Thomas H. Vonder. Satellite meteorology: an introduction. San Diego, CA: Academic Press, 1995. Novo, E.M.L.M., Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações, 4ed., Blucher, 2010.

Richards, J.A. Remote Sensing Digital Image Analysis. An Introduction Springer-Verlag, 5th edition, 2013.

Berlin Heidelberg. Formaggio, A.R., Sanches, I.D. Sensoriamento Remoto em Agricultura. 1a edição, São Paulo: Oficina de Textos, 288p. ISBN 978-85-7975-277-3. 2017.