



PLANO DE ENSINO 2020.1¹

I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	HORAS-AULA SEMANAIS		HORAS-AULA SEMESTRAIS
		TEÓRICAS	PRÁTICAS	
FSC7115	Modelagem Numérica da Atmosfera	4	0	72 horas

II. PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)

Prof. Renato Ramos da Silva

III. PRÉ-REQUISITO(S)(Código(s) e nome da(s) disciplina(s))

FSC7105 Meteorologia Dinâmica I

IV. CURSOS PARA OS QUAIS A DISCIPLINA É OFERECIDA

(230) Meteorologia

V. EMENTA

Métodos numéricos fundamentais. Parametrizações físicas em modelos meteorológicos. Previsão numérica de tempo. Modelagem climática.

VI. OBJETIVOS

Compreender os princípios físicos envolvidos na Modelagem numérica dos processos meteorológicos, incluindo os métodos numéricos as parametrizações físicas e o funcionamento dos principais modelos regionais e globais aplicados á previsão meteorológica e climática.

VII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. Métodos Numéricos

- 1.1 Breve histórico da modelagem da atmosfera e do clima
- 1.2 Classificação de equações diferenciais e operador *splitting*.
- 1.3 Expansão em série de Taylor e aproximação por diferenças finitas.
- 1.4 Convergência, consistência e estabilidade de soluções numéricas.
- 1.5 Erro de truncamento, dispersão e difusão numérica.
- 1.6 Tipos de grades horizontais e verticais e sua adequações.
- 1.7 Aplicação a equação de advecção-difusão: esquemas implícitos e explícitos no tempo.
- 1.8 Esquemas de solução da equação de advecção-difusão: Forward Euler, Implicit, Crank-Nicolson, Leapfrog, Matsuno, Heun, Adams-Bashforth e Runge-Kutta.
- 1.9 Critérios de estabilidade dos vários esquemas.
- 1.10 Diferenças finitas em duas direções.
- 1.11 Métodos de expansão em série: elementos finitos e pseudospectral.
- 1.12 Métodos de volumes finitos.
- 1.13 Erro de Aliasing e estabilidade não-linear e suas prevenções.
- 1.14 Ruídos no espaço e tempo, filtro Asselin e filtro computacional.

2. Parametrizações Físicas

- 2.1 Importância das parametrizações físicas;
- 2.2 Parametrização da interface Superfície-Atmosfera
- 2.3 Parametrização Solo-Vegetação
- 2.4 Parametrização Água-atmosfera
- 2.5 Parametrização da camada limite e fluxos turbulentos
- 2.6 Parametrizações convectivas
- 2.7 Parametrização da microfísica de nuvens
- 2.8 Parametrização da radiação
- 2.9 Parametrização da cobertura de nuvens
- 2.10 Parametrização dos efeitos orográficos

¹ Plano de ensino adaptado, em caráter excepcional e transitório, para substituição de aulas presenciais por aulas em meios digitais, enquanto durar a pandemia do novo coronavírus – COVID-19, em atenção à Resolução Normativa 140/2020/CUn.

3. Modelos Numéricos de previsão de tempo e clima
- 3.1 Componentes de modelos numéricos.
- 3.2 Técnicas de assimilação e análise de dados.
- 3.3 Principais modelos regionais.
- 3.4 Principais modelos globais.
- 3.5 Principais modelos aplicados em previsão climática regional.
- 3.6 Principais modelos climáticos globais.
- 3.7 Estudos de caso com uso de modelos numéricos de previsão

VIII. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

O curso será desenvolvido através de aulas remotas síncronas e assíncronas, incluindo discussão e solução de problemas e atividades online. As aulas síncronas ocorrerão via Moodle (bigbluebutton). Material didático como notas de aula, vídeo-aulas, exercícios propostos e materiais didáticos serão todos disponibilizados na plataforma Moodle. Atividades como questionários (e.g. quizzes) e exercícios propostos serão desenvolvidas de forma assíncrona. A primeira semana será usada para ambientação dos recursos tecnológicos a serem usados durante o decorrer da disciplina.

IX. ATIVIDADES PRÁTICAS

1. Não há

X. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO E CONTROLE DE FREQUÊNCIA

A média final (MF) do aluno será calculada pela média aritmética das notas obtidas nas atividades (questionários) online envolvendo em seu conjunto todos os tópicos do conteúdo programático, lista de exercícios propostos e apresentação de projeto final. Terão como peso na nota final os seguintes itens: questionários online (30%), listas de exercícios propostos (40%) e apresentação de projeto final (30%).

Durante o calendário suplementar excepcional serão adotadas as normas definidas pelo conselho universitário conforme resolução N° 140/2020/CUn de 21/07/2020. Conforme Art. 15, § 4°, atividades síncronas serão agendadas novamente em casos de perda de sinal, sinal intermitente, quedas de energia, indisponibilidade do sistema Moodle, etc.

A frequência dos alunos será computada ou por presença nas aulas síncronas ou na efetivação das atividades assíncronas propostas após sua postagem no Moodle. O aluno que tiver frequência suficiente e média final igual ou maior que 6,0 (seis vírgula zero) estará aprovado na disciplina. O aluno que tiver frequência insuficiente ou frequência suficiente, mas média inferior a 3,0 (três vírgula zero) estará reprovado na disciplina.

Recuperação

O aluno que tiver frequência suficiente e média final (MF) igual ou maior do que 3,0 (três vírgula zero), mas menor que 6,0 (seis vírgula zero) [$3,0 \leq MF < 6,0$], poderá fazer uma prova de recuperação (online). A nota final do aluno será a média aritmética entre a média das notas das quatro avaliações parciais e a nota obtida na prova de recuperação conforme estabelece o art. 71, parágrafo 3° da resolução 017/Cun/97 de 06/10/97.

XI. LEGISLAÇÃO

Não será permitido gravar, fotografar ou copiar as aulas disponibilizadas no Moodle. O uso não autorizado de material original retirado das aulas constitui contrafação – violação de direitos autorais – conforme a Lei nº 9.610/98 – Lei de Direitos Autorais.

XI. REFERÊNCIAS

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

BENISTON M, From Turbulence to Climate. Numerical Investigations of the Atmosphere with a Hierarchy of Models. Springer.

Livro online disponível em:

<https://link-springer-com.ez46.periodicos.capes.gov.br/content/pdf/10.1007%2F978-3-642-58787-0.pdf>

GOOSSE H, BARRIAT PY, LEFEBVRE W, LOUTRE MF, ZUNZ V, (2008-2010). Introduction to climate dynamics and climate modeling. Livro online disponível em: <http://www.climate.be/textbook>.

MESINGER and ARAKAWA, Numerical methods used in atmospheric models. GARP Publication Series. No.17. August 1976.

Livro online disponível em: http://twister.ou.edu/CFD2003/Mesinger_ArakawaGARP.pdf

MONIN AS, An Introduction to Climate. Livro online disponível em:

<https://link-springer-com.ez46.periodicos.capes.gov.br/book/10.1007%2F978-94-009-4506-7>

ROBINSON WA, Modeling Dynamic Climate Systems. Springer. Livro online disponível em:

<https://link-springer-com.ez46.periodicos.capes.gov.br/content/pdf/10.1007%2F978-1-4612-4148-5.pdf>

RANDALL, DA, et al., 2007: Climate Models and Their Evaluation. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York (USA)

<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg1-chapter8-1.pdf>

RANDALL D. An Introduction to Numerical Modeling of the Atmosphere. Livro online disponível em:

http://hogback.atmos.colostate.edu/group/dave/at604pdf/AT604_LaTeX_Book.pdf

SCHLESINGER ME. Physically-Based Modeling and Simulate of Climate and Climate Change. Part 1. NATO Series. Livro online disponível em:

<https://link-springer-com.ez46.periodicos.capes.gov.br/content/pdf/10.1007%2F978-94-009-3041-4.pdf>

THOMAS JW, Numerical Partial Differential Equations. Finite difference methods. Springer. Livro online disponível em:

<https://link-springer-com.ez46.periodicos.capes.gov.br/content/pdf/10.1007%2F978-1-4899-7278-1.pdf>

COIFFIER, J. Fundamentals of Numerical Weather Prediction, Cambridge University Press, ISBN-10: 110700103X, 2012.

JACOBSON, M. Z., Fundamentals of Atmospheric Modeling, Cambridge University Press, ISBN-0-521.63143.2, 656pp, 1999.

STENSRUD, D. J., Parameterization Schemes, Keys to understanding Numerical Weather Prediction Models, Cambridge University Press, 2009.

WARNER, T. T., Numerical Weather and Climate Prediction, Cambridge University Press, ISBN-10: 0521513898, 2011.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

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

KRISHNAMURTI T.N. & L. BOUNOUA, An Introduction to Numerical Weather Prediction Techniques, CRC Press Inc, 293 pp, 1996.

MCGUFFIE K. & A. HENDERSON-SELLERS, A Climate Modelling Primer, John Willey & Sons Ltd, 280 pp, 2005.

PIELKE R. SR. Mesoscale Meteorological Modeling, Academic Press, International Geophysics Series, vol. 78, 676 pp, 2002.

VIANELLO R. L e ALVES A. R., Meteorologia Básica e Aplicações, Editora Universidade de Viçosa, ISBN 9788572694322, 460p, 2013.

WALLACE, J.M. e HOBBS, P.V. - Atmospheric Science: An Introductory Survey. Academic Press, New York, 2006, 467p.

Livro online disponível em: https://www.academia.edu/37366881/Atmospheric_science_wallace_and_hobbs_PDF

OUTRAS REFERÊNCIAS

Projeto METED-COMET <http://www.comet.ucar.edu/>

Software Windy <https://www.windy.com>

NCAR-Modelo WRF <https://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/>

IPCC <https://www.ipcc.ch/>

Cronograma

Aula	Data	CH	
1	31/08	2h	Moodle da disciplina. Aula de apresentação do planejamento didático, plano de ensino. Apresentação do AVA. <ul style="list-style-type: none"> Breve Histórico da Modelagem
2	02/09	2h	Moodle da disciplina. <ul style="list-style-type: none"> Classificação de equações diferenciais e operador <i>splitting</i>.
3	07/09	2h	Moodle da disciplina. <ul style="list-style-type: none"> Expansão em série de Taylor e aproximação por diferenças finitas
4	09/09	2h	Moodle da disciplina. <ul style="list-style-type: none"> Convergência, consistência e estabilidade, Erro de truncamento e difusão numérica
5	14/09	2h	Moodle da disciplina. <ul style="list-style-type: none"> Tipos de grades horizontais e verticais.
6	16/09	2h	Moodle da disciplina <ul style="list-style-type: none"> A equação de advecção-difusão: esquemas implícitos e explícitos.
7	21/09	2h	Moodle da disciplina. <ul style="list-style-type: none"> Crítérios de estabilidade
8	23/09	2h	Moodle da disciplina <ul style="list-style-type: none"> Diferenças finitas em duas direções (Modelo de água rasa)
9	08/09	2h	Moodle da disciplina. <ul style="list-style-type: none"> Métodos de expansão em série: elementos finitos e pseudospectral
10	30/09	2h	Moodle da disciplina. <ul style="list-style-type: none"> Método de Volumes Finitos
11	05/10		Moodle da disciplina <ul style="list-style-type: none"> Erro de aliasing, ruídos e filtros
12	07/10	2h	Moodle da disciplina. <ul style="list-style-type: none"> Importância das parametrizações físicas
13	12/10	2h	Moodle da disciplina. <ul style="list-style-type: none"> Parametrização da interface Superfície-Atmosfera
14	14/10	2h	Moodle da disciplina. <ul style="list-style-type: none"> Parametrização Solo-Vegetação
15	19/10	2h	Moodle da disciplina. <ul style="list-style-type: none"> Parametrização Água-atmosfera
16	21/10	2h	Moodle da disciplina. <ul style="list-style-type: none"> Parametrização da camada limite e fluxos turbulentos
17	26/10	2h	Moodle da disciplina. <ul style="list-style-type: none"> Parametrizações convectivas
18	28/10	2h	Moodle da disciplina. <ul style="list-style-type: none"> Parametrização da microfísica de nuvens
19	02/11	2h	Moodle da disciplina. <ul style="list-style-type: none"> Parametrização da radiação
20	04/11	2h	Moodle da disciplina. <ul style="list-style-type: none"> Parametrização da cobertura de nuvens
21	09/11	2h	Moodle da disciplina. <ul style="list-style-type: none"> Parametrização dos efeitos orográficos
22	11/11	2h	Moodle da disciplina. <ul style="list-style-type: none"> Componentes de modelos numéricos
23	16/11	2h	Moodle da disciplina. <ul style="list-style-type: none"> Técnicas de assimilação e análise de dados
24	18/11	2h	Moodle da disciplina. <ul style="list-style-type: none"> Principais modelos regionais
25	23/11	2h	Moodle da disciplina. <ul style="list-style-type: none"> Principais modelos globais.
26	25/11	2h	Moodle da disciplina. <ul style="list-style-type: none"> Principais modelos aplicados em previsão climática regional.

27	30/11	2h	Moodle da disciplina. <ul style="list-style-type: none"> • Principais modelos climáticos globais
28	02/12	2h	Moodle da disciplina. <ul style="list-style-type: none"> • Estudos de caso com uso de modelos numéricos de previsão
29	07/12	2h	Moodle da disciplina. <ul style="list-style-type: none"> • Orientação e preparação de tópicos de projeto final
30	09/12	2h	Moodle da disciplina. <ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do projeto final
31	14/12	2h	Revisão
32	16/12	2h	Recuperação

A observar:

- a) As atividades pedagógicas não presenciais síncronas não deverão ser realizadas fora do horário estabelecido na grade horária (Art. 3.1, Res. 140/2020/CUn);
- b) Horário diferente do apresentado na grade horária somente mediante a anuência de todos os alunos matriculados (Art. 3.2, Res. 140/2020/CUn);