Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais
Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas
Programa de Pós-Graduação em Meteorologia
Curso de Graduação em Meteorologia

MODELAGEM ATMOSFÉRICA

Aula 6

Universidade Federal de Campina Grande

Disciplina:

Modelagem Atmosférica

Enilson Palmeira Cavalcanti
enilson.cavalcanti@ufcg.edu.br

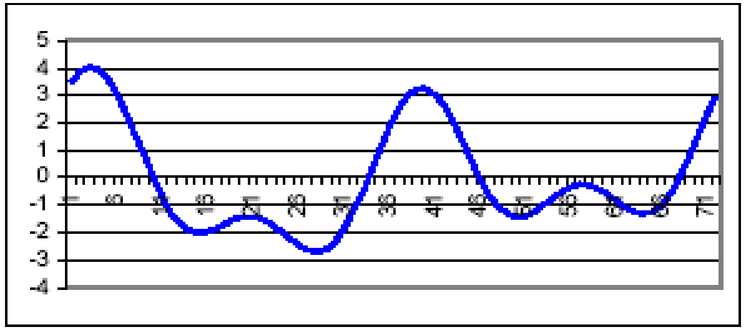
Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais
Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas
Graduação e Pós-Graduação em Meteorologia

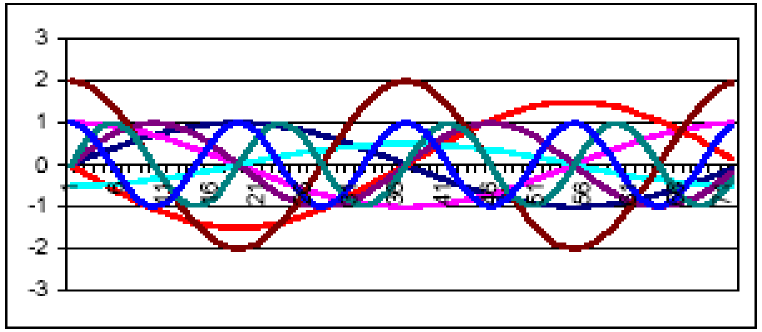
Modelo espectral

Usa funções contínuas em forma de ondas, os dados são representados através de harmônicos de Fourier.

No modelo espectral a variação espacial da variável meteorológica é representada por um número finito de harmônicos com diferentes comprimentos de onda.

Na integração numérica os componentes lineares são obtidos pelo método espectral. No entanto, tem-se processos físicos, advecção vertical e alguns termos dinâmicos obtidos em ponto de grade por diferenças finitas. Neste sentido, o modelo espectral é na verdade uma combinação de técnicas espectrais e de ponto de grade.

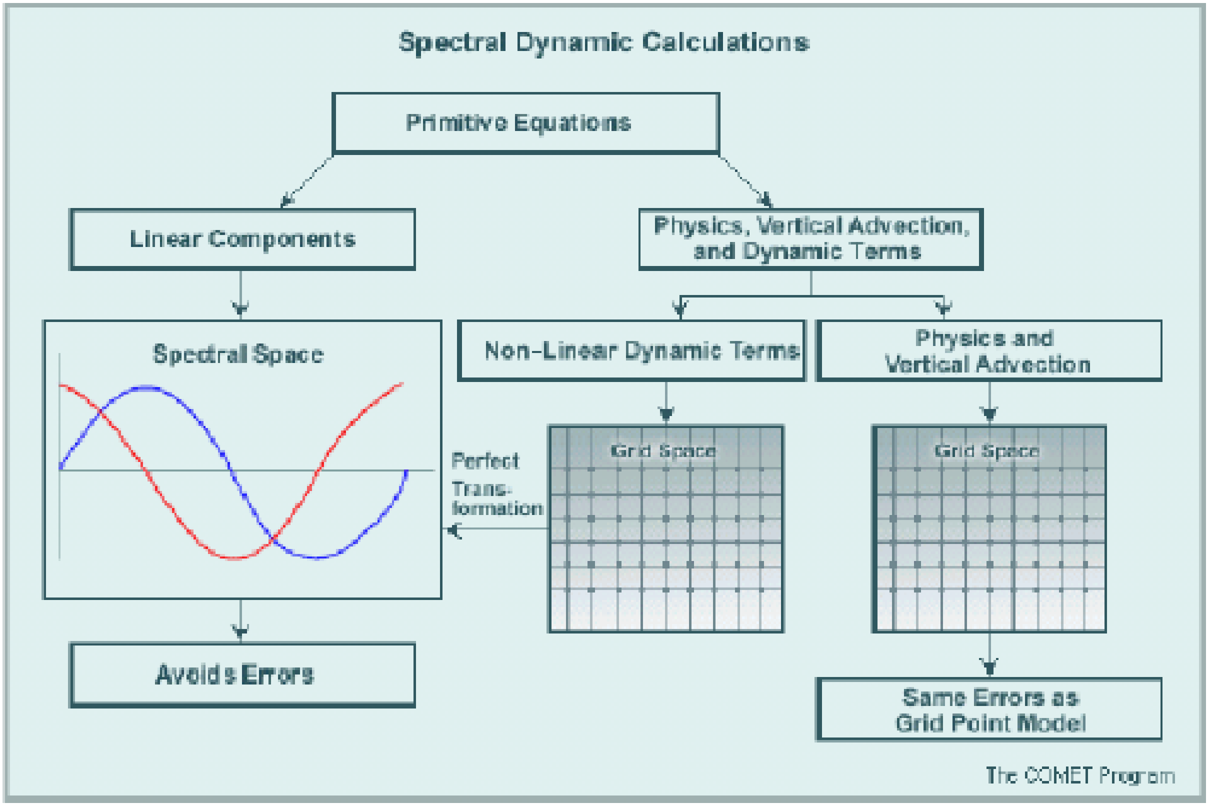




decomposição em harmônicos (espectro)

Modelo espectral

Na integração numérica os componentes lineares são obtidos pelo método espectral. No entanto, tem-se processos físicos, advecção vertical e alguns termos dinâmicos que são obtidos em ponto de grade por diferenças finitas. Neste sentido, o modelo espectral é na verdade uma combinação de técnicas espectrais e de ponto de grade.



Modelo espectral

Características

1) Os dados são representados por funções tipo onda (harmônicos).
2) A resolução é função do número de onda (harmônico) usado no modelo.
3) A resolução do modelo é limitada pelo máximo número de ondas.
4) Os termos lineares das equações podem ser calculadas sem introduzir erro computacional.
5) É usado grade para calcular termos não lineares e outros processos físicos.
6) Ocorrem transformações entre espectral e ponto de grade.
7) As equações podem ser integradas com grande “time step” e por longo período.
8) Originalmente projetado para domínio global.

Modelo espectral

Formulação dos harmônicos de Fourier

$\theta \equiv fase$

$\mu \equiv média$

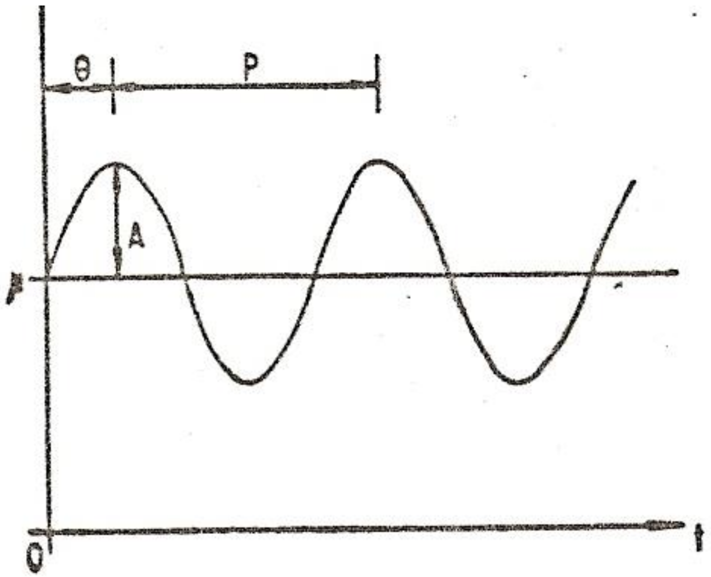
$p \equiv período$

$A \equiv amplitude$

$f \equiv frequência = \frac{1}{p}$

$w \equiv frequência\ angular = 2\pi f$

$\phi \equiv fase\ angular = 2\pi f\theta$



$$X(t) = \mu + A\cos 2\pi f(t-\theta)$$

$$X(t) = \mu + A\cos(wt-\phi) \quad p/ \quad t = 1,2,3,\ldots,T$$

Modelo espectral

$$A\cos(wt-\phi)=A(\cos wt\ \cos\phi+senwt\ sen\phi)=\alpha\cos wt+\beta senwt$$

$$X(t)=\mu+\alpha\cos wt+\beta senwt \quad p/\ t=1,2,3,\ldots,T$$

$$\begin{cases}\alpha=A\cos\phi\\ \beta=Asen\phi\end{cases} \qquad \begin{cases}\alpha^2+\beta^2=A^2(\cos^2\phi+sen^2\phi)=A^2\\ tag\phi=\dfrac{sen\phi}{\cos\phi}, \qquad \phi=arctag\left(\dfrac{sen\phi}{\cos\phi}\right)\end{cases} \qquad \emptyset=arctag\left(\frac{\beta}{\alpha}\right)$$

Generalizando para *N=T/2*

$$X(t)=\mu+\sum_{j=1}^{N}A_j\cos(w_jt-\phi_j)\ \ p/\ \ t=1,2,3,\ldots,T$$

$$X(t)=\mu+\sum_{j=1}^{j=N}(\alpha_j\cos w_jt+\beta_j senw_jt)\ \ \mathrm{p/}\ \ \mathrm{t}=1,2,3,\ldots,\mathrm{T}$$

Modelo espectral

Os coeficientes são obtidos por:

$$\hat{\alpha}_j = \begin{cases} \dfrac{2}{T}\sum_{t=1}^{T} X(t)\cos w_j t & \text{p/ } j = 1,2,3,\ldots, N-1 \\ \dfrac{1}{T}\sum_{t=1}^{T} X(t)\cos w_j t & \text{p/ } j = N \end{cases}$$

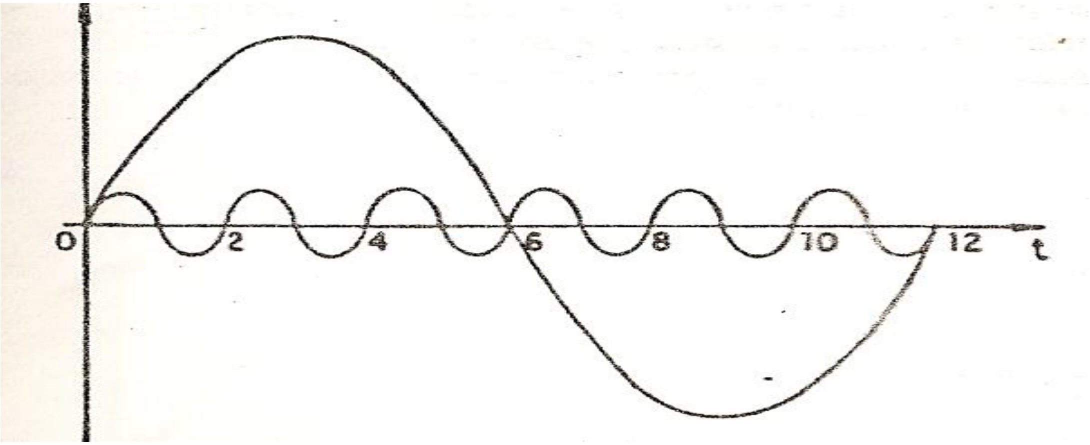
$$\hat{\beta}_j = \begin{cases} \dfrac{2}{T}\sum_{t=1}^{T} X(t) sen w_j t & \text{p/ } j = 1,2,3,\ldots, N-1 \\ \dfrac{1}{T}\sum_{t=1}^{T} X(t) sen w_j t = 0 & \text{p/ } j = 0, N \end{cases}$$

Modelo espectral

$$w_j = \frac{2\pi j}{T} \qquad \text{p/ } j = 1,2,3,\ldots, N$$

$$j = 1, \longrightarrow \quad w_1 = \frac{2\pi}{T}$$ ⟶ Onda mais lenta

$$j = N, \longrightarrow \quad w_N = \frac{2\pi N}{T} = \pi$$ ⟶ Onda mais rápida (frequência Nyquist)



Fim da Aula-06

FIM