

Produto de previsão da temperatura horária multimodelos

Previsão horária da temperatura do ar em 2m

Para a confecção da previsão da temperatura horária, são utilizados os seguintes modelos regionais em operação no CPTEC/INPE (tabela 1).

Modelo	Formato		Resolução	Horário		Integração
	Regional	Global		00Z	12Z	
WRF			7			7
ETA			8			11
BRAMS			8			7

Tabela 1 - Relação dos modelos regionais em operação no CPTEC/INPE

Estes possuem integração de 1h e alta resolução, cuja breve descrição é:

- Weather Research & Forecasting Model (WRF)

O modelo regional conta com resolução de 7 km cobrindo o oceano Pacífico Leste, América do Sul e grande parte do oceano Atlântico, configurado com coordenada híbrida, com intuito de melhorar a representação no modelo das regiões com topografias íngremes, como os Andes e as serras do litoral brasileiro. Período de integração de 7 dias.

(<https://www.mmm.ucar.edu/models/wrf>)

- Eta, de 8 km de resolução

O Modelo Eta é um modelo atmosférico de última geração utilizado para fins de pesquisa e operacionais. O nome do modelo deriva da letra grega η (eta), que denota a coordenada vertical (Mesinger 1984), uma das características do modelo. As variáveis prognósticas deste são pressão de superfície, componentes horizontais do vento, temperatura, umidade específica, energia cinética turbulenta e hidrometeoros de nuvens. As variáveis são distribuídas na grade eletrônica de Arakawa. Período de integração de 11 dias.

- BRAMS de 7 km de resolução

O BRAMS é baseado no Regional Atmospheric Modeling System (RAMS), originalmente

desenvolvido na CSU/EUA. São modelos numéricos de previsão meteorológica multipropósito que foram projetados para simular circulações atmosféricas abrangendo escalas hemisféricas até simulações de grandes turbilhões (LES) da camada limite planetária. Várias novas funcionalidades e modificações foram incluídas para melhorar a representação numérica de processos físicos importantes em regiões tropicais e subtropicais (Freitas et al., 2005, 2009), um módulo completo em linha para química atmosférica e processos de aerossóis (Longo et al., 2013), bem como um modelo de última geração para simulação de trocas de água, energia, momento, carbono e outros traçadores biogeoquímicos entre a atmosfera e a superfície (Moreira et al., 2013). Período de integração de 7 dias.

(<http://brams.cptec.inpe.br/about/>)

A estimativa final da temperatura horária é obtida através da média de cada valor previsto pelos modelos, para o intervalo de sete dias.

A equação utilizada para a estimativa, para cada horário de previsão, é;

$$thm = \sum_{i=1}^{mod} [(th_i)/mod]$$

Onde:

th = temperatura horária de cada modelo (C)

mod = número de modelos disponíveis (até 3)

thm = temperatura média final (C)

Previsão da sensação térmica

- Sensação térmica para temperaturas baixas

A sensação térmica, para temperaturas mais baixas, é obtida utilizando a equação de Wind Chill (WC), cuja fórmula original foi desenvolvida por Paul Siple e Charles Passel (1945).

A antiga fórmula do WC foi introduzida pelo explorador antártico Paul A. Siple em sua dissertação de 1939, "Adaptation of the Explorer to the Climate of Antarctica.". Durante a década de 1940, Siple (que cunhou o termo "sensação térmica") e Charles F. Passel mediram o tempo necessário para congelar 250 gramas de água em diferentes condições de temperatura e vento. Eles desenvolveram fórmulas empíricas que relacionam esses dados à taxa de perda de calor da pele humana exposta

A nova fórmula do WC utiliza avanços científicos, tecnológicos e de modelagem computacional visando ser mais precisa, compreensível e útil para calcular os perigos dos ventos de inverno e das temperaturas congelantes. Além disso, ensaios clínicos foram conduzidos e os resultados foram utilizados para verificar e aprimorar a precisão desta nova fórmula.

<https://www.weather.gov/gjt/windchill>

<https://www.weather.gov/ffc/wci>

Equação do Wind Chill (WC)

$$WC(^{\circ}F) = 35.74 + 0.6215T - 35.75(V^{0.16}) + 0.4275T(V^{0.16})$$

onde:

T = Temperatura do ar ($^{\circ}F$)

V = Velocidade do vento (MPH)

Válida somente para ventos > 4 MPH (6,4 km/h)

A confecção do WC horária é feita utilizando as previsões horárias do vento em 10m e da temperatura.

- Sensação térmica para temperaturas altas

Em temperaturas do ar abaixo da temperatura corporal, a radiação e a convecção são métodos eficientes de transferir o calor do corpo humano relativamente mais quente para o ar relativamente mais frio. No entanto, quando a temperatura do ar atinge 35°C, próximo à temperatura média normal do corpo de 37°C, a perda de calor por radiação e convecção cessa. Nesse ponto, a perda de calor pela transpiração torna-se fundamental. Mas a transpiração não remove o calor se o suor não puder evaporar, o que significa que a alta umidade relativa retarda a evaporação e, portanto, impede um método importante de resfriamento do nosso corpo.

O Índice de Calor (Heat Index) é baseado no trabalho de R.G. Steadman, publicado em 1979, sob o título "The Assessment of Sultriness, Parts 1 and 2". Neste trabalho, Steadman construiu uma tabela que usa a umidade relativa e a temperatura de bulbo seco para produzir a "temperatura aparente" ou a temperatura que o corpo "sente".

A equação para estimar a sensação térmica (Heat Index - HI) é:

$$HI = -42.379 + 2.04901523 * T + 10.14333127 * RH - .22475541 * T * RH - .00683783 * T * T - .05481717 * RH * RH + .00122874 * T * T * RH + .00085282 * T * RH * RH - .00000199 * T * T * RH * RH$$

Onde:

T = temperatura do ar (°F)
RH = Umidade Relativa (%)

Se a UR for menor que 13% e a temperatura estiver entre 80 e 112 graus F (27°C e 44°C), o seguinte ajuste será subtraído de HI

$$AJ = [(13 - RH)/4] * \sqrt{[17 - \text{ABS}(T - 95)]/17}$$

onde ABS e SQRT são as funções de valor absoluto e raiz quadrada, respectivamente. Por outro lado, se a UR for maior que 85% e a temperatura estiver entre 80 e 87 graus F (27°C e 31°C), o seguinte ajuste é adicionado a HI:

$$AJ = [(RH - 85)/10] * [(87 - T)/5]$$

A regressão de Rothfus não é apropriada quando as condições de temperatura e umidade justificam um valor de índice de calor abaixo de cerca de 80 graus F (27°C). Nesses casos, uma fórmula mais simples é aplicada para calcular valores consistentes com os resultados de Steadman:

$$HI = 0.5 * \{T + 61.0 + [(T - 68.0) * 1.2] + (RH * 0.094)\}$$

A confecção do HI horário é feita utilizando as previsões horárias de umidade relativa e temperatura em 2m.

Temperaturas mínimas e máximas climatológicas

Um produto de obtenção de dados observados de temperatura, denominado SAMeT (South American Mapping of Temperature), está disponível operacionalmente para a América do Sul no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Este combina dados observados com a reanálise ERA5, realizando uma correção do campo da temperatura, utilizando a taxa de variação vertical da temperatura (gradiente térmico vertical) estimada. A combinação de reanálise e observações, juntamente com a correção da taxa, produz campos de temperaturas máximas, mínimas e médias.

Com uma base de dados diários de temperatura, de janeiro de 2000 a dezembro de 2023, foi possível confeccionar uma climatologia das temperaturas mínimas e máximas.

Maiores informações podem ser obtidas nos endereços:

https://ftp.cptec.inpe.br/modelos/tempo/SAMeT/Rozante_et_al_2021.pdf

<https://data.inpe.br/dados/samet/>

<http://ftp.cptec.inpe.br/modelos/tempo/SAMeT/DAILY>

<http://ftp.cptec.inpe.br/modelos/tempo/SAMeT/CLIMATOLOGY/>

Para informar se a temperatura prevista está acima ou abaixo do normal, os valores climatológicos das temperaturas mínimas e máximas são disponibilizados junto com a previsão.

Autor

José Alberto da Silva Ferreira

Referências

FREITAS, S. R., K. LONGO, M. SILVA DIAS, P. SILVA DIAS, R. CHATFIELD, E. PRINS, P. ARTAXO, G. GRELL; F. RECUERO. Monitoring the transport of biomass burning emissions in South America Environmental Fluid Mechanics, DOI: 10.1007/s10652-005-0243-7, v. 5 n. 1-2, p. 135 - 167, 2005.

FREITAS, S. R., LONGO, K. M., SILVA DIAS, M. A. F., CHATFIELD, R., SILVA DIAS, P., ARTAXO, P., ANDREAE, M. O., GRELL, G., RODRIGUES, L. F., FAZENDA, A.; PANETTA, J. The Coupled Aerosol and Tracer Transport model to the Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modeling System (CATT-BRAMS) - Part 1: Model description and evaluation, Atmos. Chem. Phys., v. 9, p. 2843-2861, 2009.

Longo KM, Freitas SR, Pirre M, Marécal V, Rodrigues LF, Panetta J, Alonso MF, Rosário NE, Moreira DS, Gácita MS, Arteta J, Fonseca R, Stockler R, Katsurayama DM, Fazenda A, and Bela M: The Chemistry CATT-BRAMS model (CCATT-BRAMS 4.5): a regional atmospheric model system for integrated air quality and weather forecasting and research, Geosci. Model Dev, 6, 1389–1405, 10.5194/gmd-6-1389-2013, 2013

Mesinger, F., 1984: A blocking technique for representation of mountains in atmospheric models. Riv. Meteor. Aeronaut, 44 , 195–202.

Moreira DS, Freitas SR, Bonatti JP, Mercado LM, Rosário NMÉ, Longo KM, Miller JB, Gloor M, and Gatti LV: Coupling between the JULES land-surface scheme and the CCATT-BRAMS atmospheric chemistry model (JULESCCATT-BRAMS1.0): applications to numerical weather forecasting and the CO₂ budget in South America, Geosci. Model Dev, 6, 1243–1259, 10.5194/gmd-6-1243-2013, 2013.

Rozante, J. R., E. Ramirez, A. de A. Fernandes, A newly developed South American Mapping of Temperature with estimated lapse rate corrections, Int. J. Climatol., 42 (2022), pp. 2135-2152

Siple, P. A., C.F. Passel, Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing temperatures, Proc Am Philos Soc, 89 (1) (1945), pp. 177-199

Steadman, R.G., 1979a. The assessment of sultriness. Part I: A temperature-humidity index based on human physiology and clothing. Journal of Applied Meteorology, 18(7): 861–873.

Steadman, R.G., 1979b. The assessment of sultriness. Part II: Effects of wind, extra radiation and barometric pressure on apparent temperature. Journal of Applied Meteorology, 18(7): 874–885.