

# APLICAÇÃO DE UM MÉTODO DE INTERPOLAÇÃO FÍSICO-ESTATÍSTICO PARA A TEMPERATURA E PRESSÃO ATMOSFÉRICA SOBRE UMA REGIÃO DE TOPOGRÁFICA VARIÁVEL

Clara M. CELESTINO<sup>1,2</sup>, Thaís G. ALVES<sup>1</sup>, Aline A. AMORIM<sup>1</sup>, Caroline S. COUTO<sup>1</sup>, Italo R. LOPES<sup>1</sup>, Juliana O. PAZ<sup>1</sup>, Milleny NUNES<sup>1</sup>, Rodrigo F. RADDE<sup>1</sup>, Santiago V. CUADRA<sup>1</sup>, Almir V. FERREIRA<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>CEFET-RJ - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. Rio de Janeiro, RJ. <sup>2</sup>claramaia\_rj@yahoo.com.br.

**RESUMO:** No presente trabalho os dados observados durante a campanha de campo de observações meteorológicas, associado à base de dados topográficos 3s-SRTM, foram utilizados para extrapolar as observações de temperatura do ar e pressão atmosférica para a região do Parque Nacional de Itatiaia (PNI). Para interpolação dos dados de temperatura e pressão sobre a área do PNI foram utilizados princípios físicos e estatísticos de interpolação. O método de interpolação pelo quadrado da distância utilizado juntamente com as outras equações físicas para estimar a temperatura do ar e a pressão atmosférica, sobre região do PNI, apresentou valores consistentes com os observados. Logo, o método pode ser empregado para a geração de mapas destas variáveis meteorológicas para regiões onde há baixa densidade de estações meteorológicas, em particular onde há acentuada variação topográfica.

**ABSTRACT:** In this study the meteorological observed data collected during a field campaign, along with the SRTM topographic data, were used to extrapolate the air temperature and atmospheric pressure observations over the Itatiaia National Park (PNI) region. For the air temperature and atmospheric pressure interpolations we have used physical principles and one statistical interpolation method. The interpolation method used, considering the square of the distance along with other physical equations for estimating the air temperature and atmospheric pressure, presented consistent results when compared with observations. Therefore, this method can be used to generate maps of these meteorological variables for regions where there is low density of meteorological stations, in particular over regions with marked topographical variation.

## 1. INTRODUÇÃO

Informações meteorológicas em escala local são limitadas pela densidade da rede de observações, em particular no caso do Brasil grande parte do território tem baixa densidade de estações meteorológicas. Uma forma de se obter essas informações, de forma consistente, em locais onde não há estações meteorológicas disponíveis, para temperatura e pressão atmosférica, é através

do uso de estimativas dos gradientes médios de temperatura e da aproximação hidrostática. Adicionalmente para se especializar esses valores pode-se fazer uso de métodos estatísticos de interpolação, ponderando assim a distâncias dos pontos de observação em relação ao ponto onde a informação é extrapolada. O Parque Nacional de Itatiaia é uma área típica onde não há uma grande densidade de estações meteorológicas. Essa região é de grande importância para a conservação de inúmeras espécies de fauna e flora que ali existem (FBDS, 2000). Como a região apresenta acentuada topografia a simples interpolação das variáveis meteorológicas através de interpolações puramente estatísticas é obviamente inconsistente, já que o relevo exerce grande influência sobre estas. Dessa forma a aplicação das equações para a estimativa da variação da temperatura e pressão com a altitude em conjunção com métodos de interpolação estatísticos são necessários à extrapolação dessas variáveis. No presente trabalho apresentam-se os resultados do método de extrapolação da temperatura e pressão sobre a região do Parque Nacional de Itatiaia.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

No presente trabalho os dados observados durante a campanha de campo de observações meteorológicas, realizadas pelos estudantes do curso técnico do CEFET-RJ (Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca) e da graduação da UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro) – ambos cursos de meteorologia, foram utilizados em conjunção com as estações automáticas do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) para extrapolar as observações de temperatura do ar e pressão atmosférica para a região do Parque Nacional de Itatiaia (PNI). O PNI abrange áreas dos Estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais (22°15' -22°30' S, 44°30' -44°45' W) e tem como seu ponto mais elevado o Pico das Agulhas Negras – 2.787 m (FBDS, 2000). As observações da campanha de campo foram realizadas entre os dias 17 e 19/05/2012.

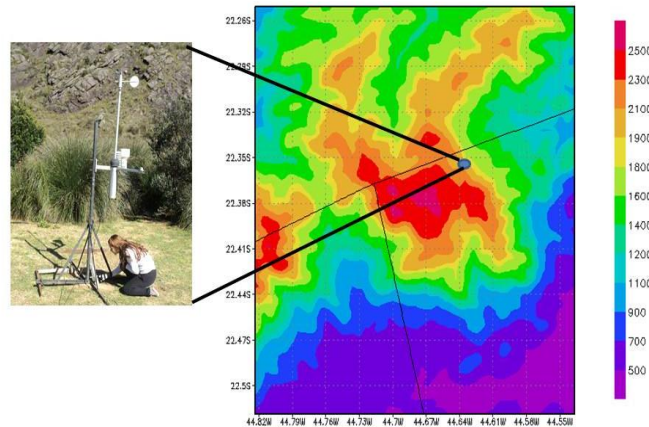
Para interpolação dos dados de temperatura e pressão sobre a área do PNI foram utilizados princípios físicos e estatísticos de interpolação. Tipicamente a temperatura decai com a altitude sendo seu decréscimo para a atmosfera padrão de 6,5 °C Km<sup>-1</sup> (HOLTON,1992). Para estimar a pressão utilizou-se a equação Hipsométrica, que é uma derivação da aproximação hidrostática. O equilíbrio hidrostático assume que na ausência de movimentos verticais intensos a força de gravidade é balanceada pela componente vertical da força do gradiente de pressão. A equação Hipsométrica advém da integração da equação hidrostática entre dois níveis assumindo-se que a temperatura média dessa camada, entre os níveis de integração, é dada pela média entre as temperaturas dos níveis. Dessa forma a equação Hipsométrica pode ser definida como:

$$p(z) = p(0)e^{-\frac{g\Delta z}{RT}} \quad (1)$$

Onde:  $p(z)$  a pressão do ponto onde se deseja estimar a pressão;  $p(0)$  a pressão no nível de referência, de onde inicia-se integração;  $g$  é a força de gravidade, assumida como  $g =$

$9,80665 \text{ m s}^{-2}$ ;  $R$  é a constante do gás para o ar seco e equivale a  $R = 287 \text{ J Kg}^{-1}\text{K}^{-1}$ ;  $\bar{T}$  é a temperatura média da camada, entre os níveis  $p(z)$  e  $p(0)$ ;  $\Delta z$  é a variação de altitude entre os níveis de pressão. Então, após a estimativa de  $\bar{T}$ , a pressão no nível  $z$  foi estimada através da equação (1) (HOLTON, 1992) a partir de um nível onde havia as observações de temperatura e pressão.

Para a espacialização da temperatura e pressão foram utilizadas as estações meteorológicas automáticas: (1)MAWS301, instalada ao lado do abrigo Rebouças no PNI, próximo ao Pico das Agulhas Negras, durante o experimento de campo; (2) Resende (INMET); (3) Passa Quatro (INMET).



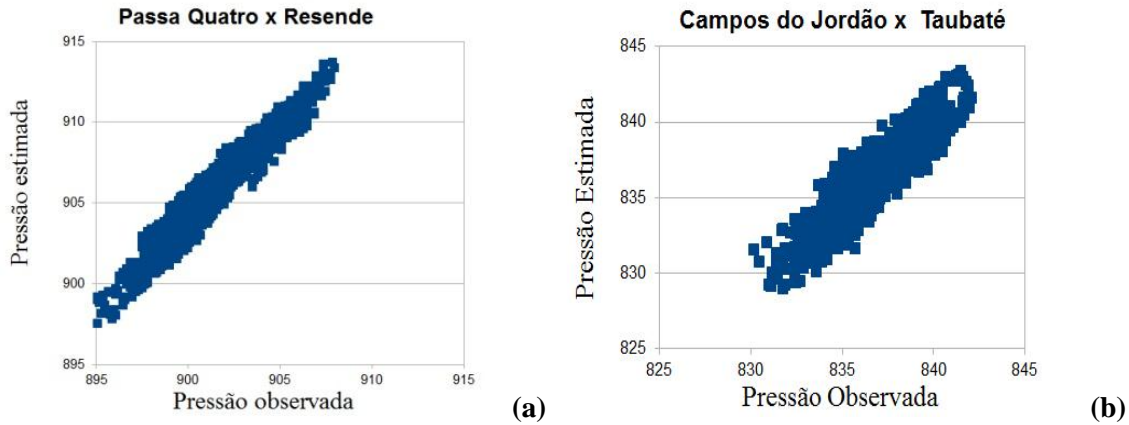
**Figura 1.** Localização da estação montada no abrigo Rebouças do Parque Nacional de Itatiaia (PNI), a figura apresenta a topografia na região do PNI.

A espacialização da temperatura e pressão foi obtida por meio das três estações mencionadas considerando como fator de peso para cada ponto o inverso do quadrado da distância (equação 2):

$$Xp = \frac{\sum_{i=1}^3 (\frac{1}{di^2} \cdot Xi)}{\sum_{i=1}^3 (\frac{1}{di^2})} \quad (2)$$

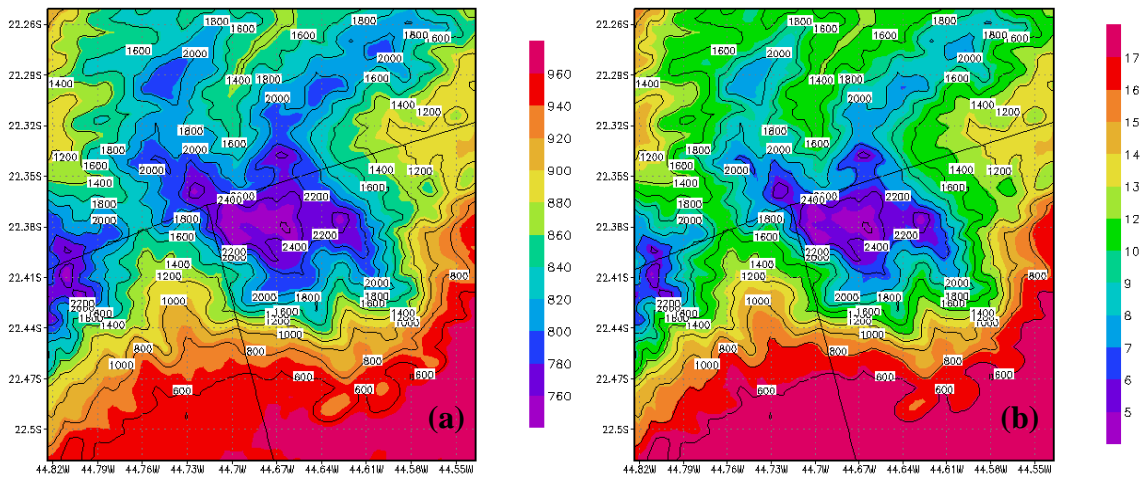
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para avaliar as aproximações utilizadas, anteriormente esses métodos foram empregados para estimar a pressão atmosférica e temperatura para dois pares de estações localizadas próximas uma da outra, sendo que as estações apresentam uma diferença de altitude típica da observada na região do parque. Pela relação de dispersão observa-se que o esquema é bem estável, apresentando pouca dispersão entre os valores estimados e observados. Os desvios médios entre as pressões estimadas e observadas são, em geral, inferiores a 5 hPa – desvios relativamente baixos considerando-se que a variação média da pressão entre as estações de onde iniciou-se a integração e a pressão final, ponto onde a pressão foi estimada, foram de 126 hPa (entre Campos de Jordão e Taubaté) e 65 hPa (entre Passa Quatro e Resende).



**Figura 2.** Diagrama de dispersão entre os valores estimados e observados de pressão para as estações meteorológicas de (a) Passa Quatro em função das observações da estação de Resende e (b) para a estação de Campos do Jordão em função das observações da estação de Taubaté.

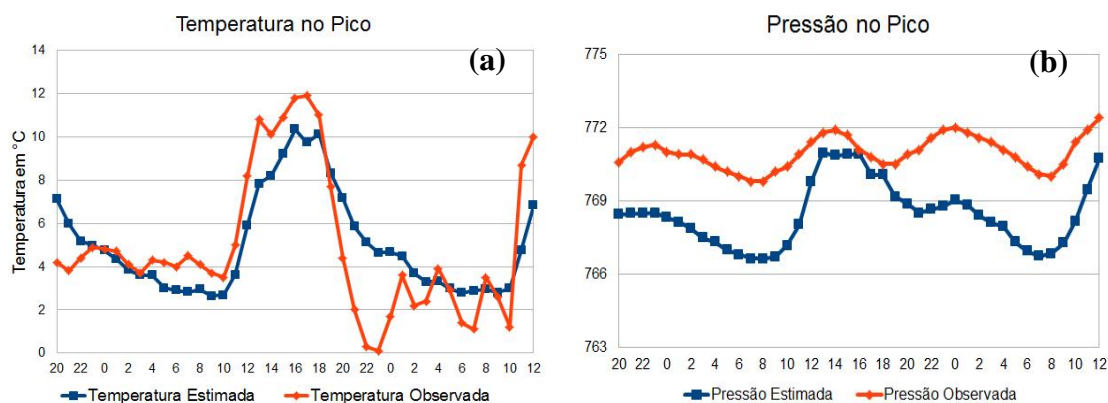
A figura 3 apresenta os mapas de temperatura e pressão atmosférica, para região do PNI, médios para o período entre os dias 17/05 à 19/05. A figura mostra que a pressão atmosférica variou entre 760 e 960 hPa, uma variação de 200 hPa em relação à um decréscimo de aproximadamente 2 Km. A média da temperatura do ar variou entre 5 e 17 °C, com temperaturas inferiores a 6 °C sobre a maior parte das regiões mais elevadas do PNI.



**Figura 3.** Mapas de (a) pressão atmosférica e (b) temperatura do ar médios (campos sombreados) para o período de 17/05 à 19/05 interpolados através da metodologia apresentada, as isolinhas em ambas as figuras mostram as curvas de elevação da superfície terrestre.

A figura 4 mostra a temperatura e pressão atmosférica estimadas pelo método de interpolação considerando apenas as estações do INMET, instaladas nas cidades de Passa Quatro e Resende, para o ponto onde a estação meteorológica foi instalada durante o experimento de campo (abrigo superior do PNI – próximo ao pico das Agulhas Negras). As aproximações demonstram-se eficazes para pressão atmosférica, apresentam um erro médio de 2 hPa, as variações diurnas da

pressão são também em geral capturadas pelo método de estimativa. Em (a) fica evidente que a temperatura do ar é também bem estimada para o ponto próximo ao pico. Entretanto, nota-se no ciclo diurno a presença de algum fenômeno meteorológico local responsável por variações da temperatura que não são capturadas na temperatura estimada, já que estes não são considerados nas estimativas – como exemplo a temperatura observada decai rapidamente ao fim do dia e depois apresenta uma leve elevação ao longo da noite.



**Figura 4.** Temperatura e pressão estimadas através da interpolação e observadas na estação meteorologia instaladas próximo ao abrigo do Parque Nacional de Itatiaia, durante o experimento de campo.

#### 4. CONCLUSÃO

Com o presente trabalho, concluímos que o método de interpolação pelo quadrado da distância utilizado juntamente outras equações físicas para estimar a temperatura do ar e a pressão sobre regiões de alta variação de topografia, no caso em questão do Parque Nacional do Itatiaia, apresenta valores consistentes. Logo, o método pode ser empregado para a geração de mapas destas variáveis meteorológicas para regiões onde há baixa densidade de estações meteorológicas, em particular onde há acentuada variação topográfica.

#### 5. AGRADECIMENTOS:

Agradecemos ao CEFET-RJ por ter possibilitado a realização do trabalho de campo que fundamentou todo trabalho realizado.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FBDS (Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável), 2000. O PARQUE NACIONAL DO ITATIAIA. CADERNOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, v. 3. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, 173 p.

HOLTON, JAMES R., 1992. An introduction to Dynamic Meteorology. Terceira edição, Academic Press, 511 p.