

## Espacialização da temperatura do ar utilizando interpolação de dados no Polo de Jeremoabo - ba

Thayane dos Santos Sales<sup>1</sup>  
João Henrique Moura Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Feira de Santana - Curso de Geografia - DCHF/UEFS  
Avenida Transnordestina S/N Bairro Novo Horizonte, 440366-900 – Feira de Santana - BA,  
Brasil  
{thayane.sales19, jmouraoliveira8}@gmail.com

**Abstract.** This article consists of spatialize and analyze climate variable temperature from Polo de Jeremoabo - BA, rather than this being one of the most important elements of climate, promoting direct and significant effects on physiological processes, it's very important to human's life and its activities. To the spatial variable, we used two interpolation methods: Spline Tension and Kriging subsidized by the Geo-referenced Information System (GIS), and geostatistics to identify the most appropriate spatialization technique. This tool enabled the generation of maps with the monthly averages of air temperature and the annual average that provided analyzes and comparisons with actual climate data from northeastern Brazil. The data used for spatial distribution of air temperature were provided by the Water Balance of Bahia SEI (1999), for the period 1961/1990. By these analyzes, the Spline tension interpolation method had more appropriate spatial distribution of air temperature variable, generating greater number of contours, thus promoting better detailing of the variable in the Polo. With the maps it was possible to correlate the products generated real momentum to the climate of the region and giving theoretical and technical aid to the elucidation of important issues such as the process of desertification.

**Keywords:** interpolation, climate variables, geotechnology, brazilian semiarid.

**Palavras-chave:** interpolação, variáveis climáticas, geotecnologias, semiárido brasileiro.

### 1. Introdução

A temperatura do ar é um dos elementos mais importantes do clima, ela decorre do balanço de radiação entre o Sol e a Terra, onde a radiação solar é absorvida pela atmosfera e distribuída diferentemente sobre a superfície terrestre que em troca libera calor térmico. Este balanço gera a movimentação de moléculas na matéria, chamado de energia cinética média Christopherson (2012). Nós sentimos o efeito da temperatura, através da transferência de calor sensível de objetos mais quentes para objetos mais frios Christopherson (2012).

Por isso a variável climática de temperatura do ar é um dos elementos que condicionam efeitos diretos e significativos sobre processos fisiológicos, sendo muito importante para a vida humana e suas atividades.

A importância de estudar a variável climática de Temperatura do ar e compreender sua distribuição espacial configura-se como um desafio para elucidação de questões importantes, como o processo de desertificação. Por isso as informações climatológicas relevantes na caracterização do espaço.

Para a integração e transformação dos dados coletados foi utilizado o Sistema de Informações Geo-referenciadas (SIG), tecnologia essa que possui o ferramental necessário para realizar análises com dados espaciais (Silva, 1999, p.27).

Para tal a Geografia como uma ciência que estuda o espaço geográfico apresenta-se apta abarcar esta temática, pois o estudo proporcionará a percepção visual da distribuição espacial do fenômeno climático, e seu padrão existente no polo, que a depender das funções utilizadas para espacialização, pode de possibilitar a mensuração e análise das propriedades dos produtos (mapas) gerados e correlaciona-los com a dinâmica climática real da região e tão logo no polo de Jeremoabo, dando subsídio teórico e técnico para o estudo sobre os processos de desertificação.

Com este propósito que o estudo objetivou espacializar as médias mensais e anuais de temperatura do ar no Polo de Jeremoabo com vistas a uma melhor compreensão desta variável climática no âmbito de estudos de desertificação.

O Polo de Jeremoabo está inserido na Área Suscetível à Desertificação do Brasil e foi definido pelo extinto Instituto de Gestão das Águas e do clima – INGÁ (atual Instituto de Meio Ambiente do Estado da Bahia – INEMA). O Polo está situado no nordeste da Bahia e composto por 13 municípios: Antas, Novo Triunfo, Chorrochó, Rodelas, Uauá, Paulo Afonso, Glória, Pedro Alexandre, Coronel João de Sá, Macururé, Santa Brígida, Canudos e Jeremoabo (Figura 01).

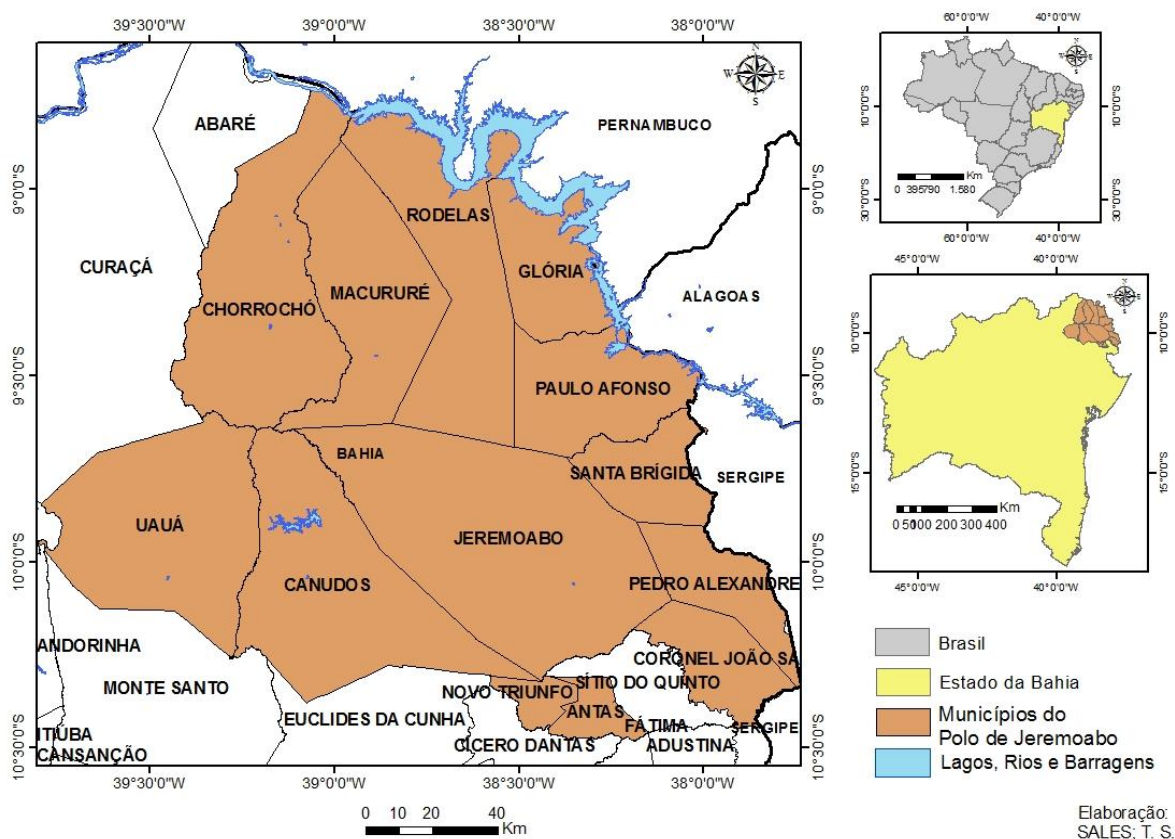


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo.

## 2. Metodologia do Trabalho

Para estudar as variáveis climáticas e as dinâmicas geradas foi necessário utilizar diversos recursos para localização, descrição dos objetos e fenômenos e suas relações com outros objetos. Um desses recursos é o uso de sistemas que efetuam tratamento computacional de dados geográficos, denominado Sistemas de Informações Geográficas (SIG). A utilização das funções de SIG requer uma metodologia adequada para otimização dos procedimentos. Segundo Assad e Sano (1998), SIG é caracterizada por oferecer mecanismos que combinem varias informações com o uso de algoritmos de análise, como manipular, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo de dados georreferenciados. Assim, com o uso de geotecnologias foi possível a espacialização das variáveis climáticas trabalhadas na pesquisa.

A pesquisa foi dividida em duas fases, que ao longo da pesquisa se complementaram. Foram feitas uma revisão bibliográfica de livros Nimer (1989), Silva (2003), Tucci & Braga

(2003), Aranoff (1989), além de manuais técnicos referentes à climatologia e em específico ao clima da Região Nordeste e no Polo de Jeremoabo, que se insere entre as latitudes:  $-8^{\circ} 48'$  e  $-10^{\circ} 50'$  e longitudes:  $-37^{\circ} 47'$  e  $-40^{\circ} 50'$  além de dados dos municípios vizinhos abrangendo no total, 57 postos.

Em um segundo momento, foi feito a edição dos dados de temperatura do ar, disponibilizados pelo Balanço Hídrico da (SEI, 1999), utilizando o pacote *Excel* do *Microsoft Office*. A planilha editada foi exportada para o *Software* de geoprocessamento *Arcgis* espacializando os valores dos pontos das respectivas estações. Para realizar a espacialização dos dados climáticos foram feitos testes com o uso dois métodos de interpolação: Spline Tension (Tensão) e Ordinary Kriging (Krigagem Ordinária), espacializando assim as médias dos 12 meses e a anual da série temporais do Polo de Jeremoabo.

O método de interpolação Spline Tension (tensão) foi escolhido em detrimento de esta função minimizar a curvatura da superfície, ou seja, espacializar suavemente as amostras conhecidas, estimando os valores detalhadamente.

Em uma função Spline  $S(x)$  deve preencher a condição de  $S(x)$  para que os pontos medidos sejam iguais a  $z(x)$  e ao mesmo tempo a seminorma de suavização  $I(S)$  deve ser o menor possível.

$$S(x_j)=z(x_j) \text{ e} \quad (1)$$

$$I(S)=\min \quad (2)$$

em que,  $z(x_j)$  - são os valores das variáveis nos pontos  $x_j$  amostrados;

$I(S)$  - é uma função que mede a suavização de  $S$  chamada de seminorma de suavização e um ponto  $x$  é definido pelos valores  $(x_1, x_2)$  sendo  $x_1$  a localização na coordenada  $x$  cartesiana e  $x_2$  a coordenada  $y$  cartesiana. A seminorma de suavização  $I(S)$  é calculada através da equação (Hofierka et al. (2002).

O método de interpolação Kriging (Krigagem) foi selecionado devido a sua função minimizar a variância estimada, apoiando-se em um modelo prévio, ou seja, leva em consideração a dependência estocástica entre os dados distribuídos no espaço. A Ordinary kriging (Krigagem Ordinária) é a forma mais básica do método, promovendo a combinação linear dos valores medidos, onde a correlação espacial entre os dados descrito no variograma determina os pesos.

$$z(x_j, y_j) = \sum_{i=1}^{n(j)} \lambda_i(x_j, y_j) * z(x_j, y_j) \quad (03)$$

A qualidade de uma interpolação de dados depende da distribuição e do conhecimento dos pontos usados para espacialização, além da correlação de modelos estatísticos com os dados climáticos em estudo. Aranoff, (1989). Interpolação está baseada na premissa de que, em média, valores de amostras próximas são mais prováveis de serem parecidos do que valores de amostras distantes uma das outras. A interpolação depende da precisão, número e distribuição dos pontos amostrados e se a função matemática modele bem o fenômeno Miranda, (2005).

Com isso para escolher o método mais adequado de interpolação é necessário utilizar critérios estatísticos. Escolhemos os testes estatísticos utilizando o método de validação indicados por Silva (2003). A escolha de um método com uma melhor espacialização dos dados mensais dos postos meteorológicos deve apresentar curvatura mínima do Índice Residual Normalizado Silva (2003). A partir da planilha editada e exportada para o software Arcgis, foram adicionados os novos valores interpolados, denominados (Z).

Em uma planilha no Excel foram feitos os cálculos dos resíduos (R) que é a diferença entre os valores reais e os valores obtidos a partir do método de interpolação de cada ponto (Z). Silva (2003). Em seguida deve-se calcular o Total Escalar dos Resíduos (TER) que é a soma dos valores de (R), ou seja:

$$\sum_{i=1}^N |R| \quad (4)$$

Em sequência calcula-se a Média Escalar dos Erros (MEE) expressa pela seguinte equação:

$$MEE = \frac{\sum_{i=1}^n |R|}{N} \quad (5)$$

E por fim calcular o Índice Residual Normalizado (IRN), onde a Média Escalar dos Erros (MEE) é dividido pela média dos valores reais de cada variável climática, obtendo assim, o IRN de cada método.

### 3. Resultados e Discussões

A espacialização da variável climática pelas funções *Spline Tension (Tensão)* e *Ordinary kriging (Krigagem Ordinária)* constituiu-se um grande avanço na pesquisa, pois os dados espacializados não apresentaram resultados gerais negativos.

As médias da temperatura do ar obtiveram resultados adequados quando se comparado a dinâmica real das variáveis climáticas no Polo de Jeremoabo, contudo a função *Spline tension (Tensão)* apresentou menor curvatura mínima e portanto menor IRN (Tabela 1).

Os produtos gerados pela espacialização da variável de temperatura do ar possibilitou perceber que o método *Spline* gerou isolinhas a mais o que possibilitou um melhor detalhamento da variável no Polo.

Foi possível analisar que o setor norte do polo apresenta temperaturas mais elevadas em relação ao setor sul, representadas pelos municípios de Chorrochó, Macururé, Rodelas, Glória, Paulo Afonso na região norte do município de Santa Brígida. Nos mapas de médias anuais de temperatura do ar, as máximas chegam a 26 °C e situam-se no setor norte do Polo, estritamente nos municípios de Chorrochó, Macururé e Rodelas.

Tabela 1. Índices Estatísticos: Total Escalar dos Resíduos (TER), Média Escalar dos Erros (MEE) e o Índice Residual Normalizado (IRN) obtido pelos interpoladores *Kriging* (Krigagem) e Inverso do Quadrado da Distância (IQD) referente à Temperatura do ar.

| Meses | Temperatura – Método (Kriging) |      |     | Temperatura – Método Spline Tension |      |     |
|-------|--------------------------------|------|-----|-------------------------------------|------|-----|
|       | TER                            | MEE  | IRN | TER                                 | MEE  | IRN |
| JAN   | 0,46                           | 0,02 | 4,8 | 28                                  | 1    | 0,0 |
| FEV   | 0,47                           | 0,41 | 0,0 | 131,71                              | 4,36 | 0,1 |
| MAR   | 0,41                           | 0,18 | 4,7 | 28,18                               | 1,86 | 0,0 |
| ABR   | 0,32                           | 0,33 | 0,0 | 11,46                               | 0,95 | 0,0 |
| MAI   | 0,11                           | 0,97 | 0,0 | 27,12                               | 0,57 | 0,0 |
| JUN   | 0,52                           | 0,84 | 3,7 | 27,62                               | 0,71 | 0,0 |
| JUL   | 0,02                           | 0,15 | 0,0 | 27,68                               | 0,14 | 0,0 |
| AGO   | 0,67                           | 0,13 | 9,6 | 27,55                               | 0,25 | 0,0 |
| SET   | 0,24                           | 0,44 | 1,0 | 27,76                               | 0,29 | 0,0 |
| OUT   | 0,62                           | 0,06 | 8,2 | 27,04                               | 0,93 | 0,0 |
| NOV   | 0,84                           | 0,49 | 0,0 | 27,74                               | 0,71 | 0,0 |
| DEZ   | 0,56                           | 0,63 | 0,0 | 28,63                               | 1,25 | 0,0 |
| ANUAL | 0,19                           | 0,07 | 0,0 | 27,35                               | 0,79 | 0,0 |

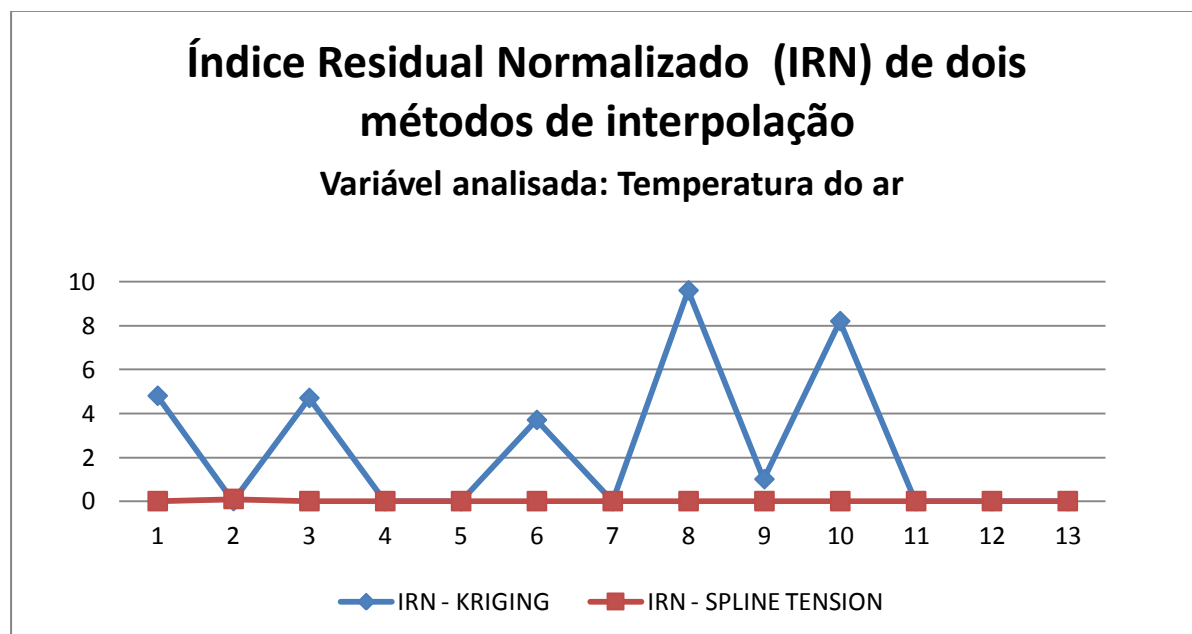


Figura 2. Gráfico representativo do Índice Residual Normalizado (IRN) de dois métodos de interpolação (Kriging/Spline tension).

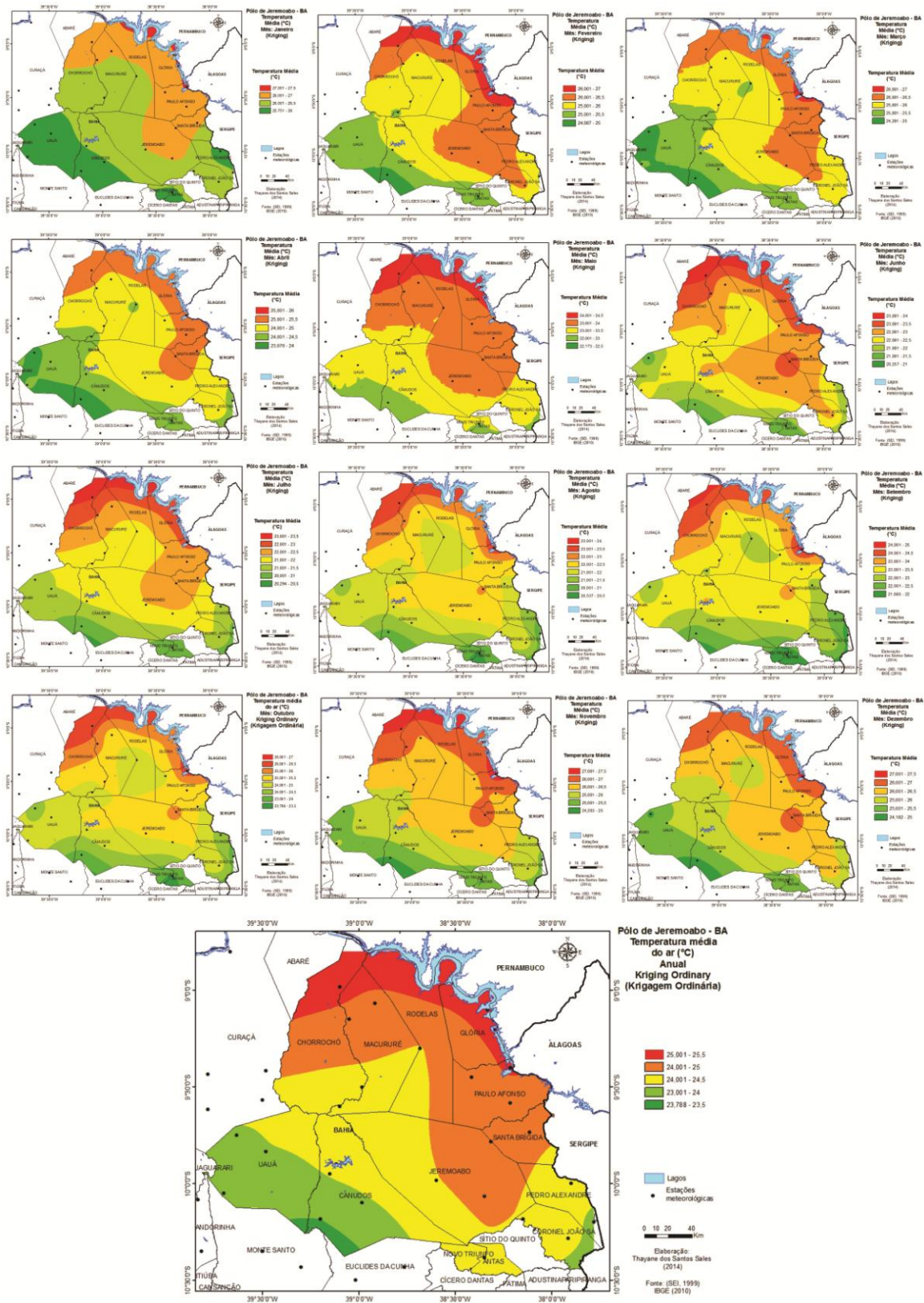


Figura 3. Mapa de Temperatura do ar - Método Krigagem Ordinária.

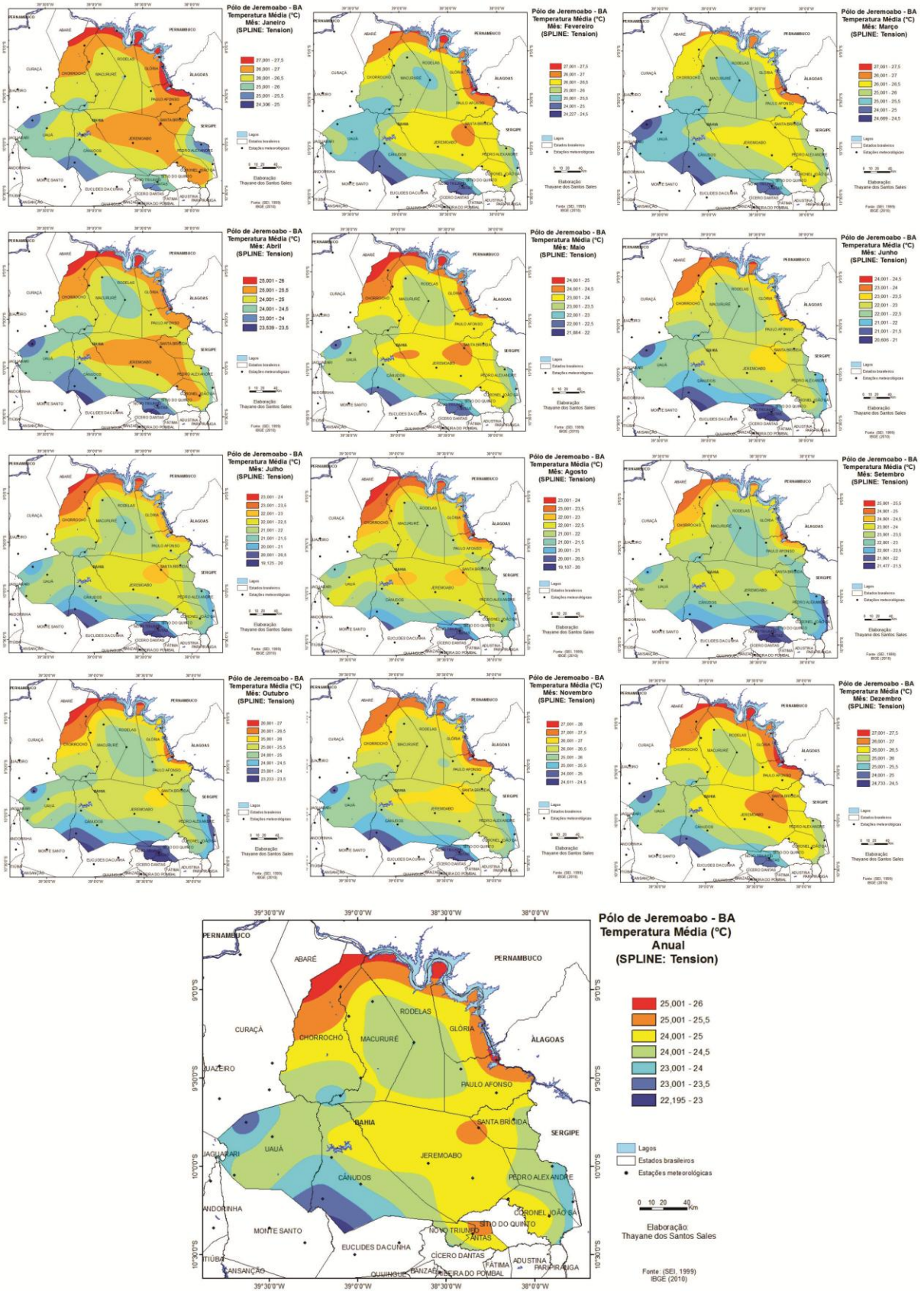


Figura 4. Mapa de Temperatura do ar - Método Spline Tension.

O setor sul apresenta temperaturas mais amenas, mas não há grandes amplitudes térmicas anuais em relação ao setor norte. As médias mais amenas que não ultrapassam os 24°C estão situadas no setor sul do Polo, estritamente nos municípios de Canudos, Uauá, Pedro Alexandre.

Correlacionando ao clima da região, segundo Nimer (1989) [2] as regiões próximas ao equador geográfico possuem médias térmicas anuais mais elevadas, entre 26° a 28° C. A

região Nordeste está inserida nesta faixa, já que a maior parte do seu território é inferior a 13° Sul, porém com a ação dos ventos alísios e de superfícies elevadas na região, as médias anuais não ultrapassam os 26°C. Nimer (1989).

É possível observar que a área de estudo apresenta temperaturas elevadas nos meses de verão (dezembro, janeiro e fevereiro), com médias que chegam aos 27 e 28 °C, outono (março, abril e maio) com médias máximas de 25,5 a 27 °C e na primavera (setembro, outubro e novembro) médias de até 28°. Contudo as temperaturas não apresentam grande variabilidade anual com uma média de até 26°.

#### **4. Considerações finais:**

Os resultados alcançados na pesquisa foram de grande importância para a compreensão da distribuição espacial da variável climática da temperatura do ar, no Polo de Jeremoabo. Com o uso dos métodos de interpolação Spline Tension e Ordinary Kriging (Krigagem Ordinária) e de procedimentos estatísticos foi possível observar o comportamento da variável no Polo, com um nível de detalhamento positivo, além de manter a qualidade da espacialização, facilitando a visualização da distribuição. Estes resultados foram possíveis através do uso dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e do método de interpolação, que possibilitou a espacialização da Temperatura do ar e ampliação da capacidade de compreensão dos padrões climáticos no Polo e sua possível relação com a vulnerabilidade ambiental na região.

#### **Agradecimentos**

Este artigo foi escrito com base no plano “Análise das variáveis climáticas (precipitação pluviométrica, temperatura do ar e evapotranspiração potencial) no Pólo de Jeremoabo, como Indicadores de Vulnerabilidade à Desertificação”, inserido em um projeto de pesquisa maior: “ANÁLISE AMBIENTAL NO SEMIÁRIDO BAIANO COMO SUBSÍDIO AO ORDENAMENTO TERRITORIAL: A VULNERABILIDADE À DESERTIFICAÇÃO NO PÓLO DE JEREMOABO”, financiado pela FAPESB, dispondo, portanto recursos para aquisição de materiais específicos e subsídios para o desenvolvimento da pesquisa. Agradecemos a bolsa de Iniciação Científica concedida pelo projeto, a Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) pela oportunidade de desenvolver a pesquisa, bem como ao espaço de pesquisa e a todos os equipamentos laboratoriais necessários, disponibilizados pelo Grupo de Pesquisa: Natureza, Sociedade e Ordenamento Territorial (GEONAT), vinculado ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

#### **Referências Bibliográficas**

- ASSAD, E.D.; SANO, E.E. Sistemas de Informações Geográficas - Aplicações na Agricultura. Brasília, EMBRAPA, 1993.
- ARANOFF, S. Geographic information systems: a management perspective. Ottawa: WDL Publications, 1989. 294 p.
- CHRISTOPHERSON, Robert W. Geossistemas – Uma introdução à geografia física. Tradução: Francisco Eliseu Aquino ... (et al.). Porto Alegre: Bookman, 7ª edição, 2012.
- HUTCHINSON, M.F. Calculation of hydrologically sound digital elevation models. Paper presented at Third International Symposium on Spatial Data Handling at Sydney, Australia. 1988
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasília: IBGE (2010). Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/> Acesso em 19 de set. de 2013.
- MIRANDA, J. I. Fundamentos de sistemas de informações geográficas. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 425p.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 1989.
- SEI – Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. Balanço hídrico do estado da Bahia. Salvador: SEI, 1999.
- SILVA, A. B. 1999. *Sistemas de informações geo-referenciadas: conceitos e fundamentos*, Campinas, SP: Editora da Unicamp, p. 27.