

# MODELAGEM NUMÉRICA DE ALGUMAS VARIÁVEIS DE CLIMA DO ESTADO DE SÃO PAULO

Amarindo Fausto Soares<sup>1</sup>

## RESUMO

Técnicas de geoprocessamento utilizando Sistemas de Informação Geográfica – SIG, permitem converter antigas informações para o formato digital e com o emprego de modelos matemáticos torna-se possível representar a distribuição espacial dessas informações.

Vale salientar que o processo de modelagem permite a espacialização<sup>2</sup> visando evidenciar a distribuição espacial da informação no seu caráter quantitativo, através do uso de interpoladores específicos para essa tarefa.

O objetivo principal do presente trabalho é modelar três variáveis de clima do Estado de São Paulo, temperaturas máximas e mínimas e chuvas, durante as quatro estações do ano, de aproximadamente 115 estações climatológicas, utilizando interpoladores, para espacializá-las, contidos no módulo MNT do Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas – SPRING, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

**PALAVRAS-CHAVE:** Modelagem; SIG; SPRING.

## NUMERICAL MODELING OF SOME 0 VARIABLE OF CLIMATE OF THE STATE OF SÃO PAULO

### ABSTRACT

Techniques of geoprocessing using Geographic Information Systems GIS, allow to convert old information for the digital format and with the job of mathematical models it becomes possible to represent the space distribution of these information. Valley to point out that the modeling process allows the espacialização aiming at to evidence the space distribution of the information in its quantitative character, through the use of specific interpolaters for this task.

The main objective of the present work is shape three variable of climate of the State of São Paulo, temperatures maximum and minimum and rains, during the four stations of the year, of approximately 115 climatological stations, using interpolaters, to spacializar them, contained in module Digital Terrain Model - DTM of the System of Processing of Georreferenced Information SPRING, developed for the National Institute of Space Research.

**KEYWORD:** MODELLING; gis; spring.

## 1. INTRODUÇÃO

Sistemas de Informação Geográfica – SIG, é uma técnica de geoprocessamento, que visa implementar a representação de propriedades e processos do meio físico natural, facilitando seu estudo e compreensão para que se possa atuar sobre o ambiente de forma responsável e cooperativa. Através deles é possível recuperar antigas informações em formato analógico e convertê-las para digital. São capazes de criar

---

<sup>1</sup> Pesquisador II da Embrapa Informática Agropecuária, Embrapa Informática Agropecuária [fausto@cnptia.embrapa.br](mailto:fausto@cnptia.embrapa.br)

<sup>2</sup> A *espacialização* é a inferência de valores de um atributo para se obter uma representação computacional do atributo no espaço FELGUEIRAS,1999.

---

modelos matemáticos para representar a distribuição espacial das informações, num processo final conhecido de espacialização.

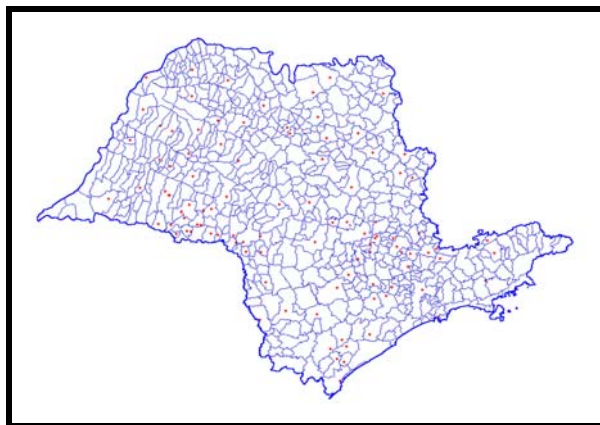
Um dado espacial, para ser trabalhado dentro de um SIG, deve ser representado por um modelo computacional. Um modelo é uma abstração de fatos ou de entidades do mundo real. A modelagem de dados geográficos é o processo de discretização que converte a realidade geográfica complexa em um número finito de registros ou objetos (Goodchild 1993a), citado por Felgueiras (1999).

O objetivo principal é modelar três variáveis de clima do Estado de São Paulo, temperaturas máximas e mínimas e chuvas, durante as quatro estações do ano, de aproximadamente 115 estações climatológicas, utilizando-se interpoladores para espacializá-las, contidos no módulo MNT do Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas – SPRING, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados dados do Estado de São Paulo contidos no acervo do AGRITEMPO, <http://fornax.cnptia.embrapa.br:8080/agroclima/index.html>, arquivos com o contorno dos municípios do Estado <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/mapaspr.html#gerais>, (Figura1), contendo polígonos / identificadores e tabelas e a versão 3.6.02 do SPRING disponível na URL <http://www.dpi.inpe.br/spring>.

Foram tratados no Excell, convertidos em ASCII e posteriormente importados para o SPRING doze (12) arquivos correspondentes aos dados das três (03) variáveis em questão: Temperatura Máxima, Temperatura Mínima e Chuva, nas quatro (04) estações do ano: Inverno, Outono, Primavera e Verão.



**FIGURA 1: Mapa Municipal do Estado de São Paulo, localizando, com pontos vermelhos, as estações climatológicas que serviram de base para o trabalho.**

### 2.1. Modelagem Numérica de Terreno

Segundo INPE (2002), o termo Modelagem Numérica de Terreno - MNT, origina-se do inglês Digital Terrain Model – DTM que é uma representação matemática da distribuição espacial de uma determinada característica vinculada a uma superfície real, em geral contínua, cujo fenômeno que representa pode variar obtendo-se uma representação computacional do atributo no espaço.

A modelagem de dados geográficos é o processo de discretização que converte a realidade geográfica complexa em um número finito de registros ou objetos. De acordo com Goodchild 1993a; Câmara e Medeiros 1998, citados por Felgueiras (2001) o mundo real é representado segundo duas visões complementares: *o modelo de campos* e *o modelo de objetos*, os quais serão aqui adotados e definidos

respectivamente como: a) dados espaciais cujos atributos têm distribuição contínua no espaço (modelo campos) e b) utilizados para representar obras construídas pelo homem (modelo / objetos).

Segundo Felgueiras (2001), o modelo campos pode ser especializado em *campos numéricos* (temperatura, chuva, altitude, etc), apresentando um número infinito de números e *campos temáticos*, com um conjunto limitado de temas e classes, (classes de solo, textura, vegetação).

Amostras de dados espaciais, modelados como campos, podem ser espacializadas utilizando-se algoritmos de inferência ou interpolação. Dessa forma, pode-se obter o valor do atributo em qualquer posição do espaço, ainda que a representação por campo seja discreta. É muito comum, no ambiente de um SIG, a criação de estruturas de representação por *grades regulares retangulares* onde os valores do atributo nos vértices da grade são obtidos por procedimentos de interpolação local a partir do conjunto de amostras FELGUEIRAS (2001).

Os algoritmos para inferência de atributos de dados espaciais, representados por amostras pontuais, podem ser classificados em dois (2) tipos básicos: *interpoladores determinísticos* e *interpoladores estocásticos*. Os valores inferidos pelos interpoladores determinísticos são tratados como dados sem erros, ou seja, os valores obtidos não estão contaminados por erros nos dados de entrada ou pelo algoritmo de interpolação. Esta é a grande desvantagem desses interpoladores em relação aos estocásticos, os quais utilizam as ferramentas da geoestatística para inferências de valores de atributos com estimativas de incertezas FELGUEIRAS, 2001.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com os dados de temperatura máxima, mínima e chuva, foram criados quatro Modelos de Dados de categoria MNT, Inverno, Outono, Primavera e Verão, contendo respectivamente três PIs *tx*, *tmin* e *ch* perfazendo um total de doze PIs espacializados mostrados a seguir nas figuras resultantes dos procedimentos. (Figuras 2, 3 e 4).

As imagens resultantes das referidas espacializações são representadas em níveis de cinza. Esse tipo de representação estabelece que o valor absoluto de cada uma variável representada, estão dispostos em uma escala variando de 0(zero) preto a 255 branco, onde existem 256 nuanças de cinza. As 256 variações referem-se ao número fixo de campos ou bytes ( $2^8$ ) que os computadores tem capacidade de armazenar qualquer valor numérico.

### 4. CONCLUSÕES

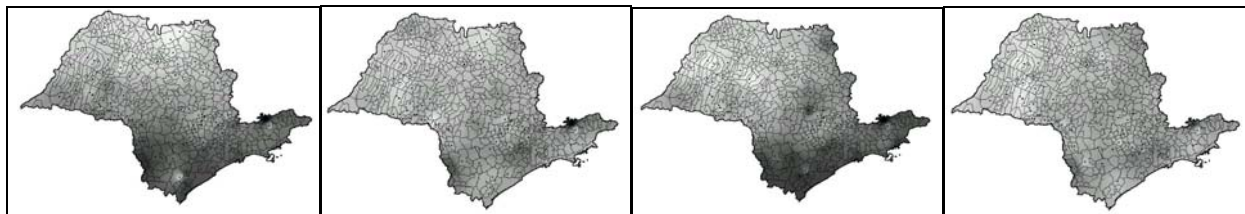
Vale notar que as Figuras 2 e 3, apresentam tons mais claros de cinza, denotando que as temperaturas máximas e mínimas em qualquer estação do ano permanecem em valores medianos, não muito próximos a 0 (zero), isto é, temperaturas muito baixas. Por outro lado a Figura 4, apresentam imagens com tons bastante escuro, demonstrando uma relativa ausência de chuvas em qualquer estação do ano.

Na elaboração de modelos numéricos criam-se categorias MNT através da espacialização de pontos amostrais, sem representação vetorial.

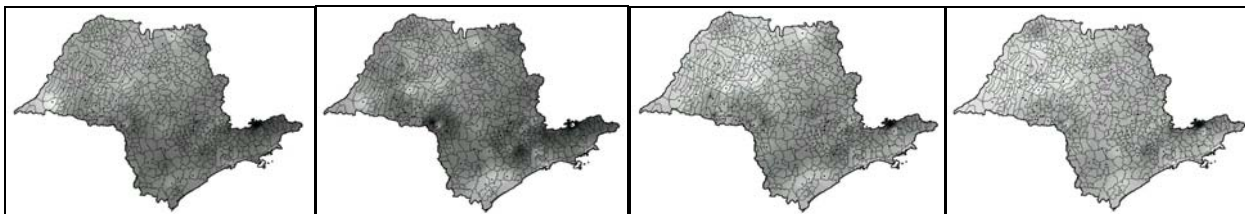
### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FELGUEIRAS, C. A. Modelagem ambiental com tratamento de incertezas em sistemas de informação geográfica: o paradigma geoestatístico por indicação. 212p. São José dos Campos: INPE. 1999

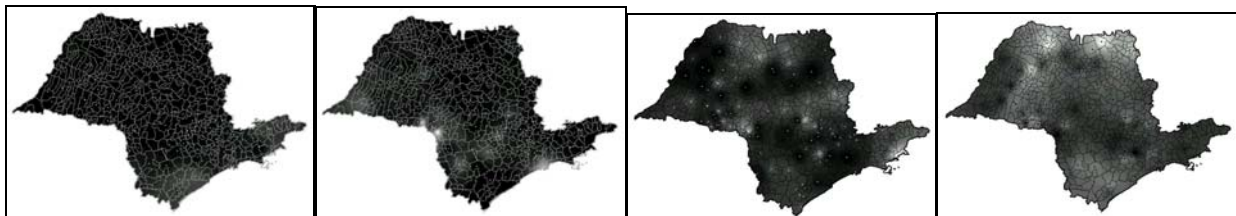
INPE. SPRING - sistema de processamento de informações georeferenciadas: release 3.5. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/usuario/indice.htm>>. Acesso em: 5 mai. 2003.



**FIGURA 2:** Espacialização através de modelagem numérica, dados de temperatura máxima no inverno, outono, primavera e verão.



**FIGURA 3:** Espacialização através de modelagem numérica, dados de temperatura mínima no inverno, outono, primavera e verão.



**FIGURA 4:** Espacialização através de modelagem numérica, dados de chuvas no inverno, outono, primavera e verão.