



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

**SER- 300 - INTRODUÇÃO AO GEOPROCESSAMENTO**

**Relatório do Laboratório 5:**

**Geo-Estatística**

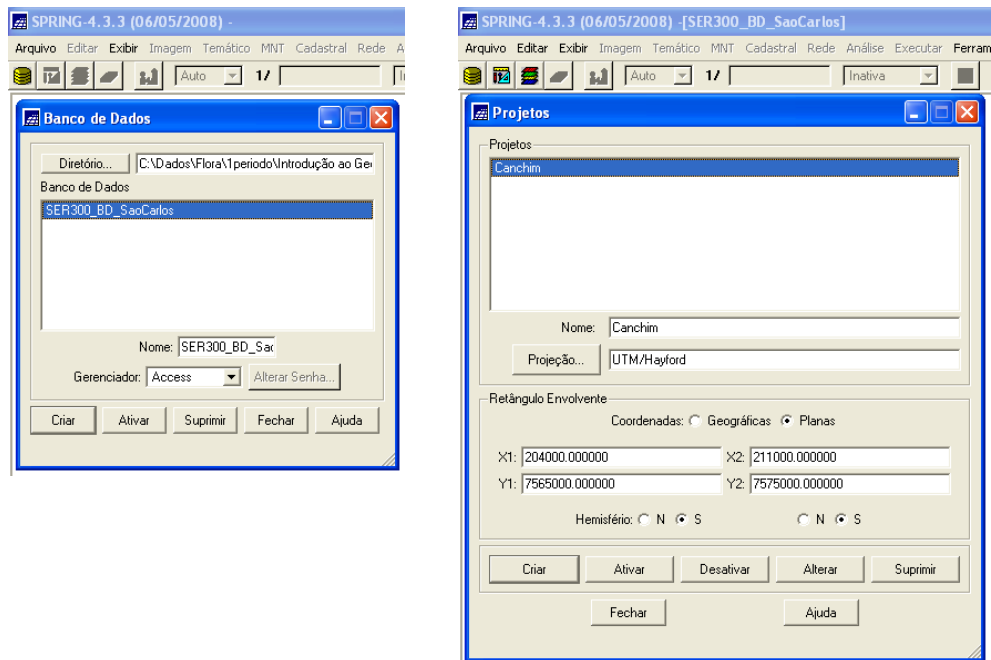
Flora da S. R. V. Martins

**INPE / 2010**

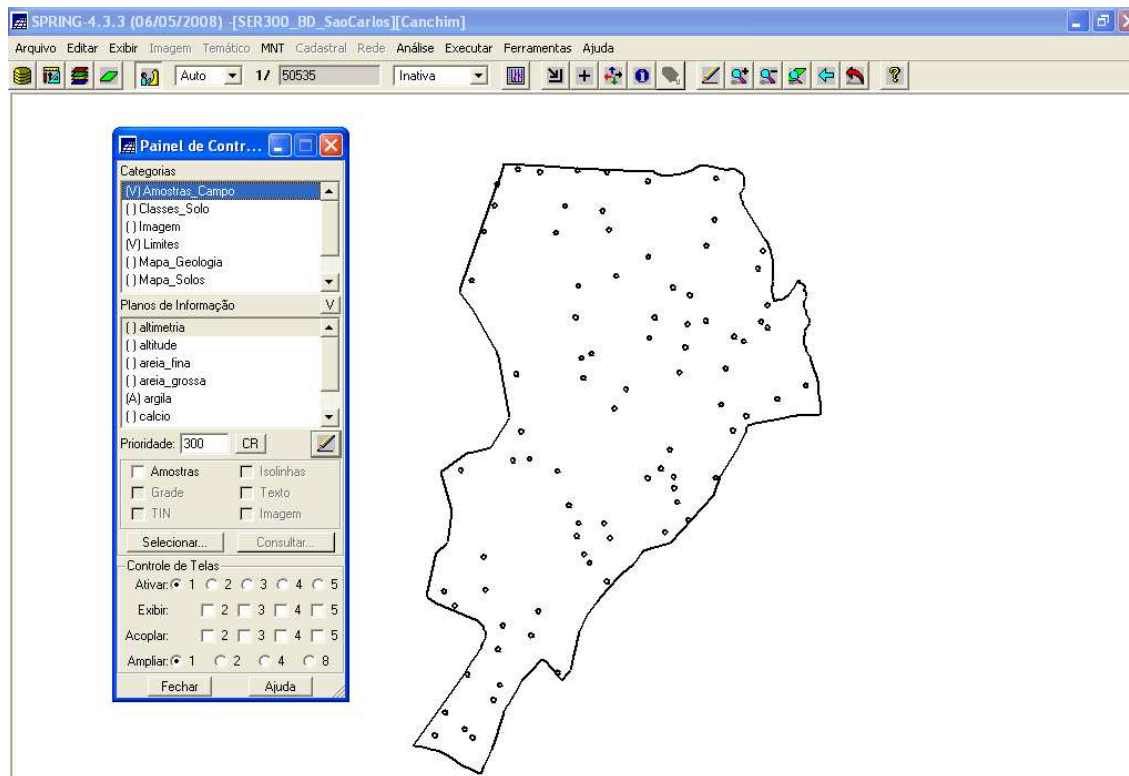
**São José dos Campos**

## 1. Carregar dados no sistema Spring

### 1.1. Ativação do Banco de Dados “SaoCarlos” e do Projeto “Canchim”



### 1.2. Ativação dos Pls “Limites” e “Amostras\_campo”> “Argila”



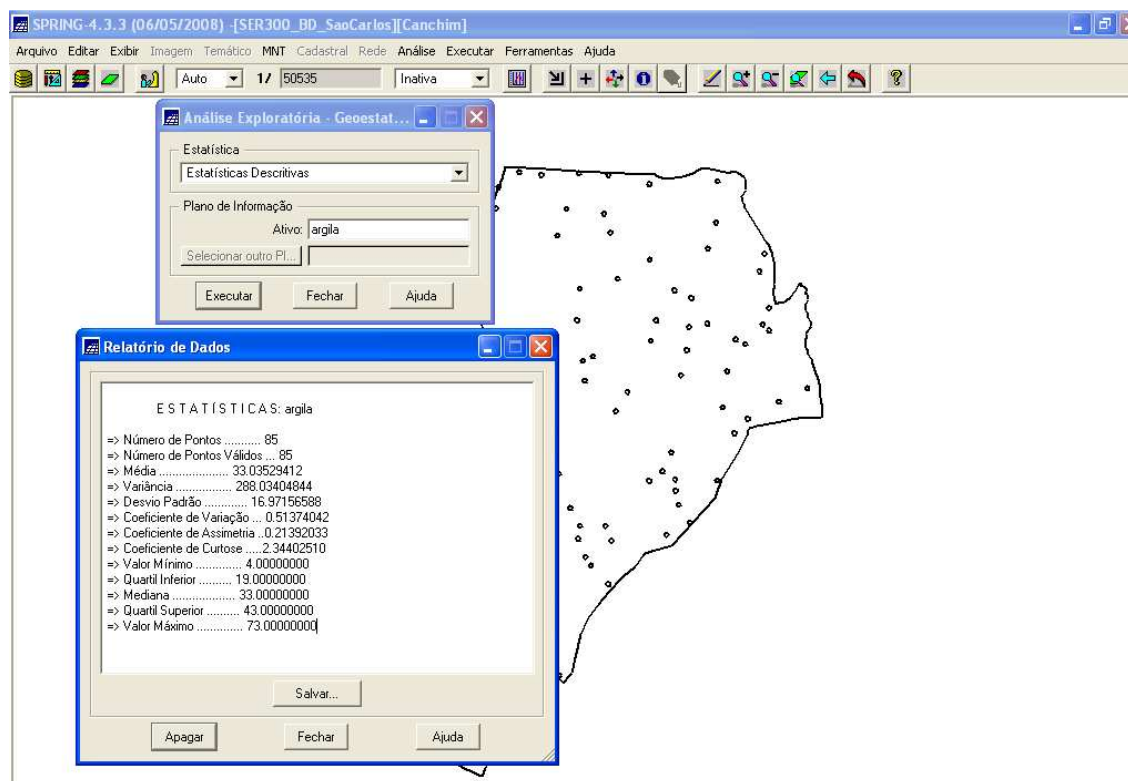
## 2. Etapas da análise geoestatística

Neste trabalho as seguintes etapas serão seguidas:

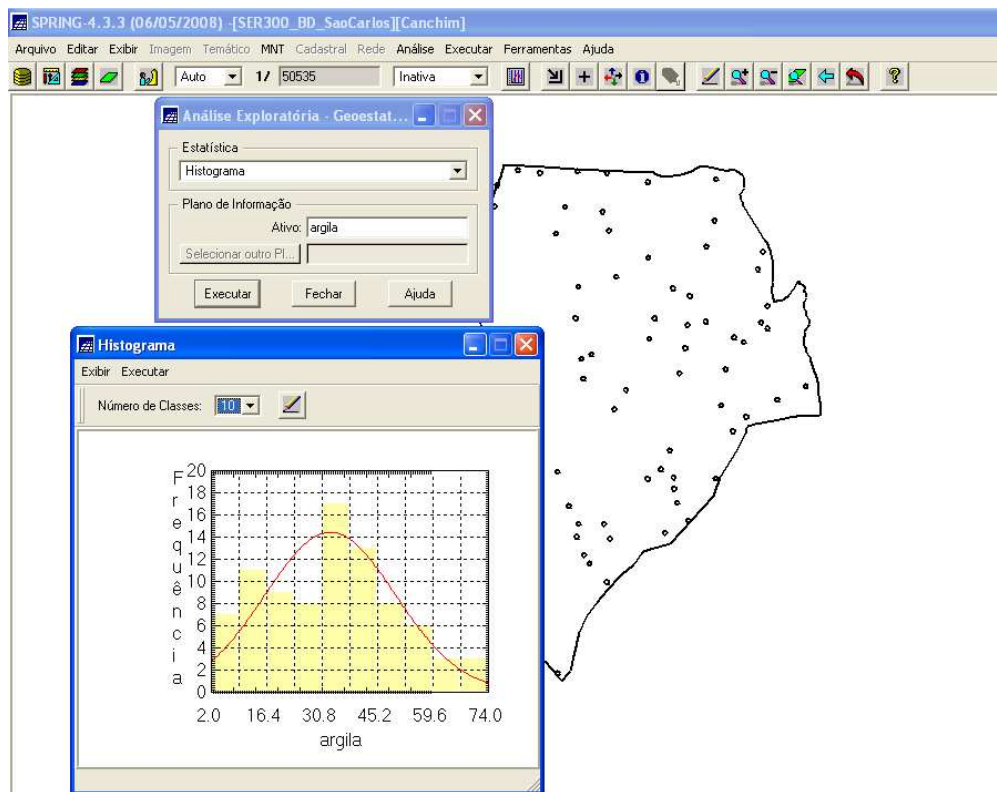
1. Análise exploratória
2. Análise da variabilidade espacial por semivariograma
3. Modelagem do semivariograma
4. Validação do modelo
5. Krigagem ordinária
6. Cenário

### 2.1. Análise exploratória

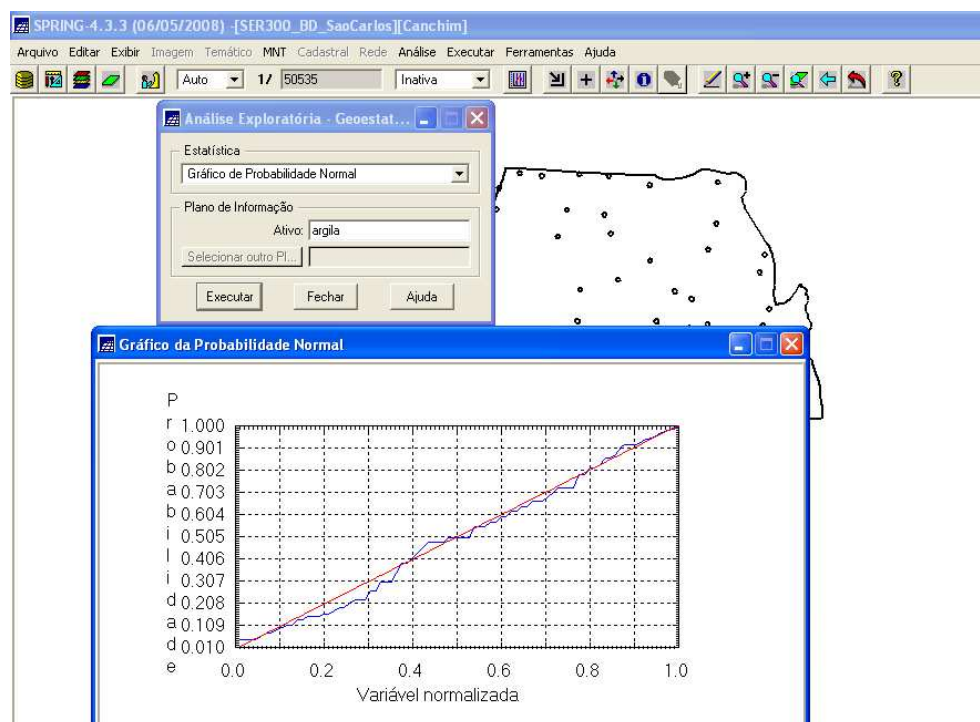
- Estatísticas descritivas: melhor caracterização do estudo



- Histograma: representa em cor amarela o teor de argila nas amostras. A curva em vermelho é uma distribuição Gaussiana e serve de referência para efeito de comparação. Observa-se a assimetria da distribuição do teor de argila (coeficiente de assimetria = 0,214).



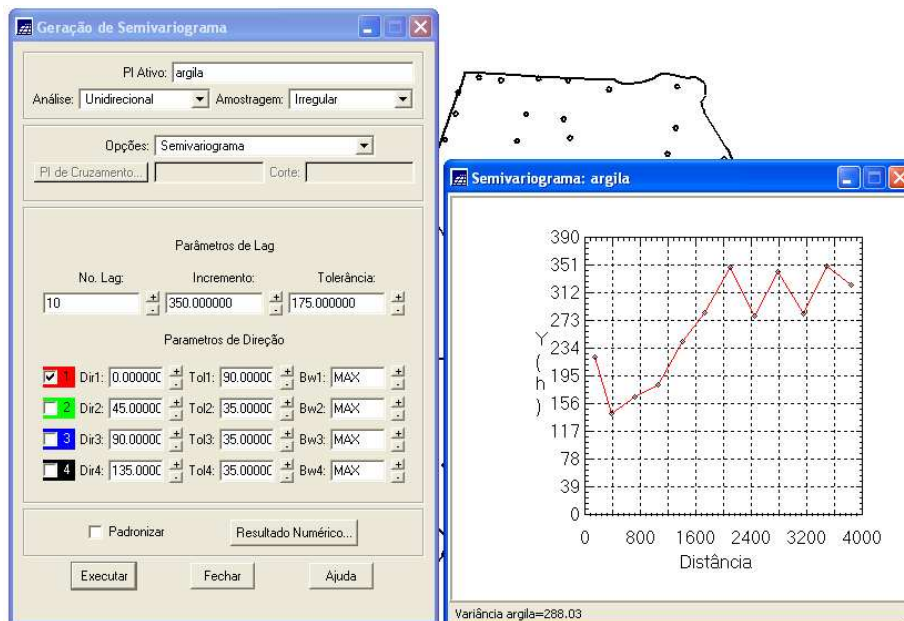
- Gráfico de probabilidade normal: Compara valores observados com valores padronizados. Quanto mais distantes, menor a semelhança da distribuição observada com a normal.



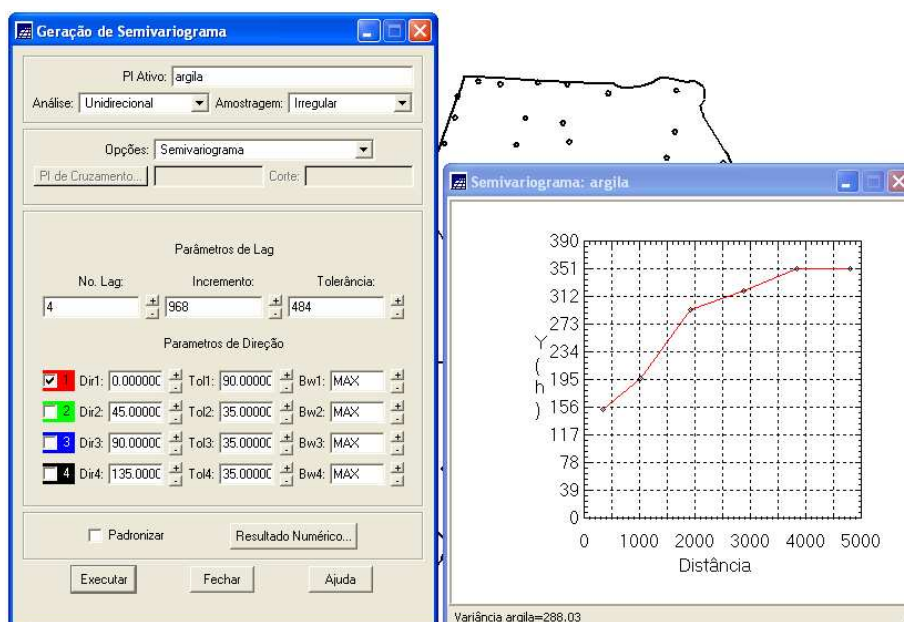
## 2.2. Análise da variabilidade espacial por semivariograma - Caso isotrópico

A isotropia em fenômenos naturais é raramente observada. Neste caso, um único modelo é suficiente para descrever a variabilidade espacial do fenômeno em estudo. No entanto, quando se lida com semivariogramas, a primeira suposição é isotropia na tentativa de detectar uma estrutura de correlação espacial. Para tal, utiliza-se tolerância angular máxima (90 graus) assim a direção torna-se insignificante.

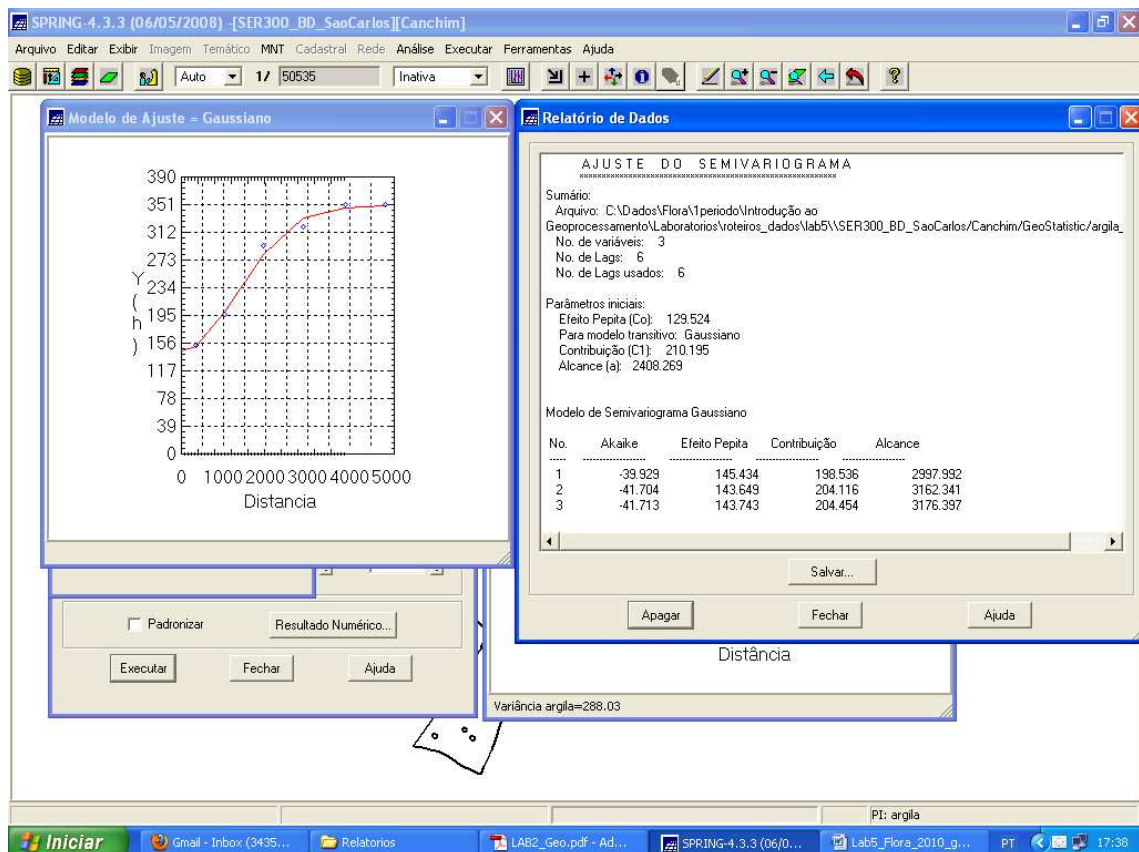
-Construção do semivariograma para caso isotrópico (tolerância angular=90°)



Como o semivariograma não possui forma ideal, alguns ajustes devem ser feitos: No. Lag = 4; incremento = 968; Tolerância = 484. Retornando o seguinte semivariograma:



### 2.2.1. Modelagem do semivariograma experimental - Caso isotrópico:



Menor valor de Akaike: -41.713  
 Efeito Pepita: 143.743  
 Contribuição: 204.454  
 Alcance: 3176.397

Definindo os parâmetros do modelo isotrópico:

The screenshot displays the SPRING-4.3.3 software interface with two windows open: "Ajuste de Semivario..." and "Parâmetros Estruturais".

**Ajuste de Semivario...**

Ajuste: ☒ Automático ☐ Visual

Número de Estruturas: ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3

Modelos:

Modelo 1: Gaussiano

Modelo 2: Estérico

Modelo 3: Estérico

Verificar Ajustes:

argila\_0.var

Parâmetros Estruturais:

Definir...

Executar Fechar Ajuda

**Parâmetros Estruturais**

Parâmetros:

Número de Estruturas: ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3

Efeito Pepita: 143.743

Primeira Estrutura:

Tipo: Estérico

Contribuição: 204.454 Ângulo Anis.: 0

Alcance Máx.: 176.397 Alcance Mín.: 176.397

Segunda Estrutura:

Tipo: Estérico

Contribuição: Alcance Máx.: Alcance Mín.:

Terceira Estrutura:

Tipo: Estérico

Contribuição: Ângulo Anis.: Alcance Máx.: Alcance Mín.:

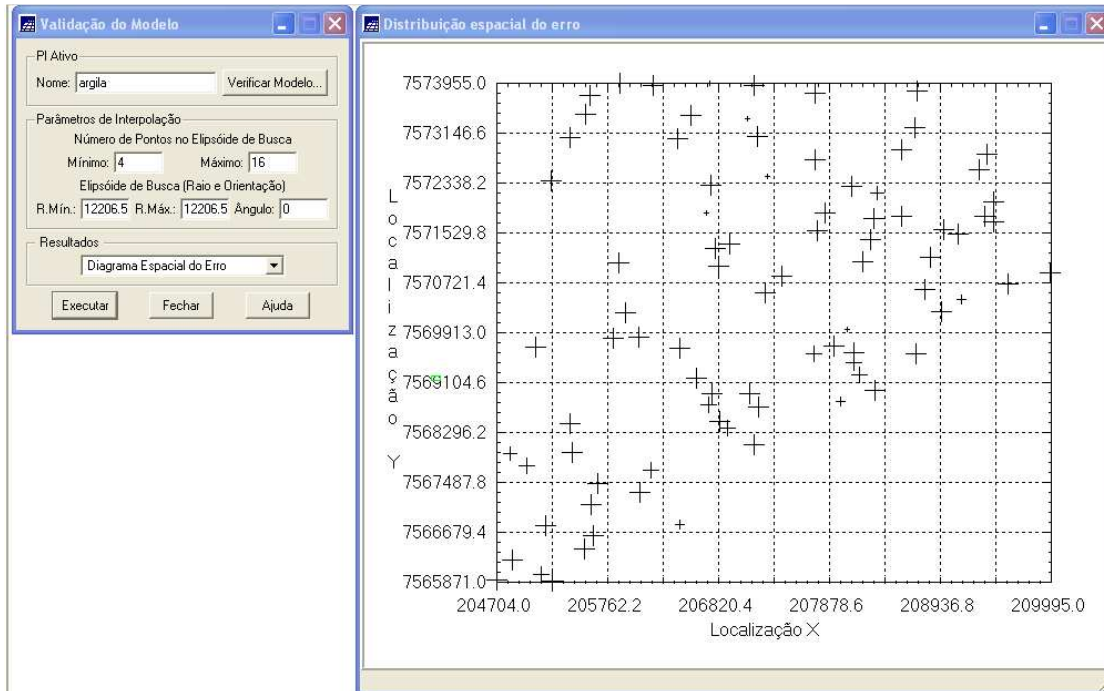
Executar Fechar Ajuda

## 2.3. Validação do modelo

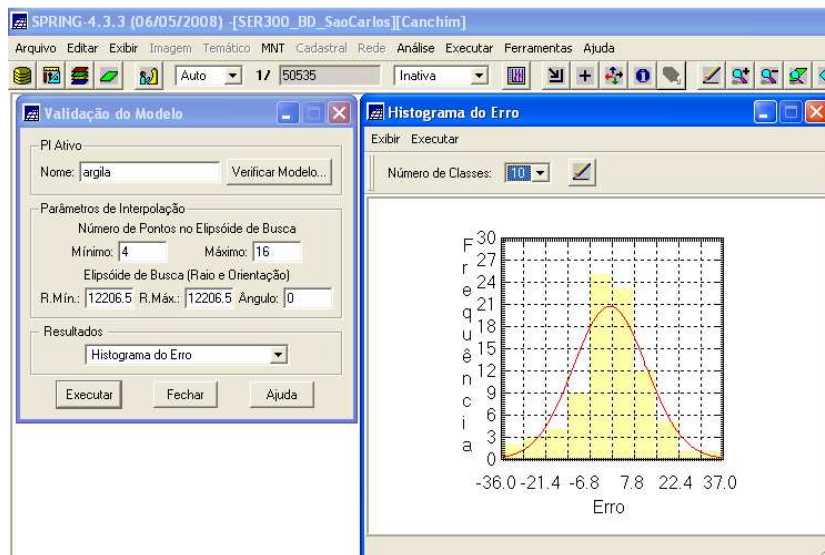


O processo de validação do modelo de ajuste é uma etapa que precede as técnicas de krigagem. Seu principal objetivo é avaliar a adequação do modelo proposto no processo que envolve a re-estimação dos valores amostrais conhecidos.

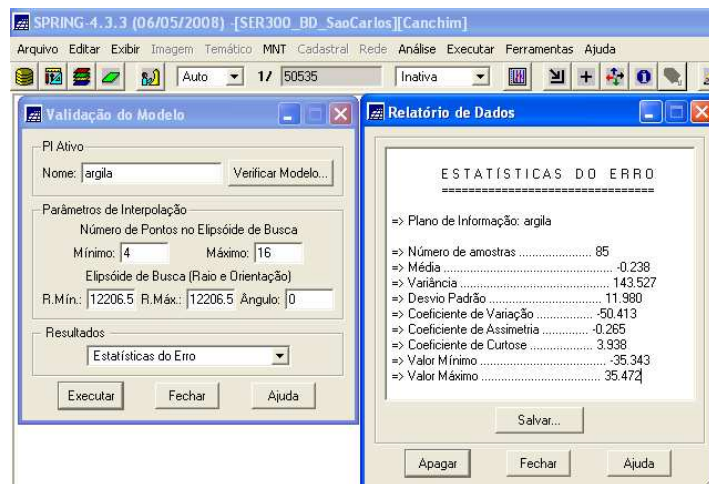
- Diagrama espacial de erros:



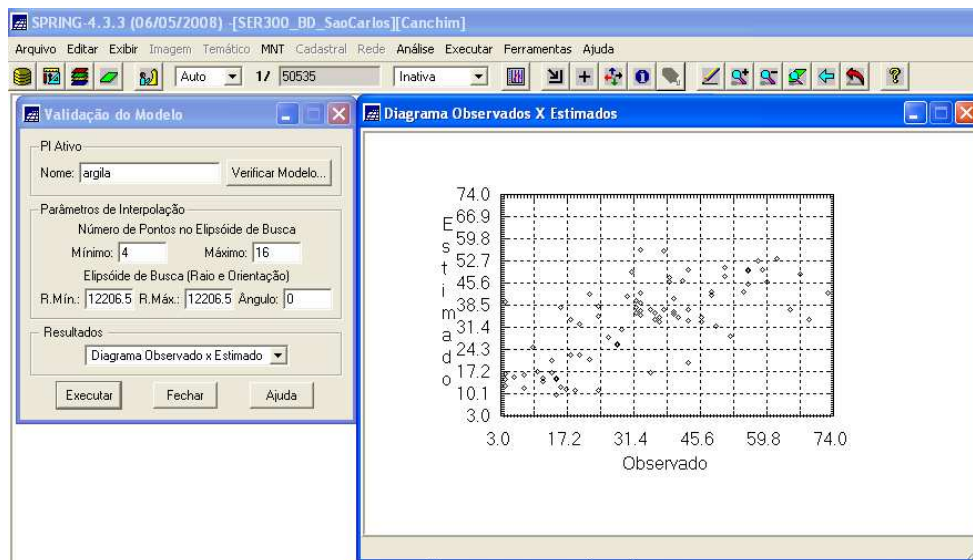
- Histograma do erro:



- Estatísticas do erro:



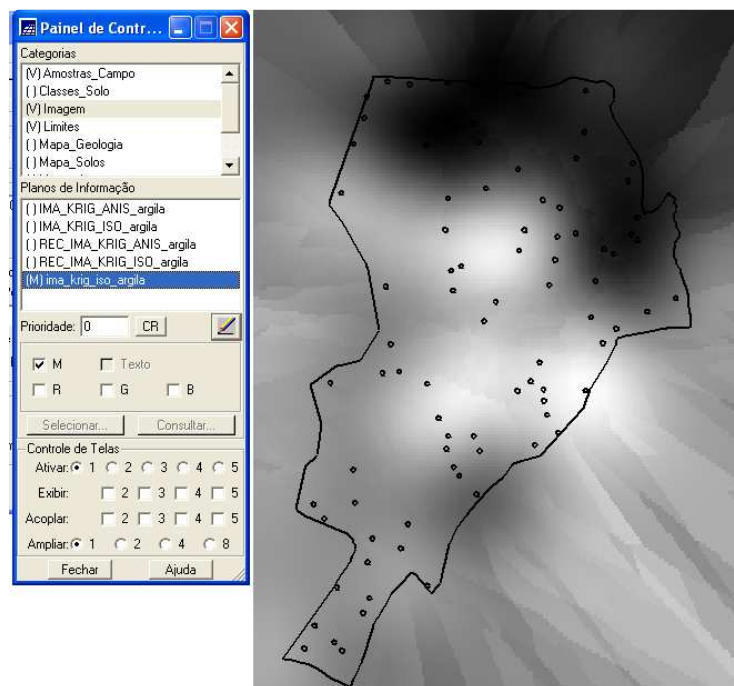
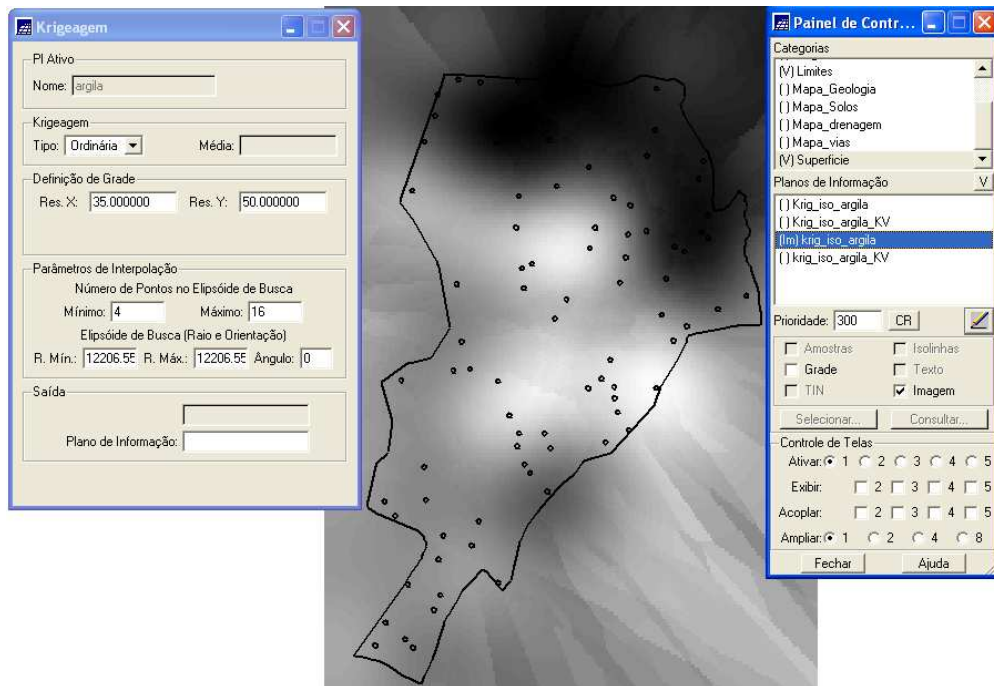
- Diagrama de valores observados x estimados:



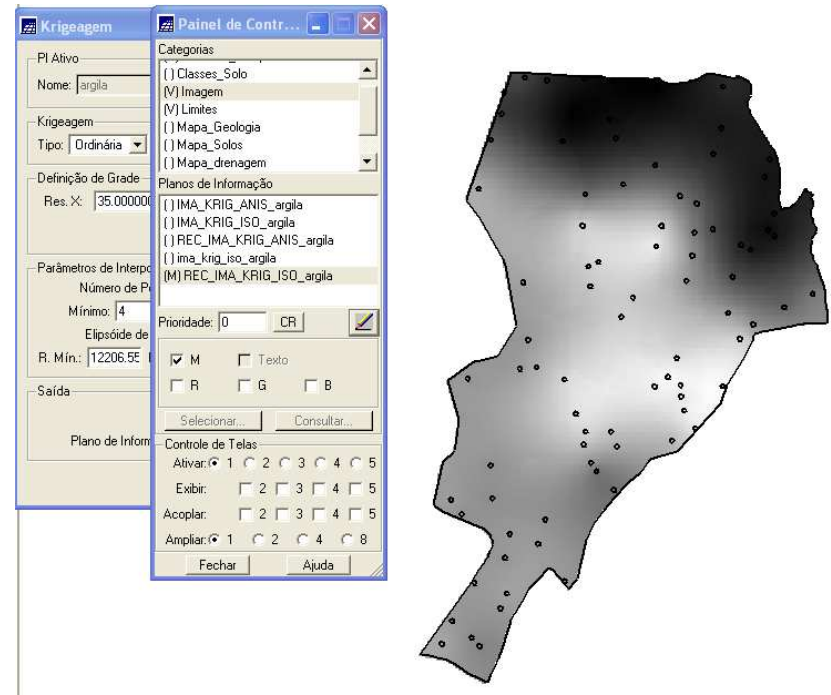
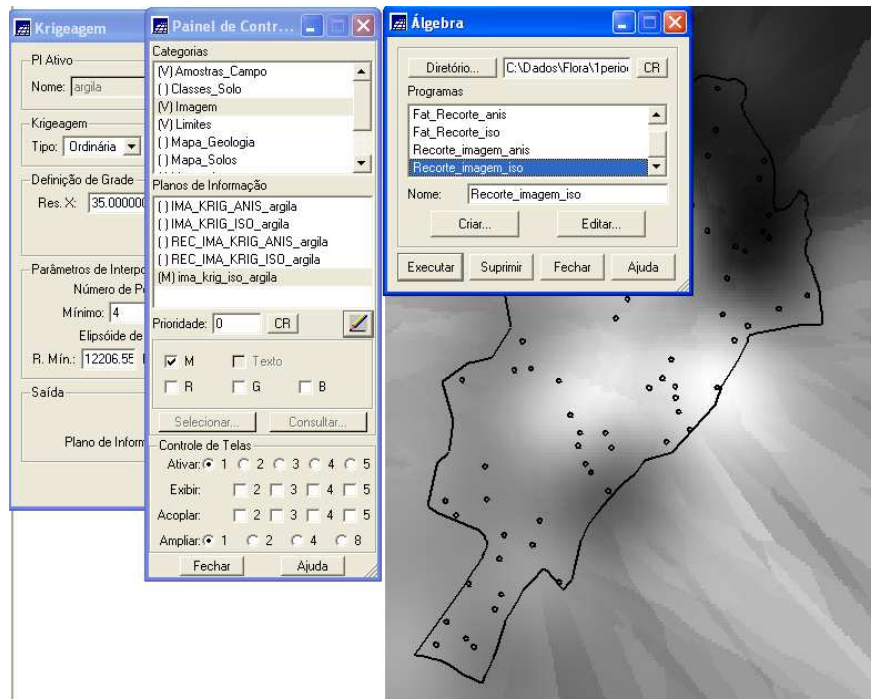
#### 2.4. Interpolação por Krigagem ordinária – caso isotrópico

Uma vez realizada a validação do modelo, a etapa final do processo geoestatístico consiste na interpolação de krigagem. Depois, a grade foi transformada em imagem.

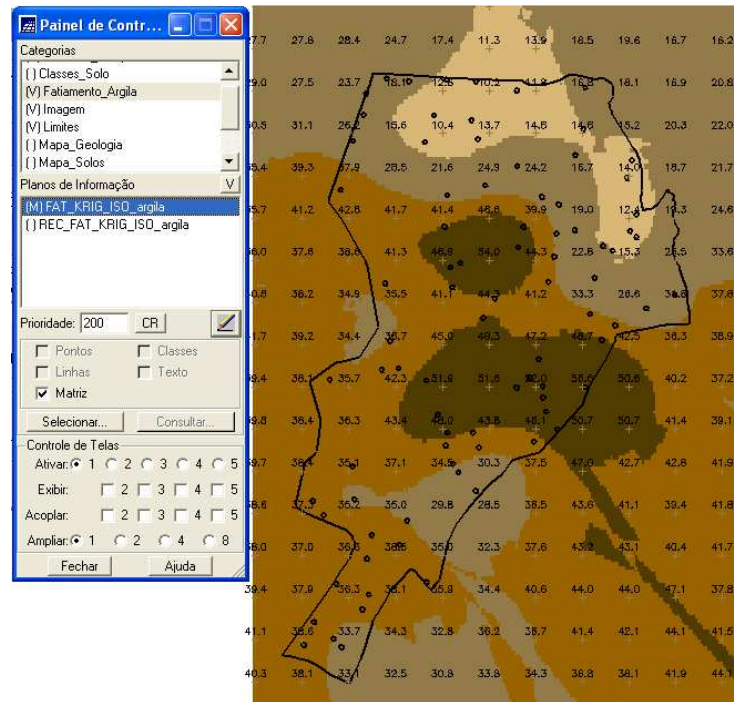




Recorte da imagem:



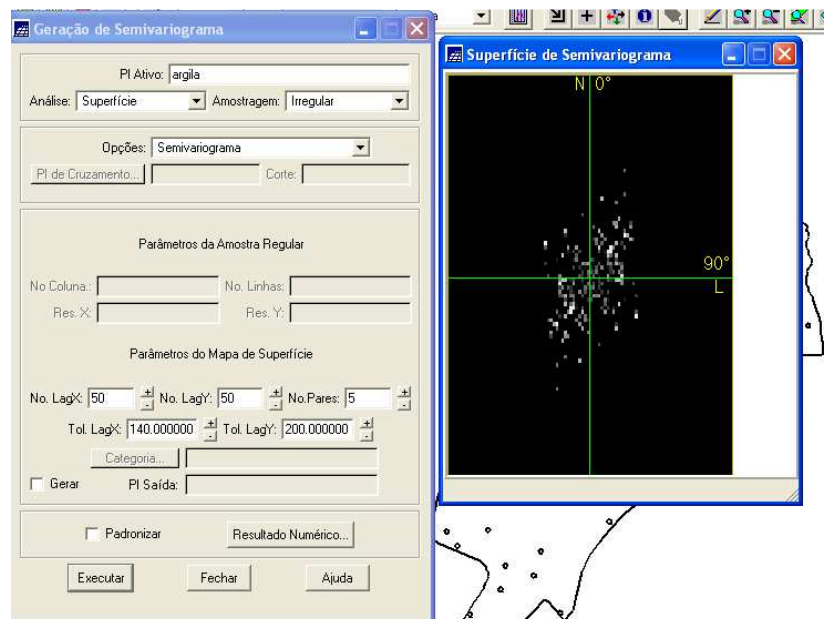
Fatiamento segundo teor de argila:



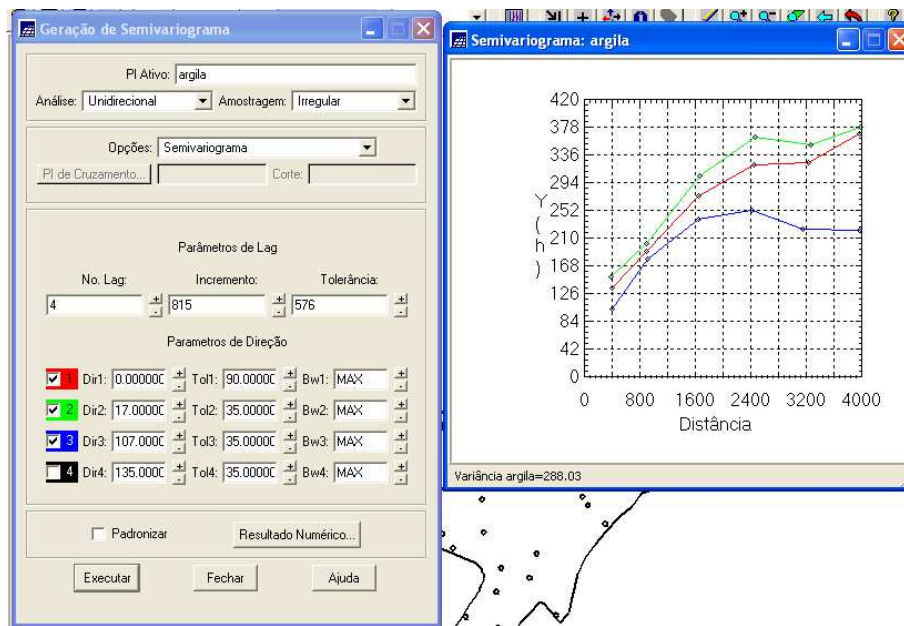
### 3. CASO ANISOTRÓPICO

A anisotropia em propriedades naturais é um caso muito freqüente de ser observado. Neste caso, a anisotropia, pode ser facilmente constatada através da observação da superfície de semivariograma, conforme descrito a seguir.

#### 3.1. Mapa de semivariograma: detecção dos eixos de anisotropia:

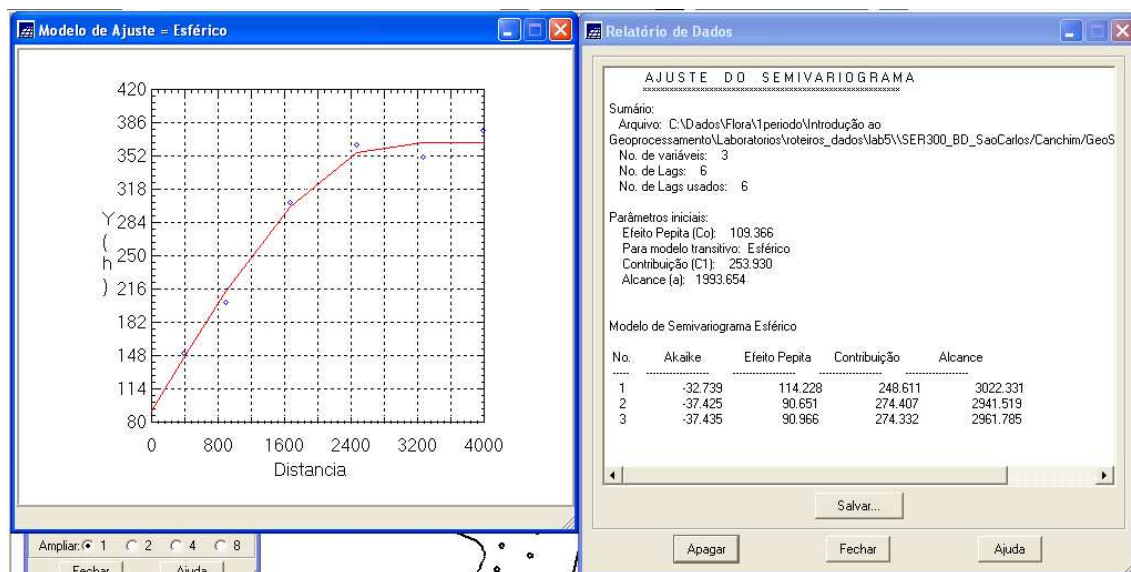


### 3.2. Geração de semivariogramas direcionais:



### 3.3. Modelagem dos semivariogramas direcionais

Modelagem do semivariograma na direção de maior continuidade: 17°



Menor valor de Akaike: -32.739

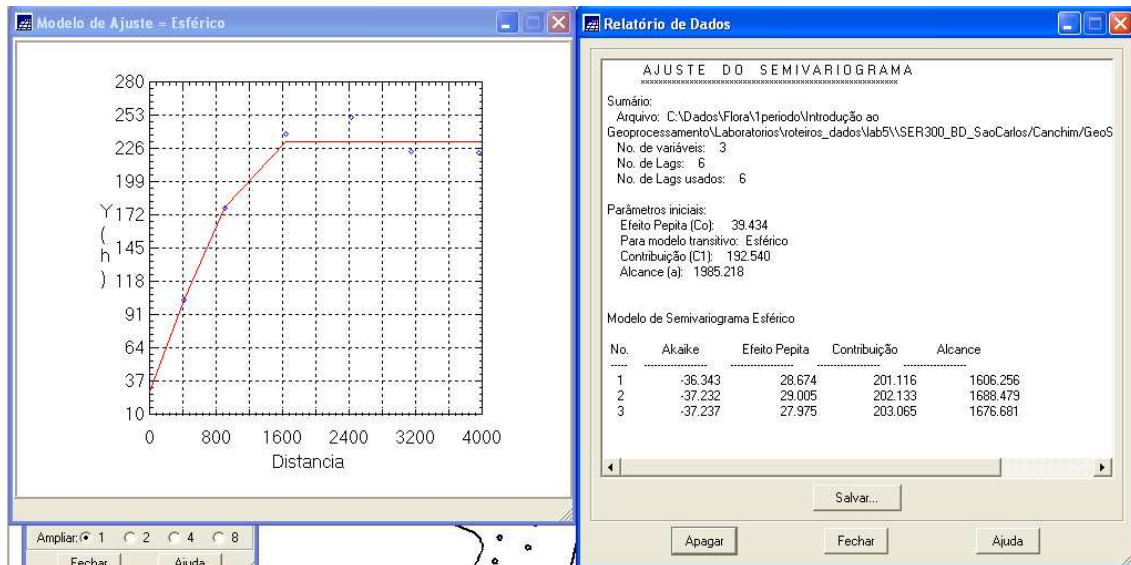
Efeito Pepita: 114.228

Contribuição: 248.611

Alcance: 3022.331

$$\gamma_{17^\circ}(\mathbf{h}) = 91 + 274 \left[ \text{Sph} \left( \sqrt{\left( \frac{h_{17^\circ}}{2962} \right)^2 + \left( \frac{h_{107^\circ}}{\infty} \right)^2} \right) \right]$$

Modelagem do semivariograma na direção de menor continuidade 107°:



Menor valor de Akaike: -37.237

Efeito Pepita: 27.975

Contribuição: 203.065

Alcance: 1676.681

$$\gamma_{107^\circ}(\mathbf{h}) = 28 + 203 \left[ \text{sph} \left( \sqrt{\left( \frac{\mathbf{h}_{107^\circ}}{1677} \right)^2 + \left( \frac{\mathbf{h}_{17^\circ}}{\infty} \right)^2} \right) \right]$$

### 3.4. Modelagem da anisotropia

Consiste basicamente em unir os dois modelos anteriormente definidos num único modelo consistente, que descreva a variabilidade espacial do fenômeno em qualquer direção.

- Definição do modelo:

**Parâmetros Estruturais**

Parâmetros  
 Número de Estruturas: 1 2 3  
 Efeito Pepita: 28.000000

Primeira Estrutura  
 Tipo: Esférico  
 Contribuição: 63.0000 Ângulo Anis.: 17.0000  
 Alcance Máx.: 1677.00 Alcance Mín.: 0.00001

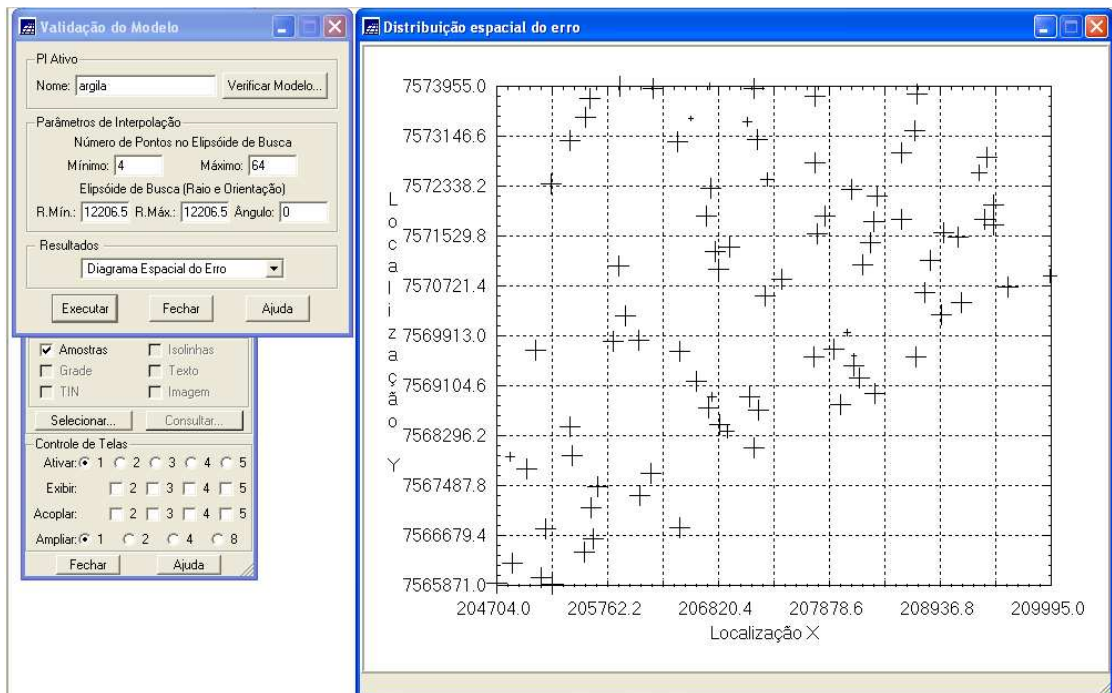
Segunda Estrutura  
 Tipo: Esférico  
 Contribuição: 140.000 Ângulo Anis.: 17.0000  
 Alcance Máx.: 2962.00 Alcance Mín.: 1677.00

Terceira Estrutura  
 Tipo: Esférico  
 Contribuição: 71.0000 Ângulo Anis.: 17.0000  
 Alcance Máx.: 100000.0 Alcance Mín.: 2962.00

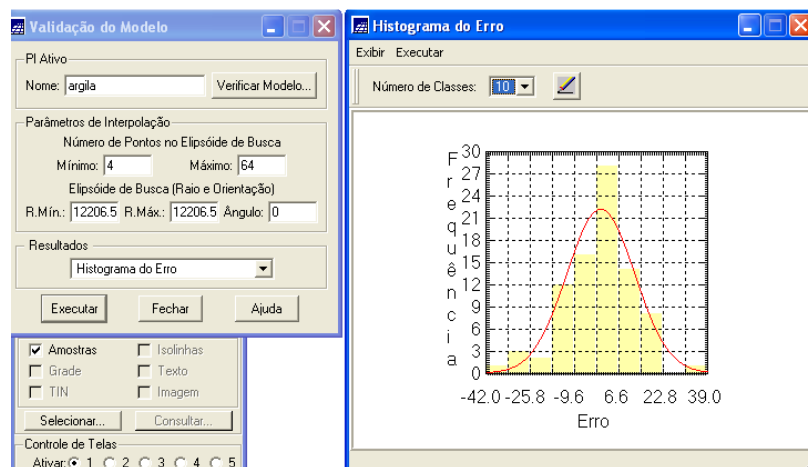
Executar Fechar Ajuda



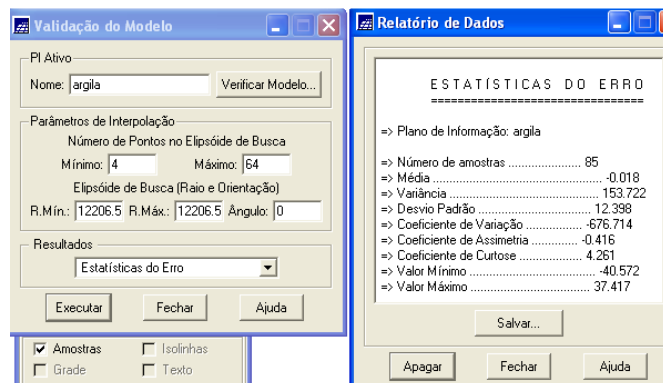
- Diagrama espacial do erro:



- Histograma do erro:

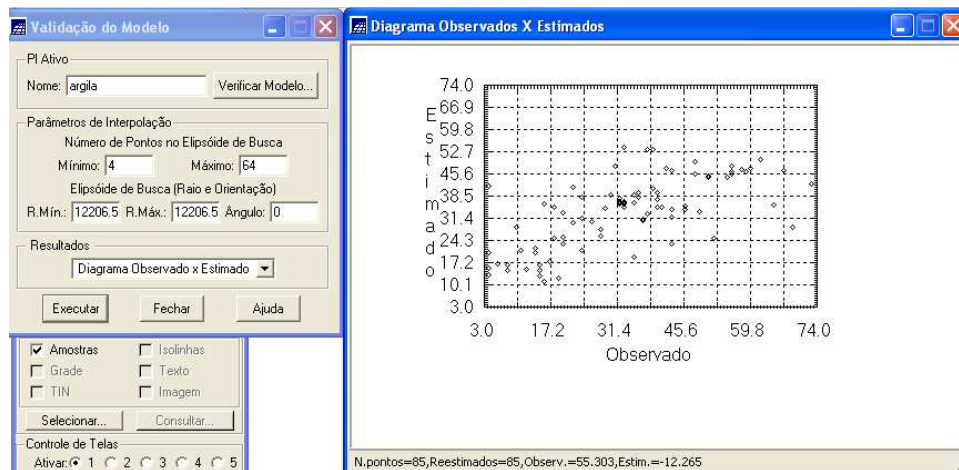


- Estatísticas do erro:

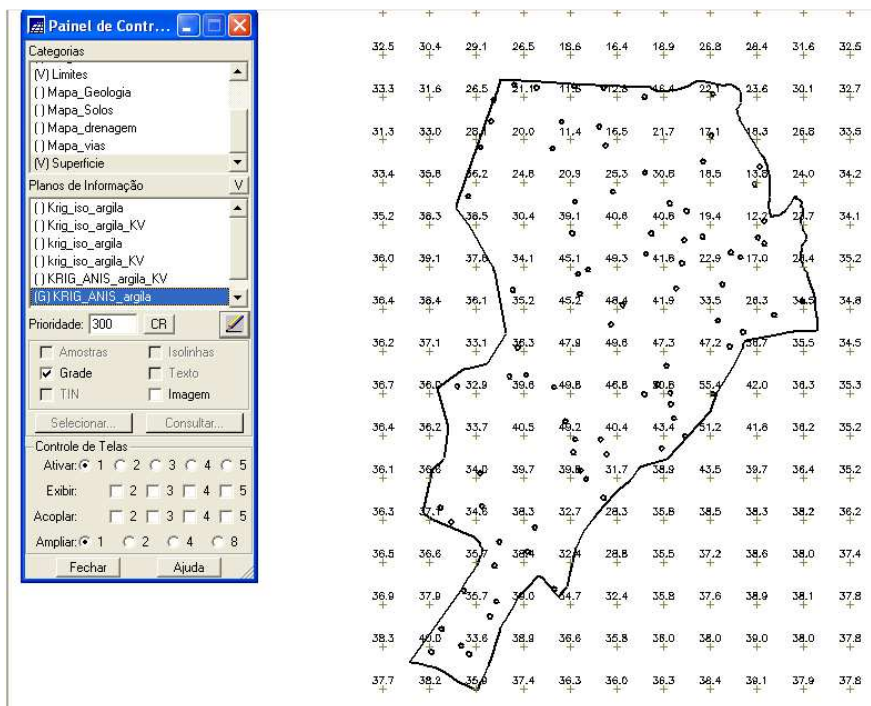




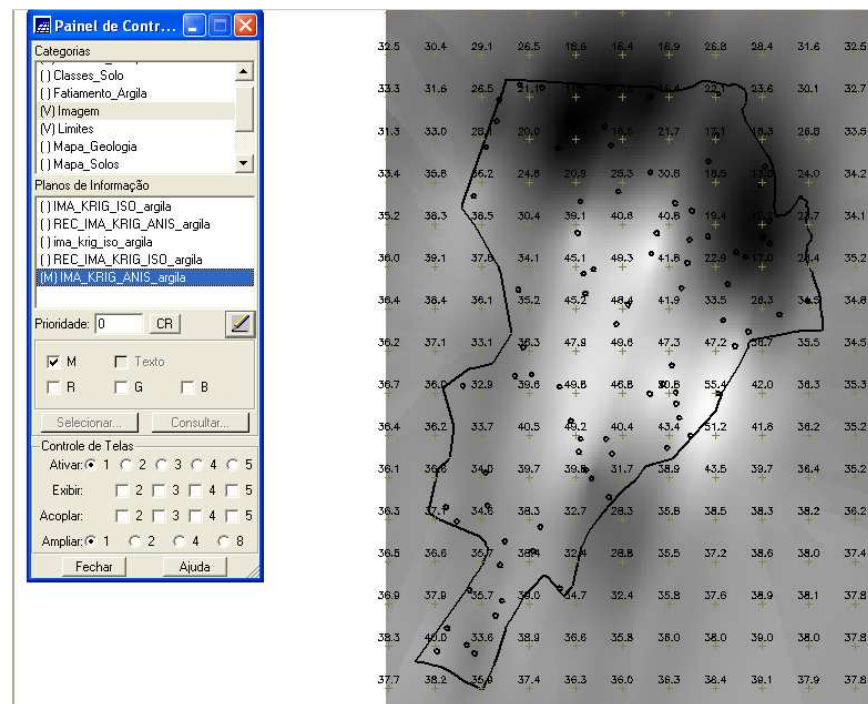
- Diagrama de valores observados x estimados:



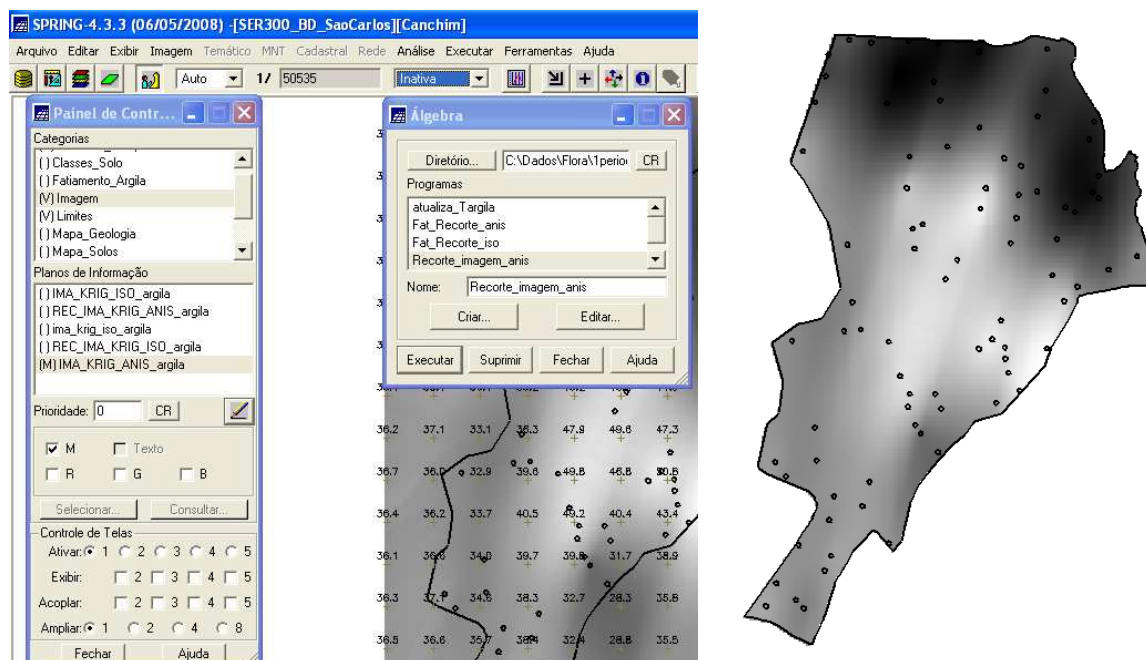
### 3.5. Interpolação por Krigagem ordinária:



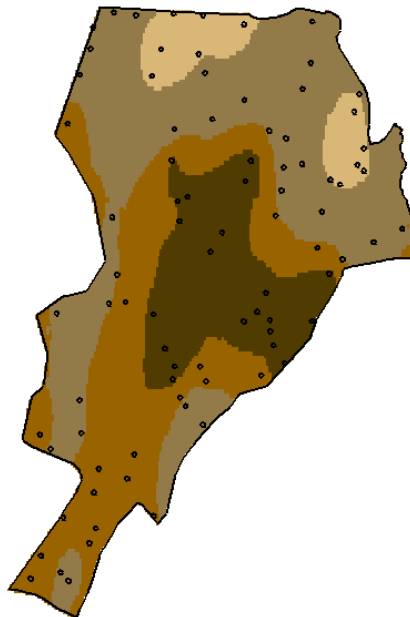
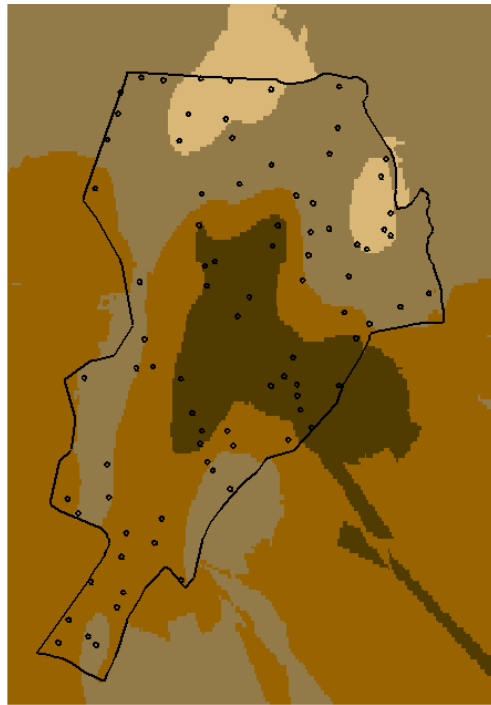
### 3.6. Transformação da grade em imagem:



### 3.7. Executar recorte na imagem oriunda do modelo anisotrópico:

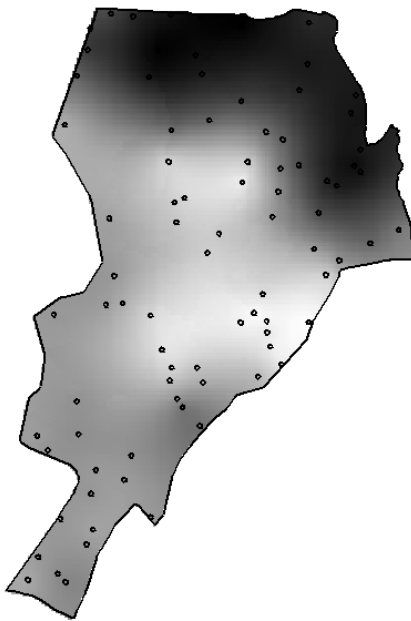


### 3.8. Fatiamento

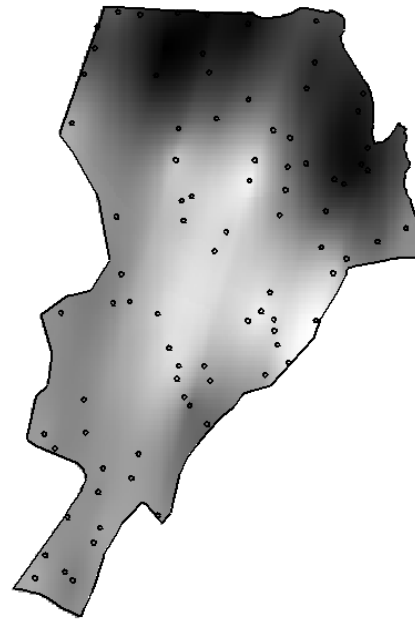


#### 4. Análise dos resultados

Isotrópico



Anisotrópico



#### 5. Teor médio de argila para cada classe de solo:

