

**Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE**  
**Curso de Pós-graduação em Sensoriamento Remoto**  
**Disciplina Introdução ao Geoprocessamento – SER 300**

**LABORATÓRIO 05**  
**Geoestatística Linear**

Banco de dados São Carlos

Discente: Aline Pontes Lopes

Matrícula: 127582

**Maior/2017**  
**São José dos Campos - SP**

# LABORATÓRIO 05

## Geoestatística Linear

Os exercícios apresentados a seguir têm como objetivo analisar, segundo os conceitos e as técnicas de geoestatística apresentados no roteiro, a variação espacial do teor de argila sobre a área da Fazenda Canchim, em São Carlos - SP. Tais exercícios são relativos às seguintes etapas da análise geoestatística:

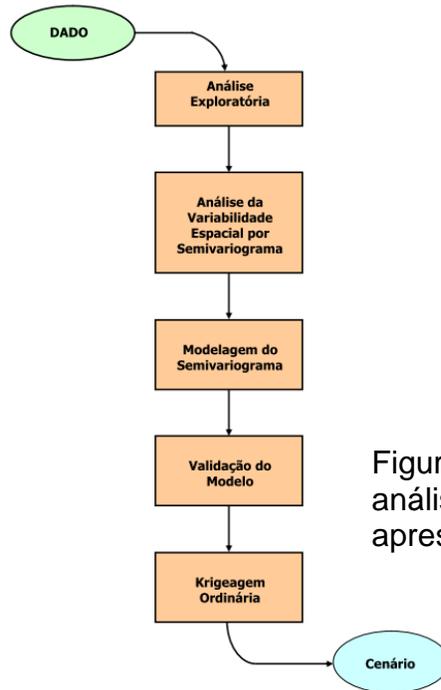


Figura 01. Etapas seguidas na análise geoestatística aqui apresentadas.

### Ativação do banco de dados/projeto e verificação dos modelos de dados

O banco de dados, intitulado 'BD\_SaoCarlos', e o projeto 'Canchim', previamente fornecidos, foram ativados conforme a Figura 01. Além disso, todos os modelos de dados (categorias, classes, modelos e visualizações) a serem usados foram checados.

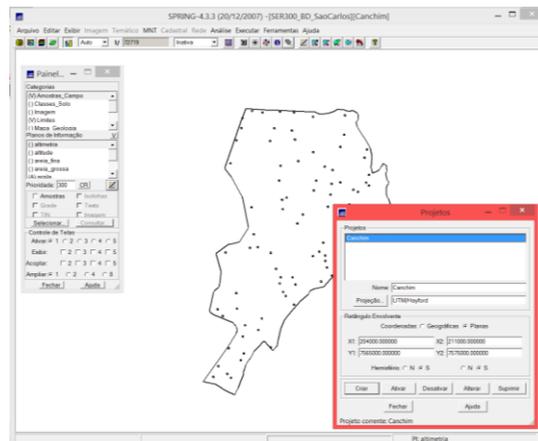


Figura 01. Banco de dados 'BD\_SaoCarlos' e o projeto 'Canchim' ativados e visualização do geo-campo Amostras de solo

## Exercício 1 – Análise exploratória

Antes da análise geoestatística, como a finalidade de conhecer melhor os dados a serem trabalhados, foi feita uma análise exploratória dos dados, gerando estatísticas, histograma e gráfico de probabilidade nominal (Figura 02). No caso do histograma (Figura 2b), a curva contínua em vermelho é uma distribuição Gaussiana e serve de referência para efeito de comparação. Neste caso, como apresentado no roteiro, observa-se que a distribuição da argila é pouca assimétrica com coeficiente de assimetria igual a 0,214.

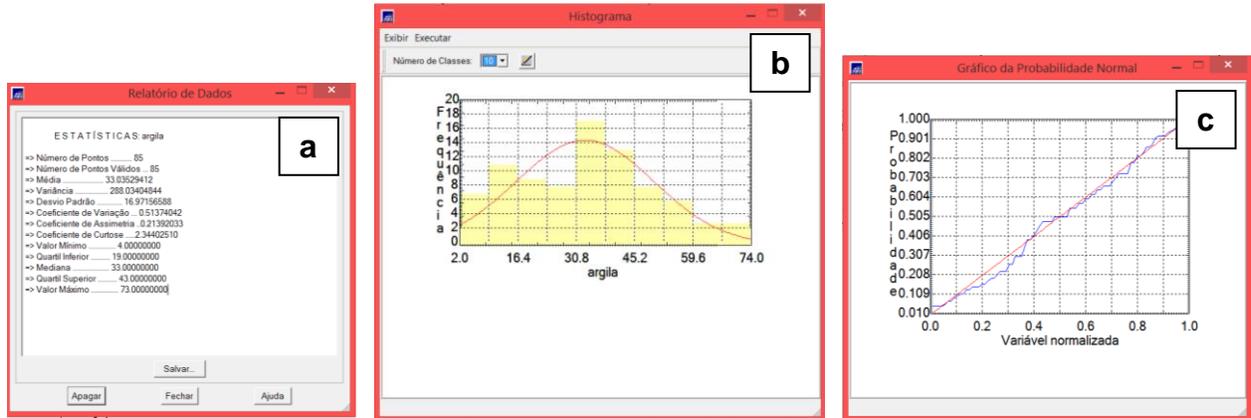


Figura 02. Estatísticas (a), histograma (b) e gráfico de probabilidade nominal (c)

## Exercício 2 – CASO ISOTRÓPICO – Análise da variabilidade espacial por semivariograma

No caso isotrópico assumimos que um único modelo é suficiente para descrever a variabilidade espacial do fenômeno em estudo. Como explicado no roteiro, quando lidamos com semivariogramas na prática, a primeira suposição é a isotropia para tentar detectar uma estrutura de correlação espacial.

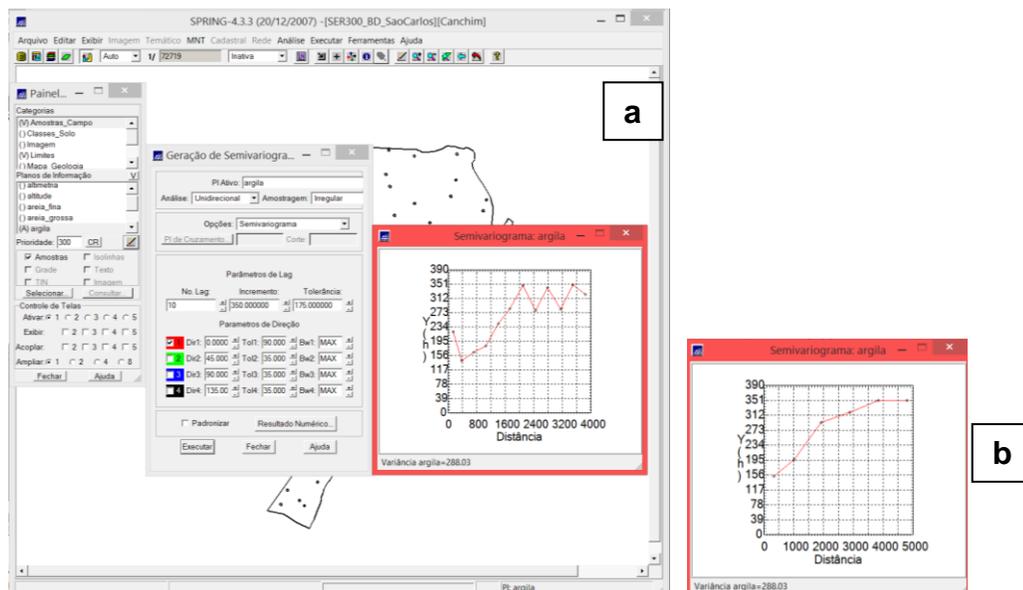


Figura 03. Primeiro semivariograma gerado (a) e semivariograma melhorado (b)

### Exercício 3 – Modelagem do semivariograma experimental

Neste exercício foi modelado o semivariograma e seus coeficientes de ajuste foram definidos segundo o menor valor de Akaike.

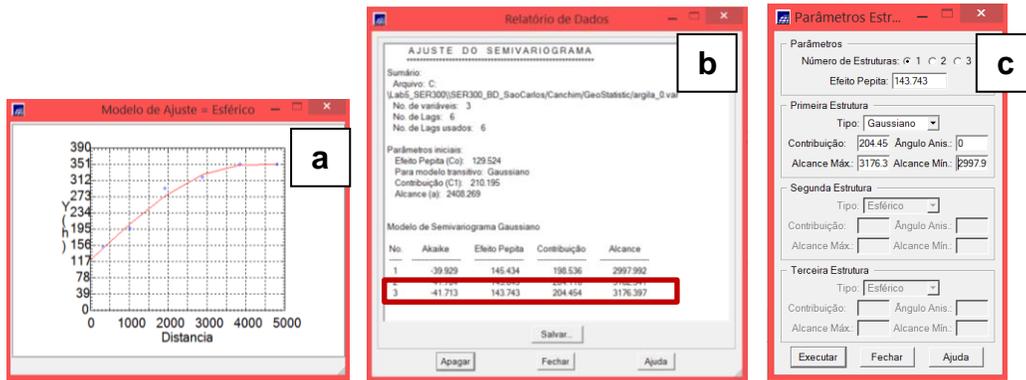


Figura 04. Ajuste do semivariograma (a, b) e inserção dos parâmetros para a modelagem (b)

### Exercício 4 – VALIDAÇÃO DO MODELO DE AJUSTE

Nesta etapa foi avaliada a adequação do modelo ajustado nos passos anteriores.

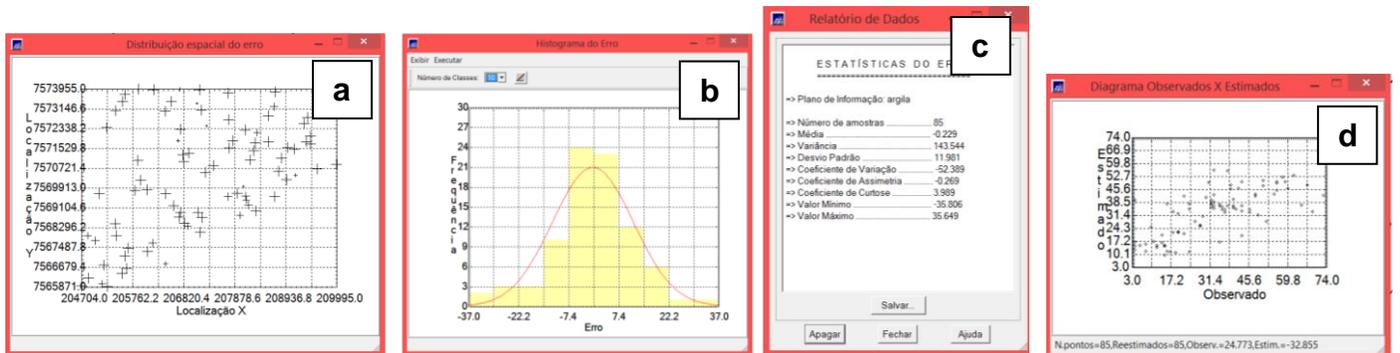


Figura 05. Diagrama espacial de erro (a), histograma de erro (b), estatísticas do erro (c) e diagrama de observação (d)

### Exercício 5 – Interpolação por krigeagem ordinária

Finalizando o processo de análise geoestatística, a interpolação por krigeagem ordinária é realizada segundo o modelo já validado. O resultado é uma grade regular de valores.

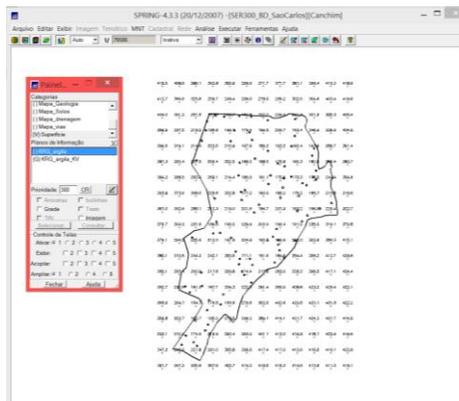


Figura 06. Grade gerada pelo processo de krigagem

## Exercício 6 – Visualização da superfície de argila

Finalmente, a grade regular de valores foi convertida em imagem para melhor visualização e, então, recortada e fatiada de acordo com quatro classes temáticas.

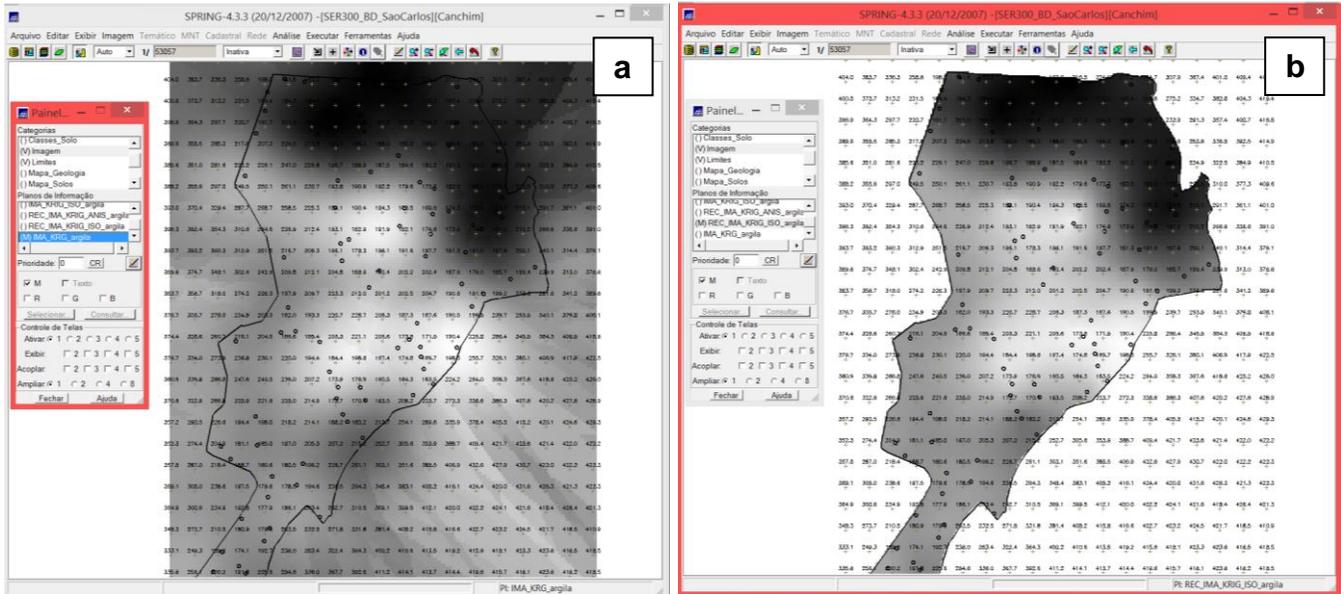


Figura 07. Imagem da superfície gerada (a) e superfície recortada (b)

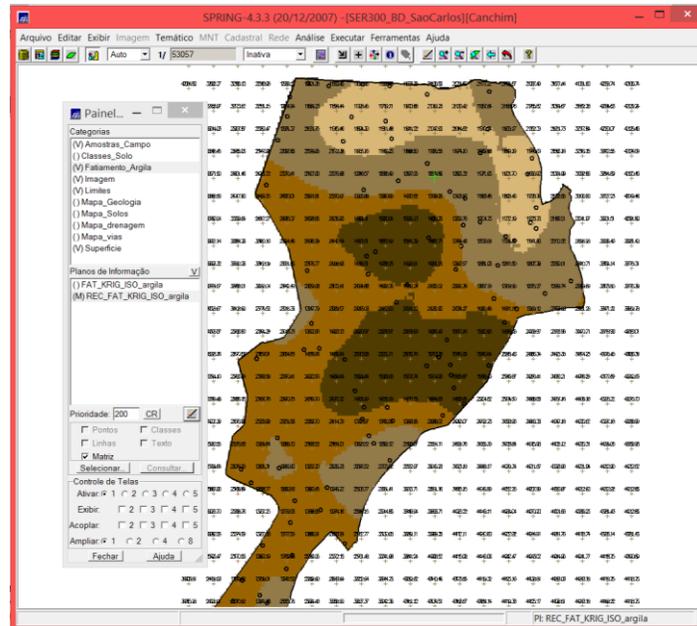


Figura 08. Fatiamento da superfície gerada pela krigagem

## Exercício 7 – CASO ANISOTRÓPICO – Detecção da anisotropia e geração dos semivariogramas direcionais

A partir deste exercício, os passos anteriores foram repetidos para o caso de uma superfície anisotrópica. A anisotropia, detectada no *scatter plot* abaixo, é a propriedade mais comum de ser observada na natureza.

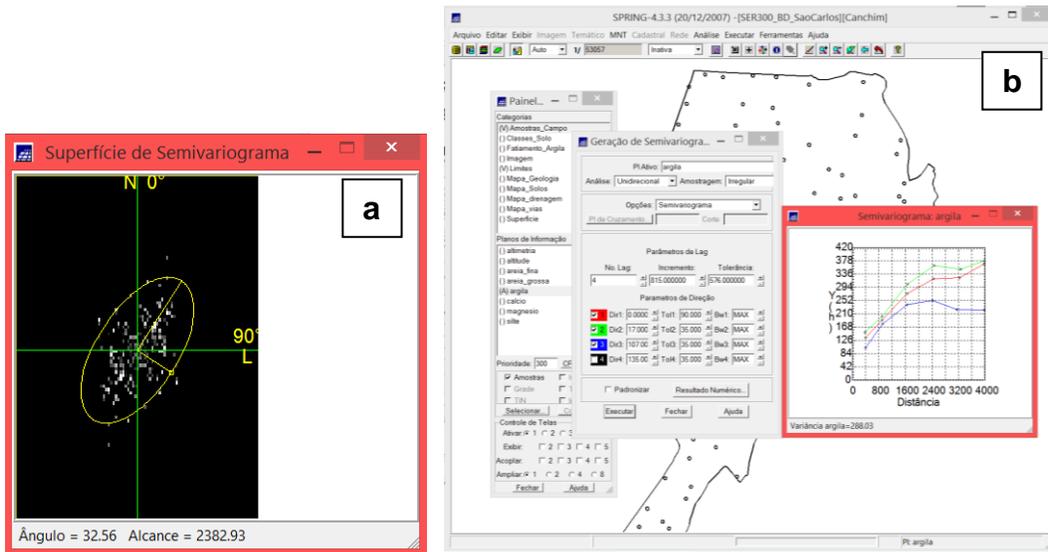


Figura 09. Detecção do eixo de anisotropia (~17°, a) e geração do semivariograma segundo três diferentes modelos (0°, 17° e 107°)

### Exercício 8 – Modelagem dos semivariogramas direcionais

Neste passo, o semivariograma foi modelado para a direção de maior continuidade (17°) e para a de menor (107°).

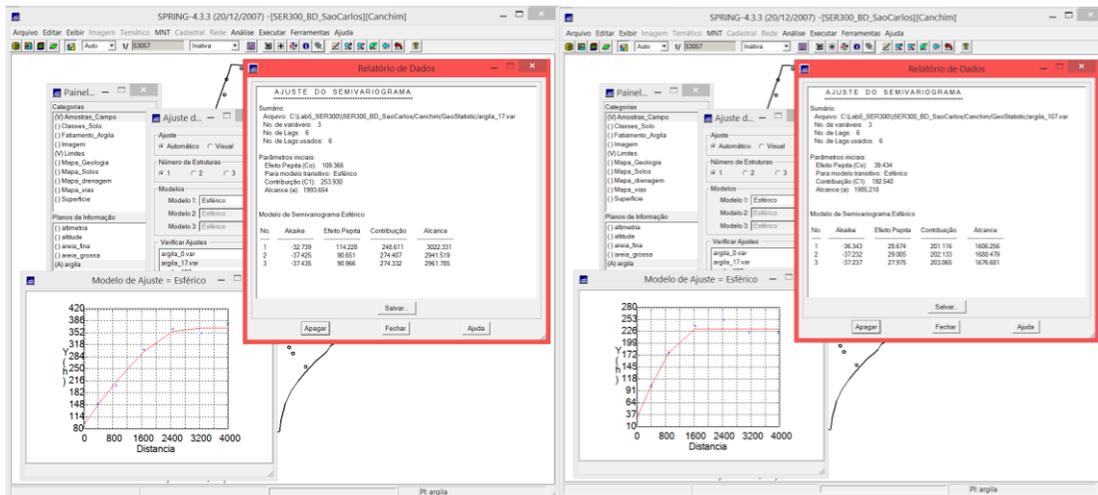


Figura 10. Modelagem do semivariograma para 17° e para 107°

### Exercício 9 – Modelagem da anisotropia e validação do modelo de ajuste

Nesta etapa foi avaliada a adequação do modelo ajustado nos passos anteriores.

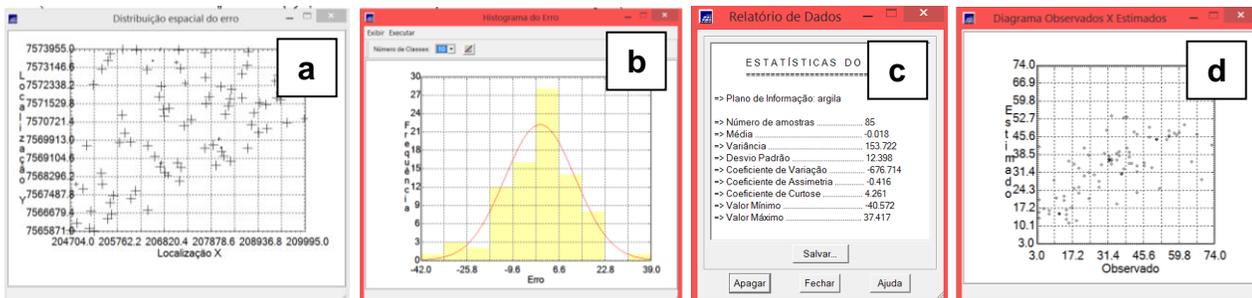


Figura 11. Diagrama espacial de erro (a), histograma de erro (b), estatísticas do erro (c) e diagrama de observação (d)

## Exercício 10 – Interpolação por krigagem ordinária e visualização da superfície de argila oriunda do modelo anisotrópico

Finalizando o processo de análise geoestatística, a interpolação por krigagem ordinária é realizada segundo o modelo validado. O resultado é uma grade regular de valores, que foi convertida em imagem para melhor visualização e, então, recortada e fatiada de acordo com quatro classes temáticas.

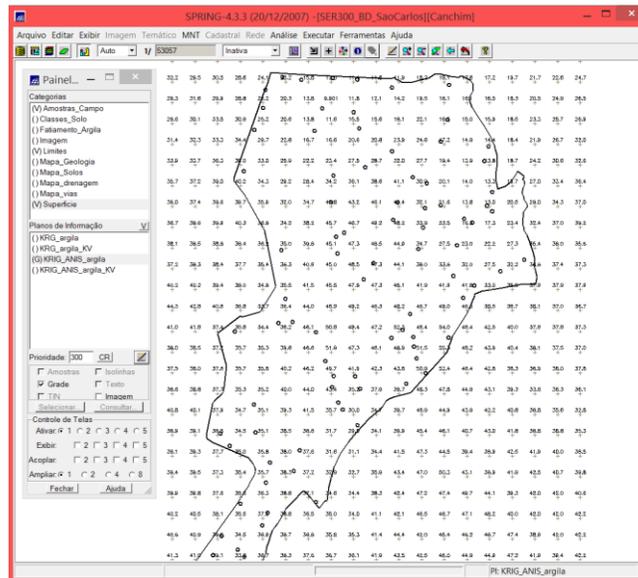


Figura 12. Grade gerada pelo processo de krigagem

## Exercício 10 – Visualização da superfície de argila oriunda do modelo anisotrópico

Finalmente, a grade regular de valores foi convertida em imagem para melhor visualização e, então, recortada e fatiada de acordo com quatro classes temáticas.

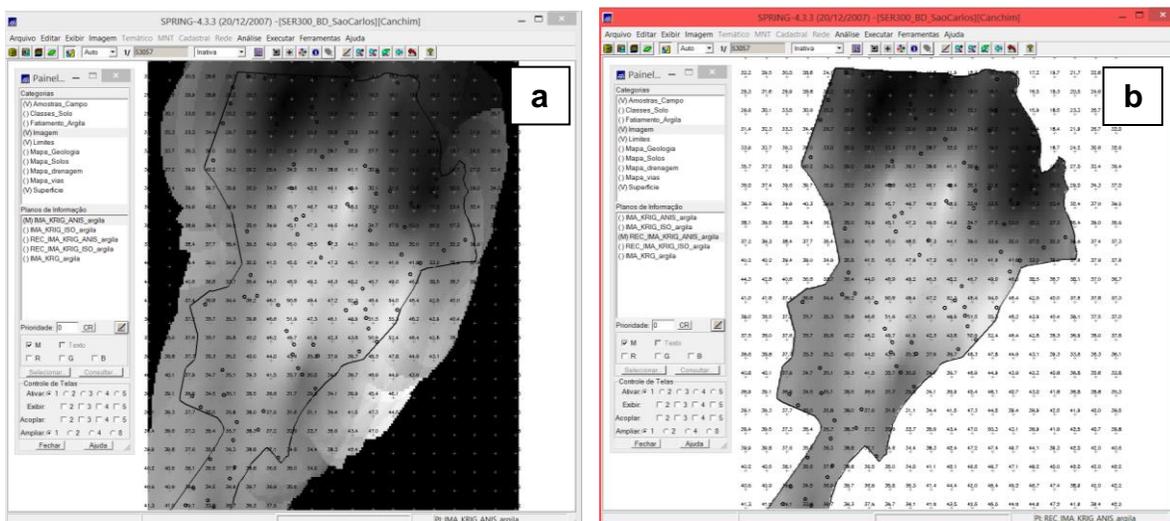


Figura 13. Imagem da superfície gerada (a) e superfície recortada (b)

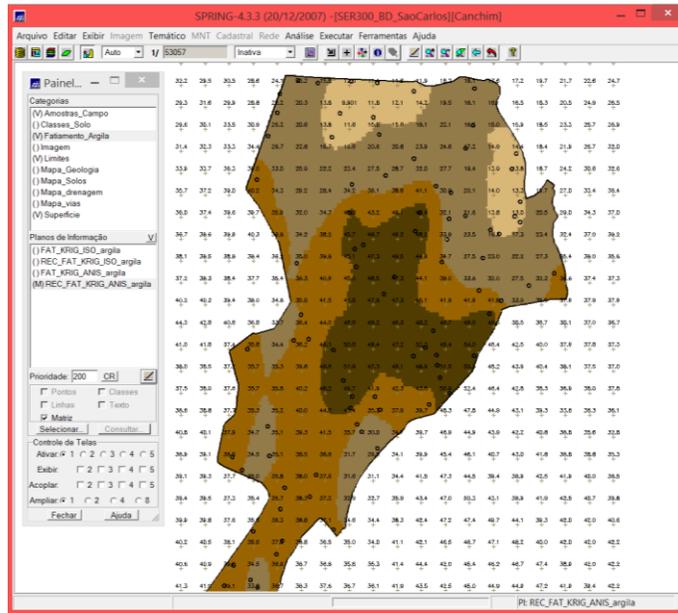


Figura 14. Fatiamento da superfície gerada pela krigagem

### Exercício 10 – Análise dos resultados

Finalmente, um *scatter plot* foi realizado para verificar a correlação entre os teores de argila estimados segundo o modelo isotrópico e anisotrópico. O *scatter plot* indicou que os métodos chegaram a resultados semelhantes.

Tabela: Tipo\_Solos

NOME	ROTULO	AREA	PERIMETRO	TEOR_ARGILA_ISO	TEOR_ARGILA_ANIS
1   A	A	80370.343750	1395.394043	31.594681	34.271050
2   AQd	AQd	3272219.750000	17477.394531	15.042057	16.229452
3   AR	AR	71682.265625	1448.520508	45.971722	47.767769
4   HAQ	HAQ	564843.062500	10592.865234	23.451247	23.940160
5   HO	HO	366193.781250	5723.883789	21.534480	24.679101
6   LEa1	LEa1	354876.125000	4247.094238	33.563119	31.877181
7   LEa2	LEa2	1285648.750000	7550.580078	27.041380	28.247017
8   LEa3	LEa3	709710.062500	7029.316895	22.586805	22.983432
9   LEd1	LEd1	955865.500000	8742.685547	35.844889	37.263139
10   LEd2	LEd2	1952525.000000	17373.082031	43.043756	42.159200

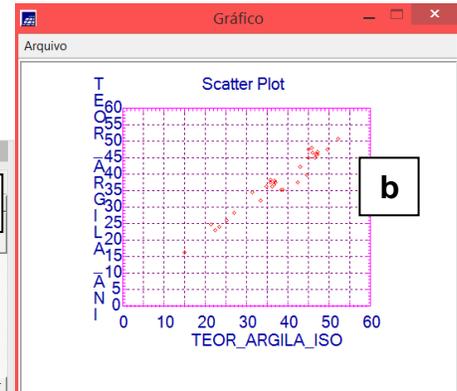


Figura 15. Valores de ambos os métodos atribuídos à tabela do mapa temático de solo (a) e *scatter plot* destes valores (b)