



Ministério da
Ciência e Tecnologia



INPE-SER-300- Introdução ao Geoprocessamento
Dr. Antônio Miguel Vieira Monteiro e Dr. Claudio Barbosa

Laboratório 5

Analise Espacial de Dados Geográficos
Geoestatística Linear

Thamy Barbara Gioia

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES	2
2.1. Análise Exploratória.....	2
2.2. Caso Isotrópico.....	6
2.3. Caso Anisotrópico	16
3. RESULTADO	22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Início dos procedimentos. Ativando banco de dados “SaoCarlos”.	2
Figura 2. Iniciando procedimento de análise exploratória em geoestatística (1).	3
Figura 3. Iniciando procedimento de análise exploratória em geoestatística (2).	4
Figura 4. Resultado da análise exploratória.	4
Figura 5. Resultado da análise exploratória através de histogramas.	5
Figura 6. Resultado da análise exploratória através de gráfico de probabilidade normal.	6
Figura 7. Análise de variabilidade espacial.	7
Figura 8. Geração de semivariograma de variabilidade espacial.	7
Figura 9. Ajuste de variograma.	8
Figura 10. Validação de modelo de ajuste.	9
Figura 11. Verificação de dados de erro por meio de histograma.	9
Figura 12. Verificação de dados de erro por meio de estatística de erros.	10
Figura 13. Verificação de dados de erro por meio de Diagrama.	10
Figura 14. Procedimento de krigeagem para o modelo de ajuste isotrópico.	11
Figura 15. Geração de Imagem a partir da grade obtida pelo processo de Krigeagem.	12
Figura 16. Visualização da imagem gerada.	12
Figura 17. Procedimento de recorte da imagem pelo limite da área amostral.	13
Figura 18. Visualização do recorte da imagem pelo limite de área amostral.	14
Figura 19. Procedimento de fatiamento em classes de argila pré-definidas.	15
Figura 20. Visualização do procedimento de fatiamento.	15
Figura 21. Geração de semivariograma para análise de caso anisotrópico.	16
Figura 22. Visualização de superfície de semivariograma anisotrópico.	17
Figura 23. Geração de semivariograma anisotrópico.	18
Figura 24. Procedimento para ajuste de semivariograma.	18
Figura 25. Ajuste de semivariograma.	19
Figura 26. Procedimento de Krigeagem – modelo anisotrópico.	20
Figura 27. Visualização da grade gerada pelo processo de Krigeagem.	20
Figura 28. Geração de imagem a partir da grade de krigeagem.	21
Figura 29. Recorte da imagem gerada pelo processo de krigeagem.	21
Figura 30. Resultado do procedimento – Caso Isotrópico.	22
Figura 31. Resultado do procedimento – Caso Anisotrópico.	22

1. INTRODUÇÃO

Este relatório teve por finalidade apresentar os resultados do quinto **Laboratório – 05, Geoestatística Linear**, da Disciplina de Introdução ao Geoprocessamento.

O objetivo deste laboratório é apresentar procedimentos geoestatísticos para análise de variabilidade espacial de propriedades naturais. Em geral o estudo de estatística é desenvolvido em 3 passos: análise exploratória, análise estrutural e realização de inferências.

Neste caso serão apresentados estudos referentes a amostragem de 85 observações georreferenciadas realizadas na Fazenda Canchim localizada em São Carlos – SP. O objetivo da análise foi o levantamento do teor de argila presente no solo.

O Laboratório 5 foi separado em duas fases: análise exploratória **Caso Isotrópico** e Análise Exploratória **Caso Anisotrópico**. Cada fase consistiu na execução das seguintes atividades:

Caso Isotrópico

1. Análise de variabilidade espacial por semivariograma;
2. Modelagem do semivariograma experimental;
3. Validação do modelo de ajuste;
4. Interpolação por krigeagem ordinária;
5. Visualização da superfície gerada;

Caso anisotrópico

1. Detecção da anisotropia;
2. Geração dos semivariogramas direcionais;
3. Modelagem dos semivariogramas direcionais;
4. Modelagem de anisotropia;
5. Validação do modelo de ajuste;
6. Interpolação por krigeagem ordinária;
7. Visualização da superfície;

Os resultados das atividades serão apresentados a seguir separados por tópicos, destacando os procedimentos adotados e apresentando figuras registradas durante os processos.

2. DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

Para início do desenvolvimento das atividades, primeiramente ativou-se o banco de dados disponibilizado para elaboração deste laboratório – “Banco de Dados SaoCarlos” e o respectivo projeto “Projeto Canchim”:

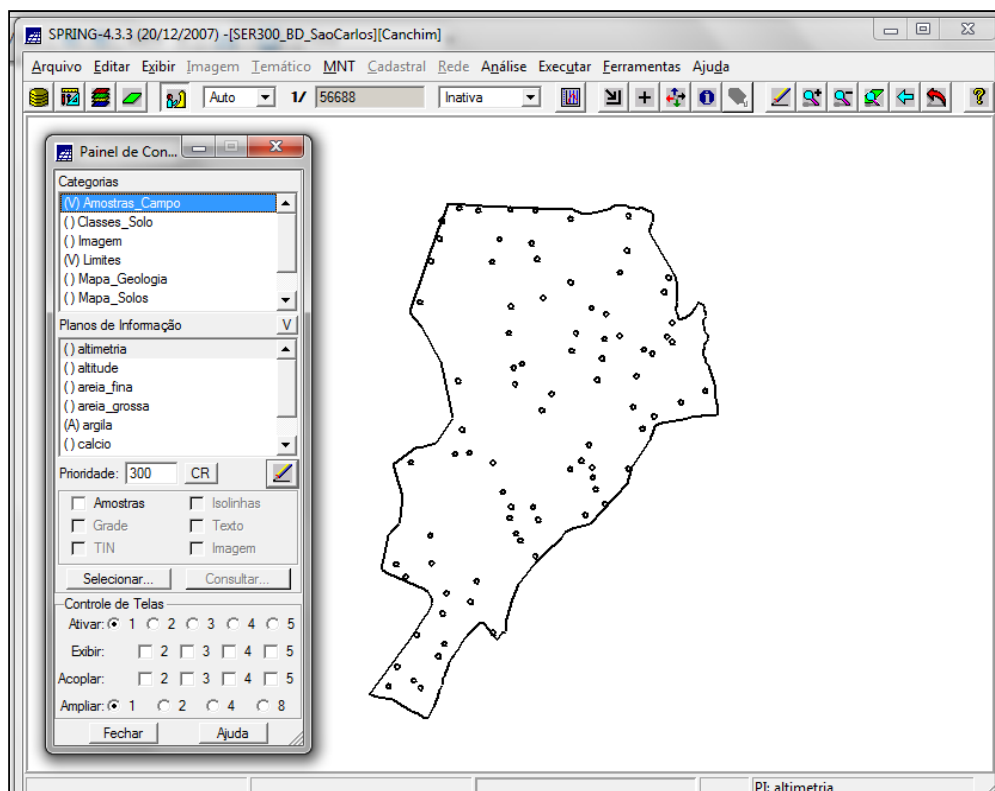


Figura 1. Início dos procedimentos. Ativando banco de dados “SaoCarlos”.

2.1. Análise Exploratória

A análise exploratória pode ser realizada no Spring de duas formas: univariada e bivariada. Para iniciar a análise exploratória no Spring seguiu-se as seguintes etapas: Análise, Geoestatística e Análise Exploratória, como segue na Figura abaixo:

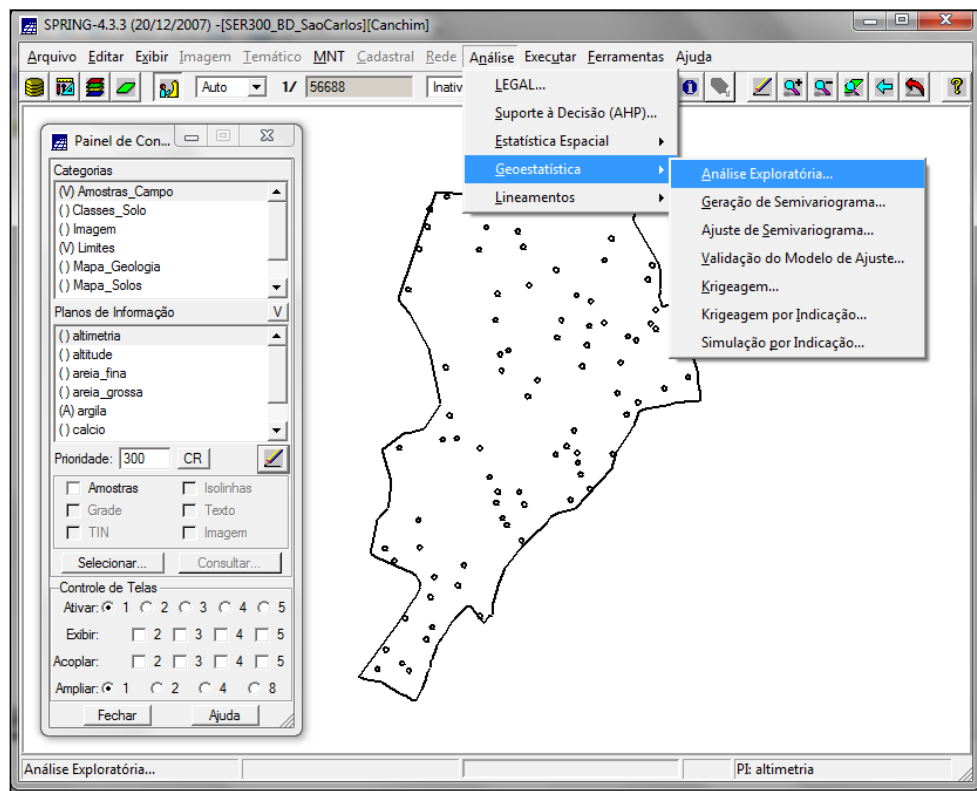


Figura 2. Iniciando procedimento de análise exploratória em geoestatística (1).

A primeira análise estatística refere-se as “Estatísticas descritivas” onde é possível se observar o número de amostras disponíveis, média, variância, desvio padrão...

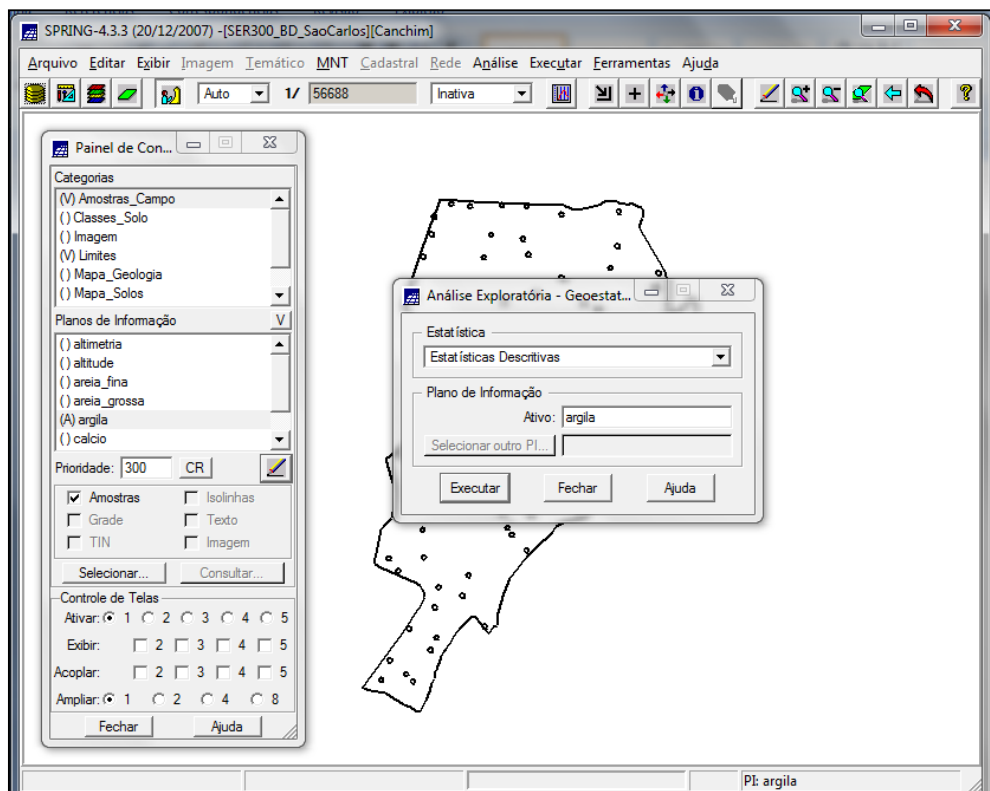


Figura 3. Iniciando procedimento de análise exploratória em geoestatística (2).

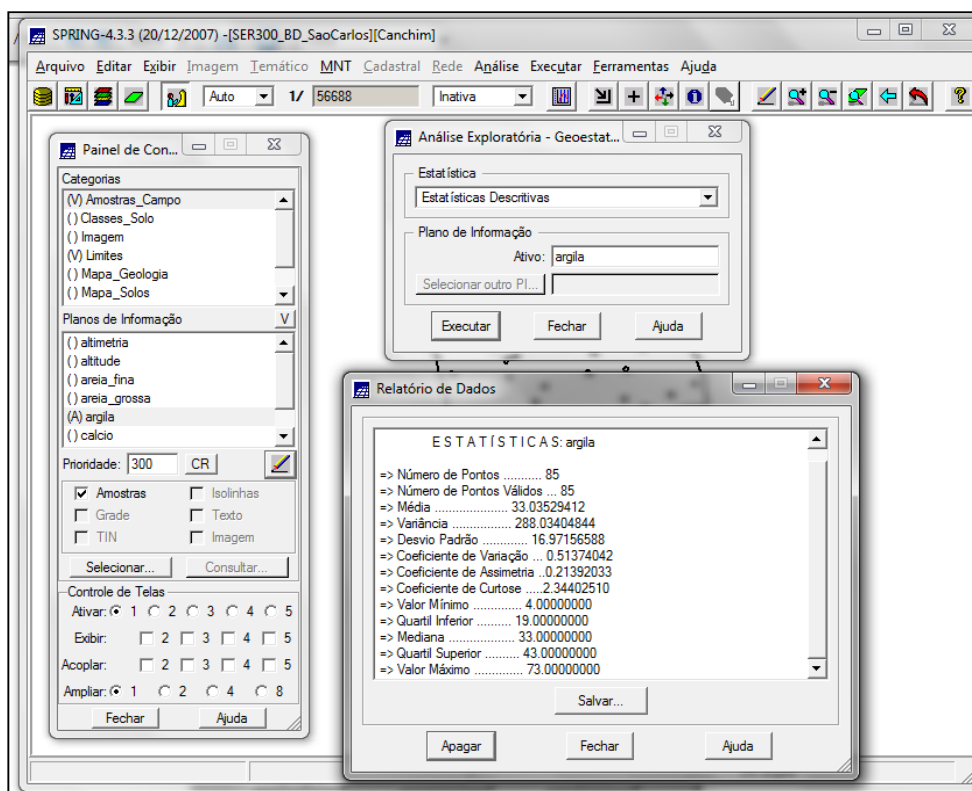


Figura 4. Resultado da análise exploratória.

Além destes dados disponíveis através da “Estatística Padrão”, é possível se gerar os histogramas, recurso gráfico que facilita a observação dos valores disponíveis e o Gráfico da Probabilidade Normal.

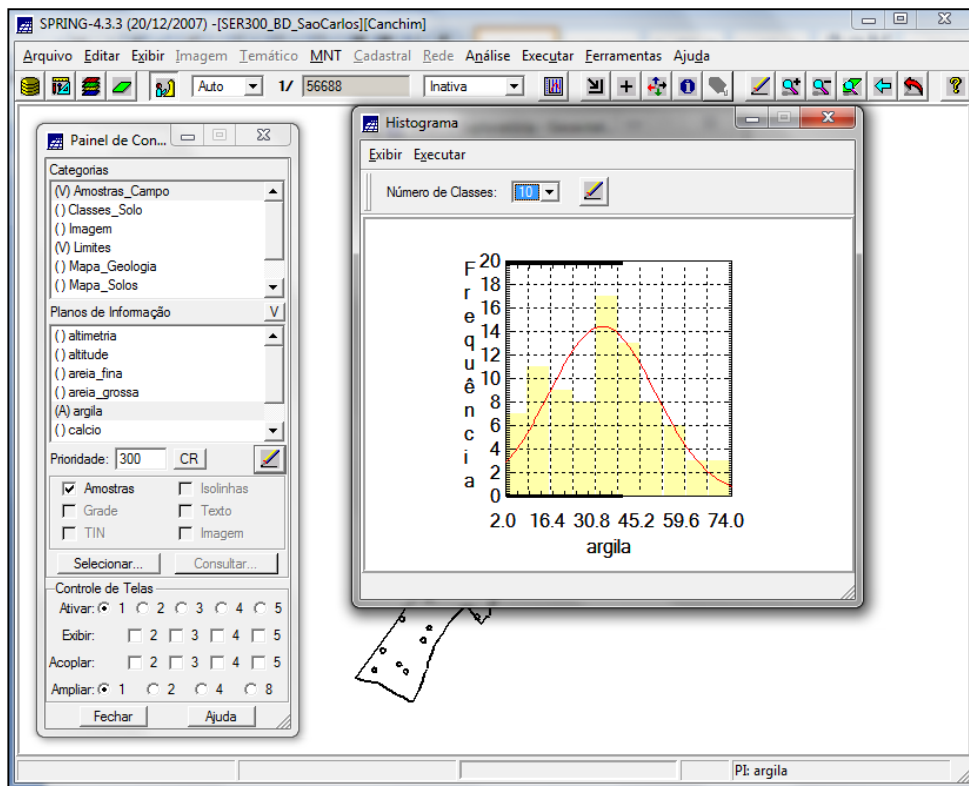


Figura 5. Resultado da análise exploratória através de histogramas.

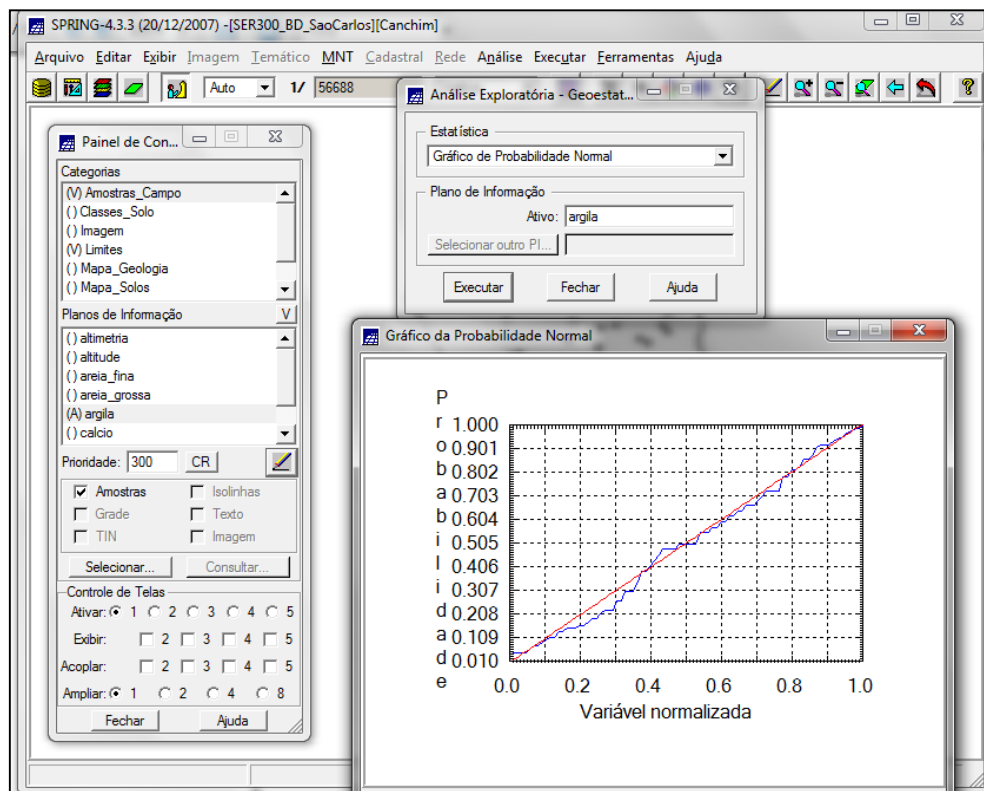


Figura 6. Resultado da análise exploratória através de gráfico de probabilidade normal.

2.2. Caso Isotrópico

Sabe-se que o fenômeno de isotropia é pouco comum nos fenômenos naturais. Entretanto, de acordo com o observado no laboratório 5, a análise de semivariogramas em isotropia, corresponde a uma opção para detectar uma estrutura de correlação espacial.

Seguindo, portanto, a recomendação deste laboratório, procedeu-se com a análise isotrópica. Primeiramente analisou-se a **variabilidade espacial pelo semivariograma**. As ferramentas utilizadas correspondem na sequência: Análise Geoestatística e Geração de semivariograma.

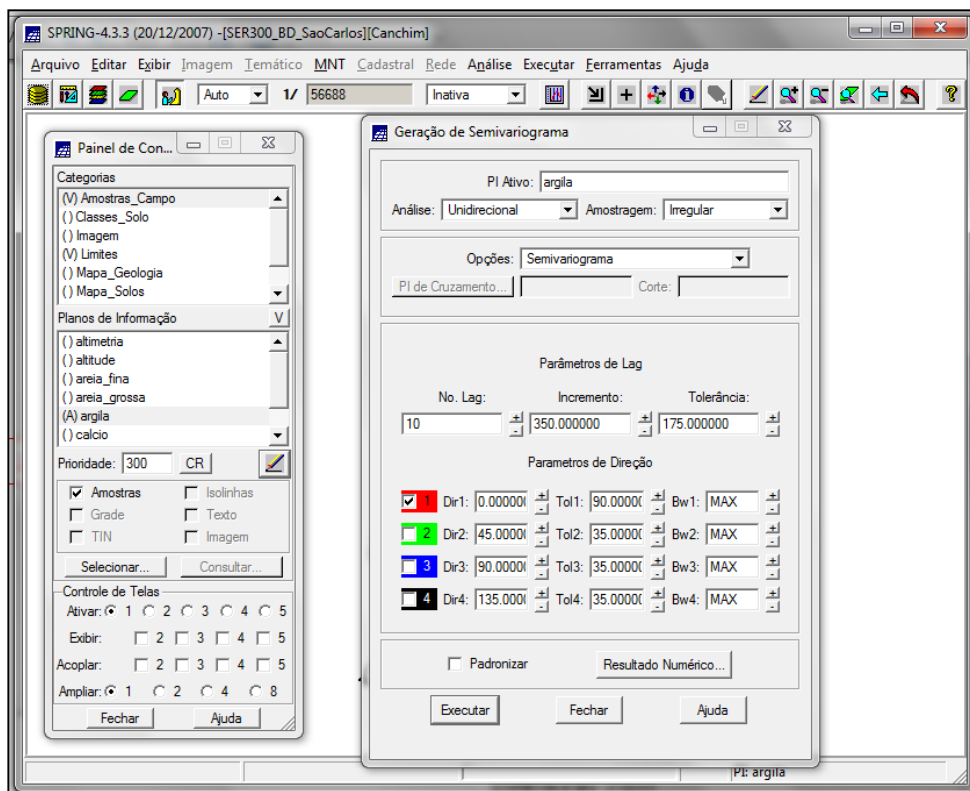


Figura 7. Análise de variabilidade espacial.

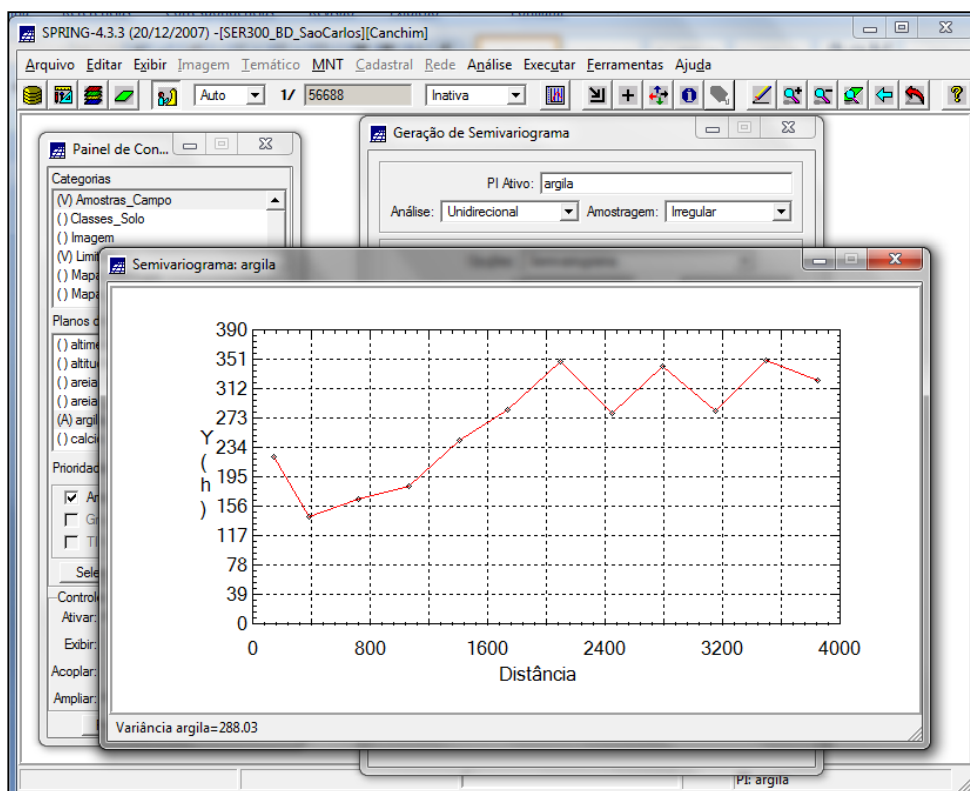


Figura 8. Geração de semivariograma de variabilidade espacial.

A princípio, o resultado apresentando não apresenta a variação de forma adequada, necessitando de um ajuste. Desta forma, os parâmetros foram modificados: Lag: 4, Incremento: 968 e Tolerância: 484

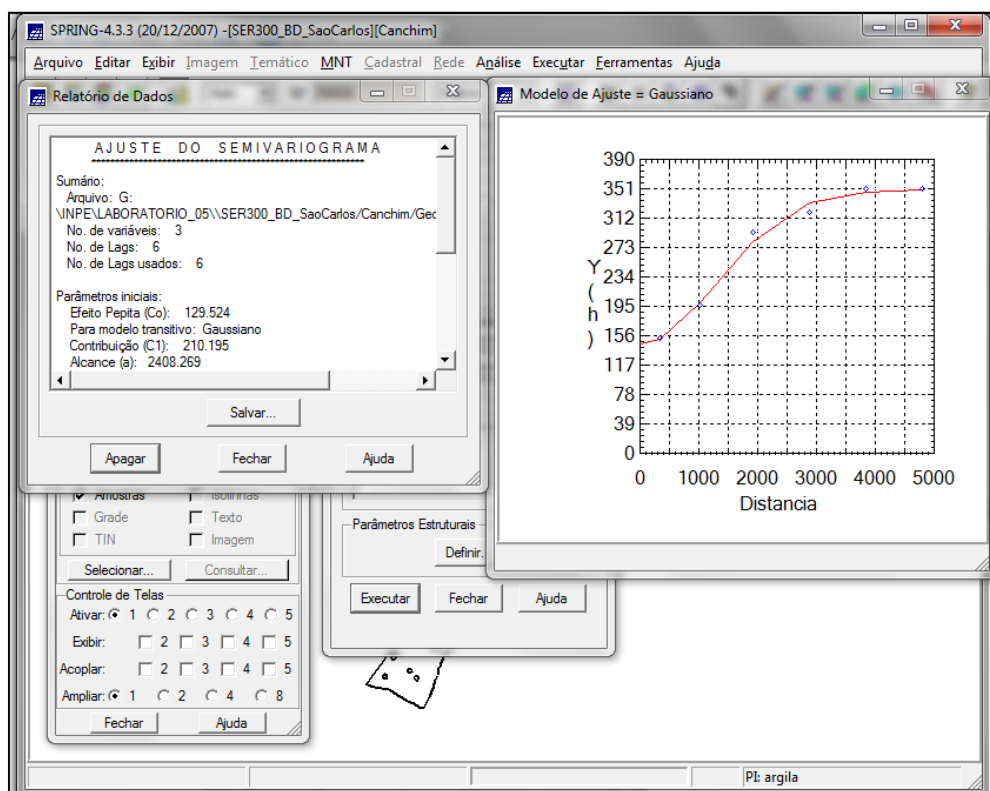


Figura 9. Ajuste de variograma.

Após a realização do ajuste, procedeu-se com a validação do modelo de ajuste. O Modelo de Validação de Ajuste antecede as técnicas de Krigagem. Para realização desta etapa seguiu-se os seguintes procedimentos: Análise, Geoestatística, Validação do Modelo. Para validar o modelo, o software disponibiliza de resultados através de Diagramas, Histogramas de erro e estatísticas do erro.

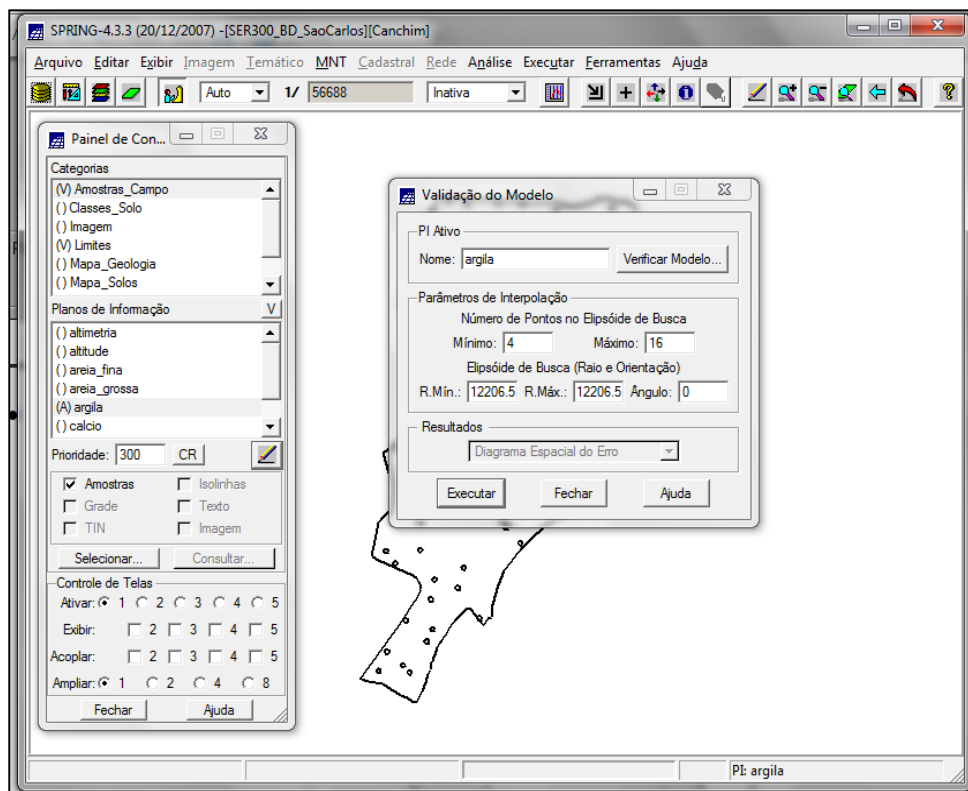


Figura 10. Validação de modelo de ajuste.

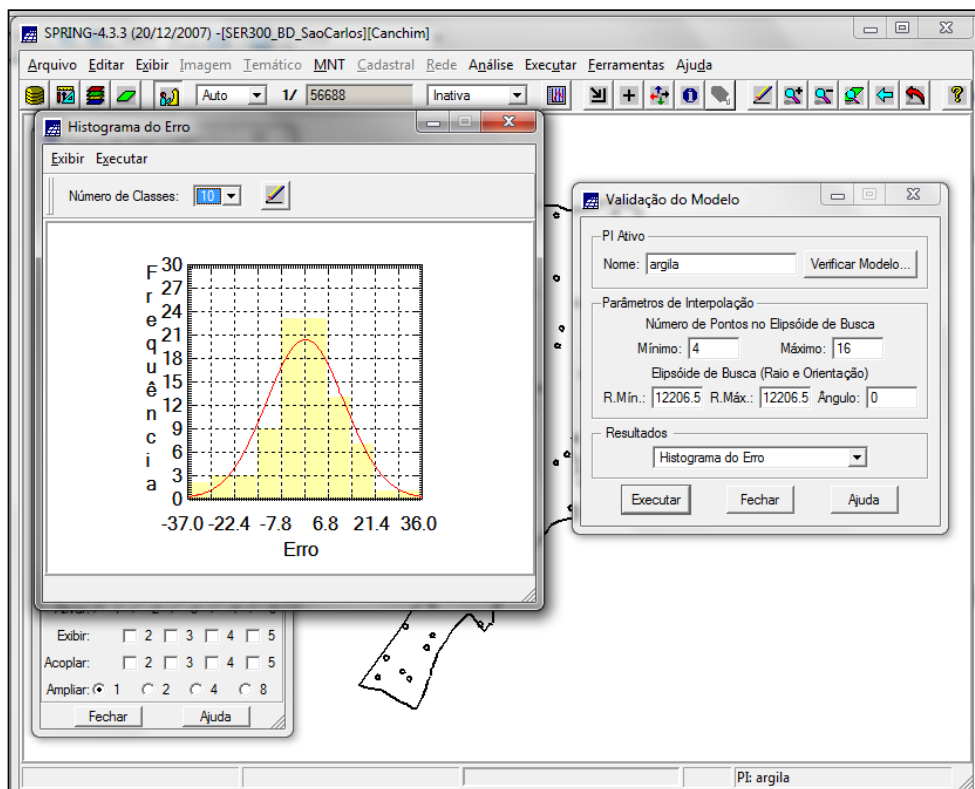


Figura 11. Verificação de dados de erro por meio de histograma.

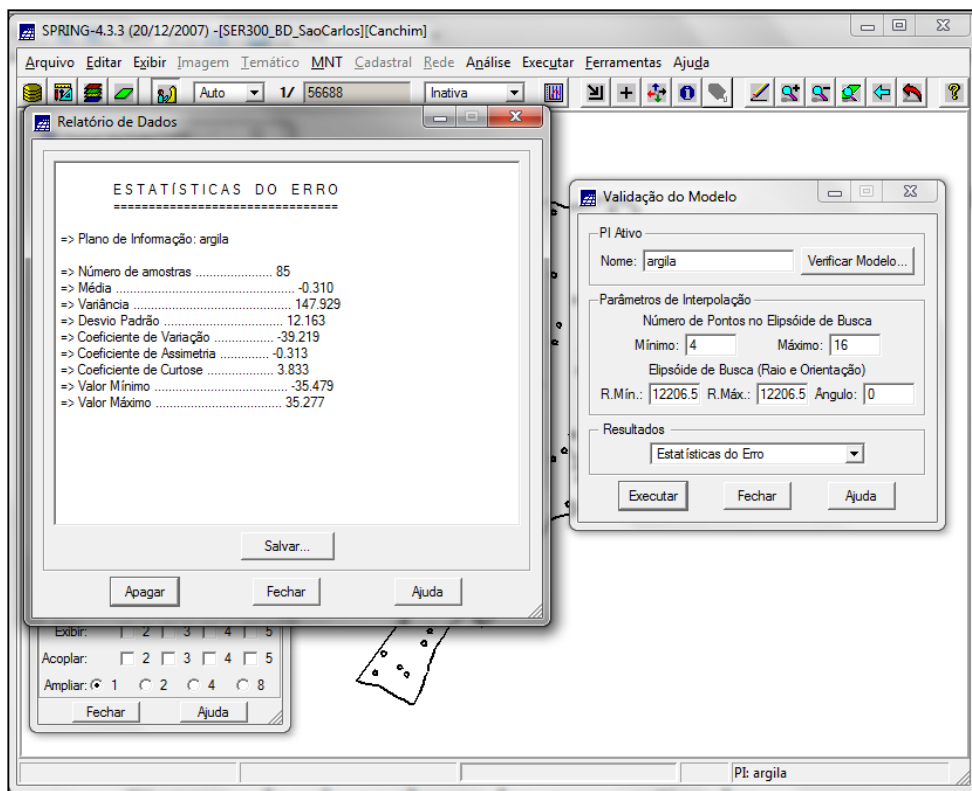


Figura 12. Verificação de dados de erro por meio de estatística de erros.

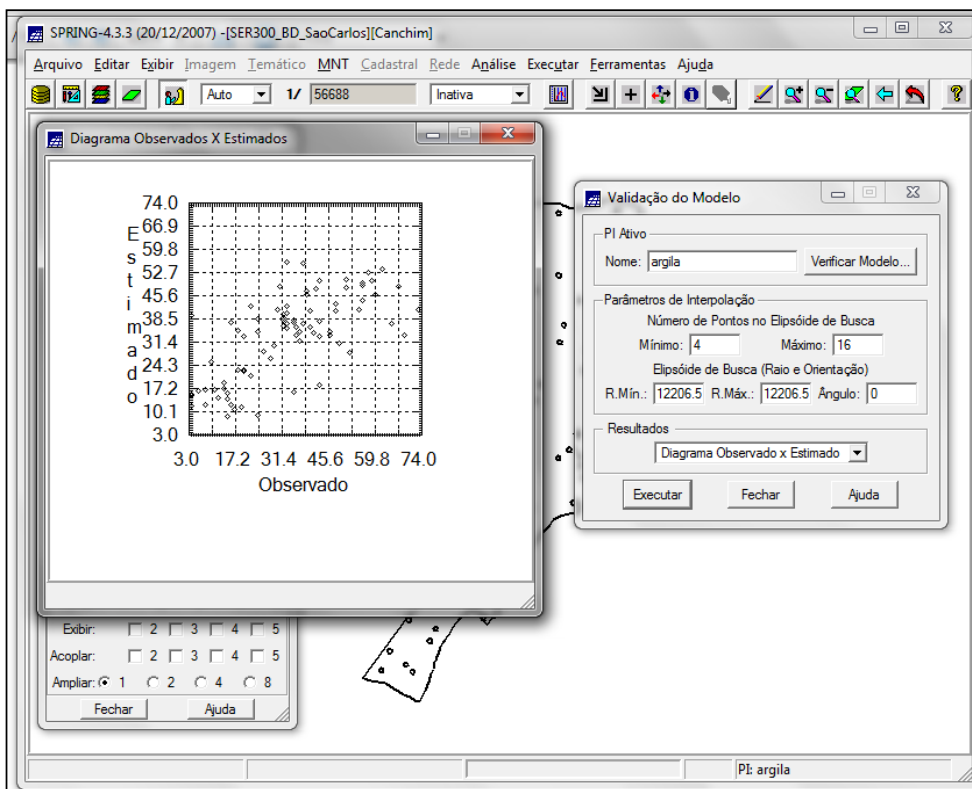


Figura 13. Verificação de dados de erro por meio de Diagrama.

Após a validação do modelo de ajuste prosseguiu-se com as técnicas de Krigeagem, que consiste basicamente em técnicas de interpolação dos dados ajustados. A ferramenta também esta disponível no ícone “Análise”. No Plano disponibilizado defini-se a categoria onde o modelo será salvo e nome do PI.

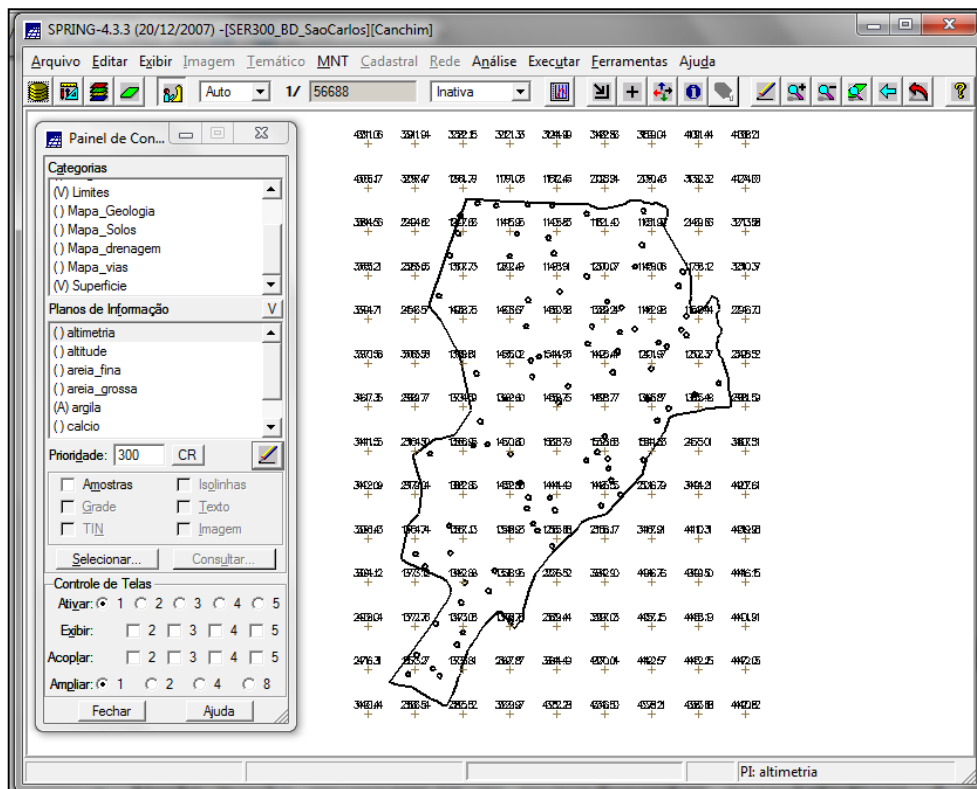


Figura 14. Procedimento de krigeagem para o modelo de ajuste isotrópico.

Para melhor visualizar os resultados obtidos é possível se gerar uma imagem desta grade numérica. O procedimento consiste na utilização de ferramenta disponível no ícone “MNT”, onde esta disponível a ferramenta “Geração de Imagem”. O resultado gerado pode ser observado nas Figuras abaixo.

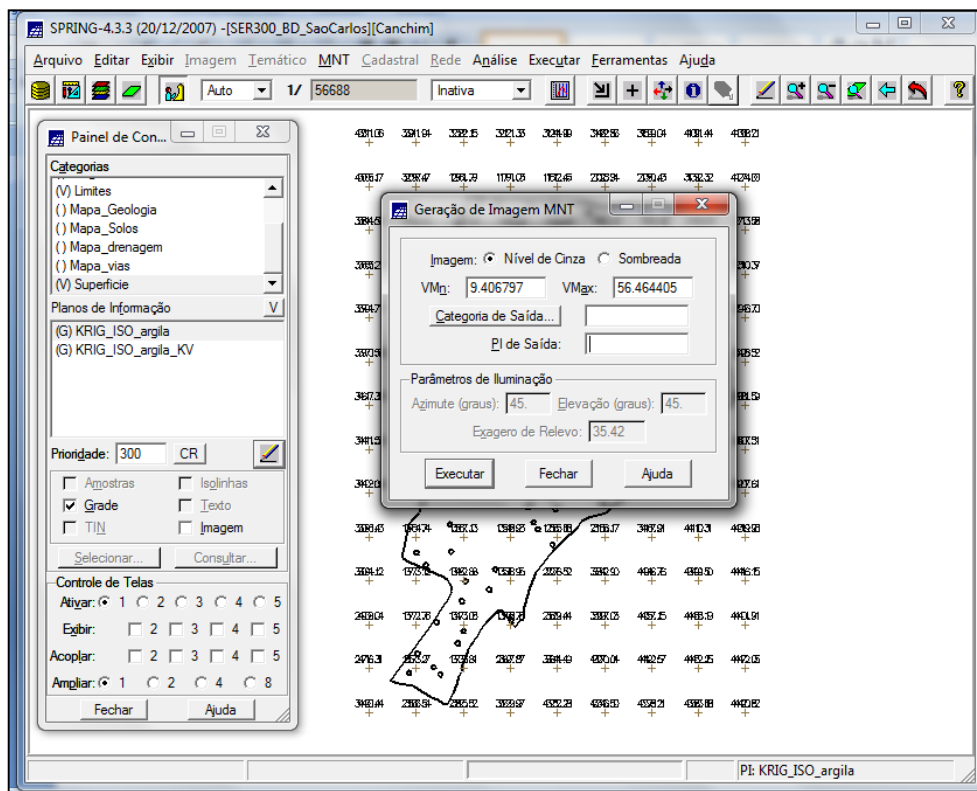


Figura 15. Geração de Imagem a partir da grade obtida pelo processo de Krigeagem.

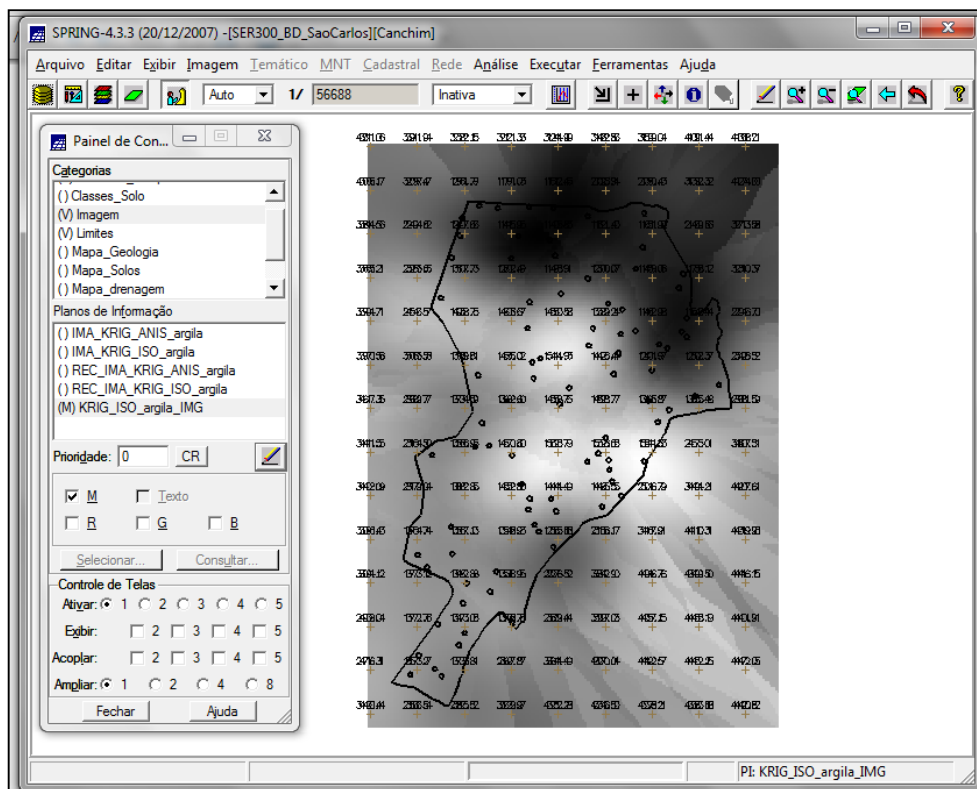


Figura 16. Visualização da imagem gerada.

O resultado pode ainda ser recortado pelo limite da área onde foram obtidas as amostras iniciais e fatiadas em classes para facilitar a análise.

Para recorte da imagem pelo limite da área utilizou-se da ferramenta disponível em LEGAL.

A descrição da linguagem já estava disponível no diretório do banco de dados.

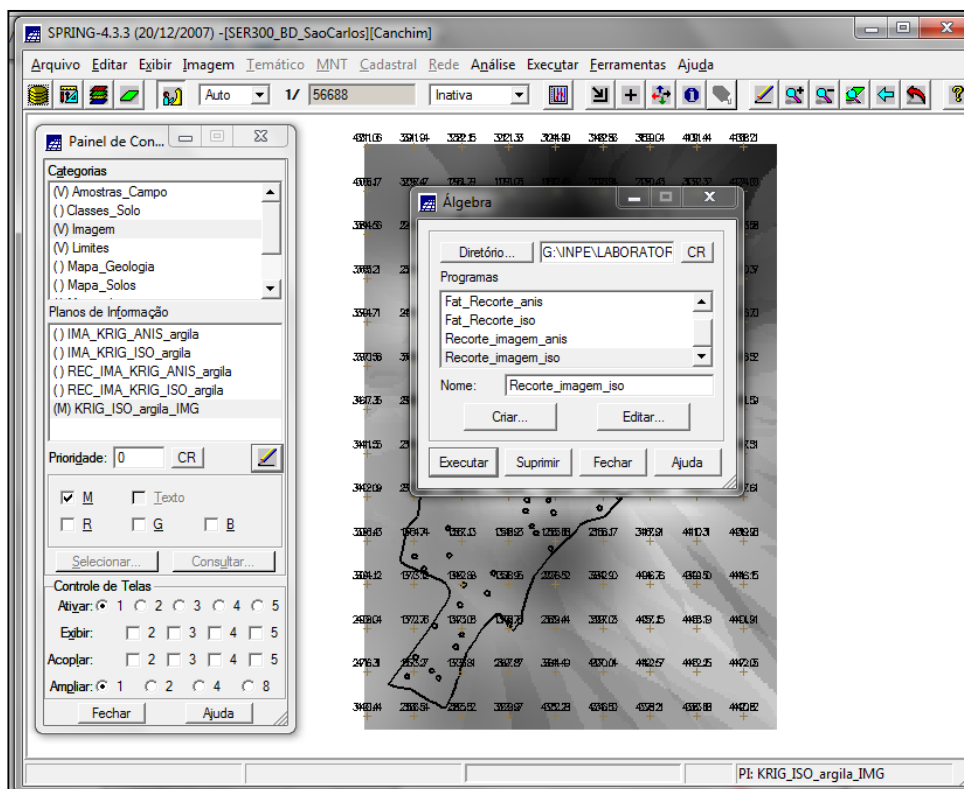


Figura 17. Procedimento de recorte da imagem pelo limite da área amostral.

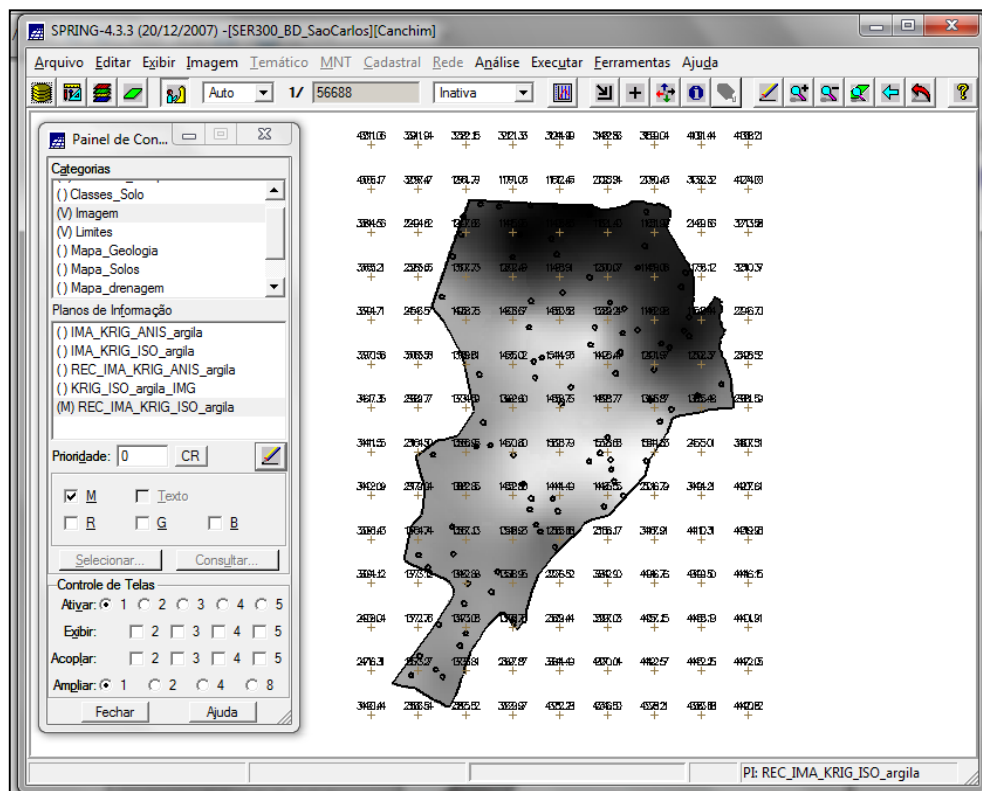


Figura 18. Visualização do recorte da imagem pelo limite de área amostral.

O fatiamento também é realizado através de LGEAL e a formulação utilizada baseou-se na linguagem já disponível no banco de dados. Os procedimentos utilizados podem ser visualizados nas Figuras abaixo.

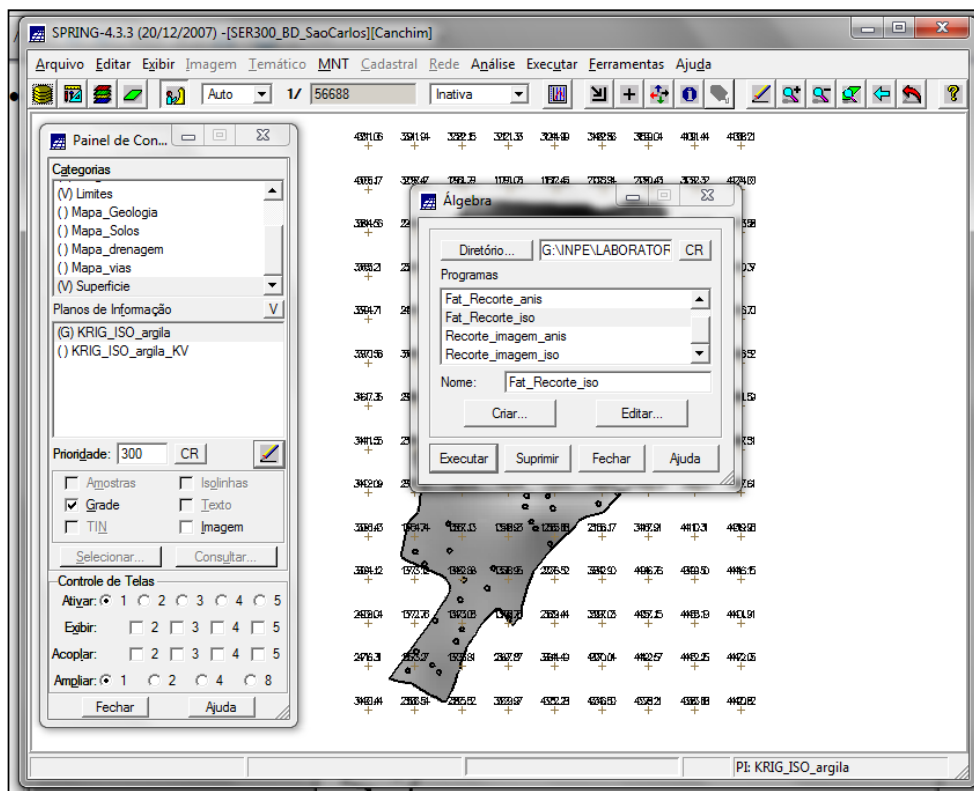


Figura 19. Procedimento de fatiamento em classes de argila pré-definidas.

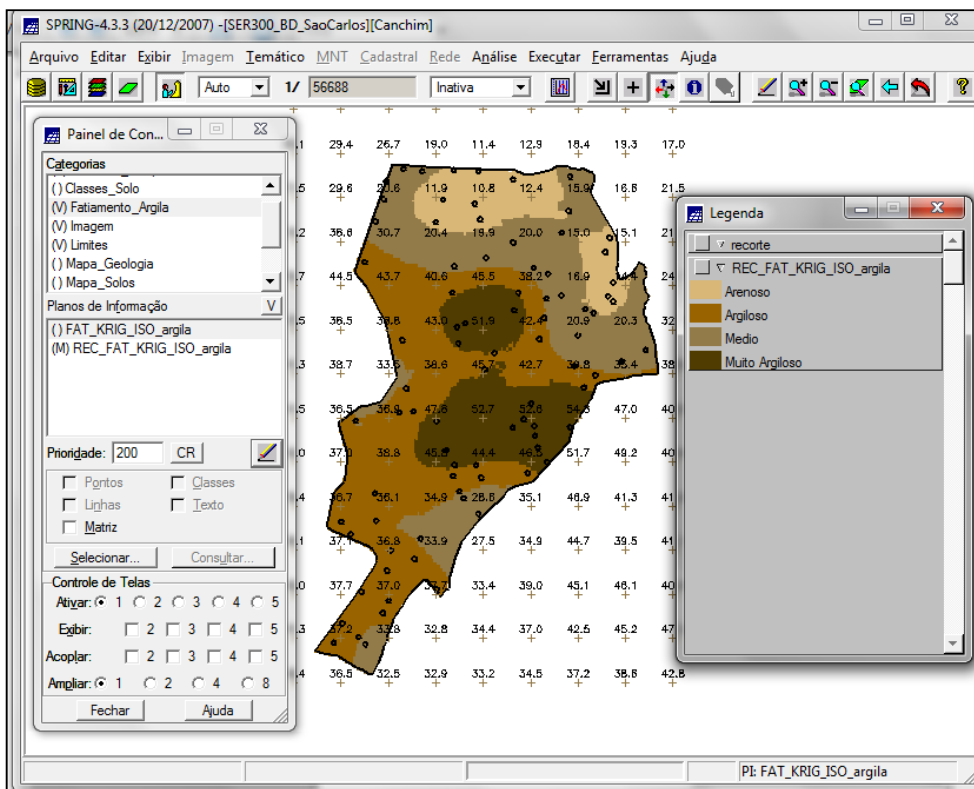


Figura 20. Visualização do procedimento de fatiamento.

2.3. Caso Anisotrópico

Ao contrário dos casos de isotropia, os de anisotropias são muito mais frequentes em fenômenos naturais. Uma superfície de semivariograma em anisotropia é um gráfico 2D que fornece “ uma visão geral da variabilidade espacial do fenômeno em estudo”. O também conhecido como “Mapa de Semivariograma” é gerado em ferramentas também disponíveis em: Análise, Geoestatística, Geração de semivariograma.

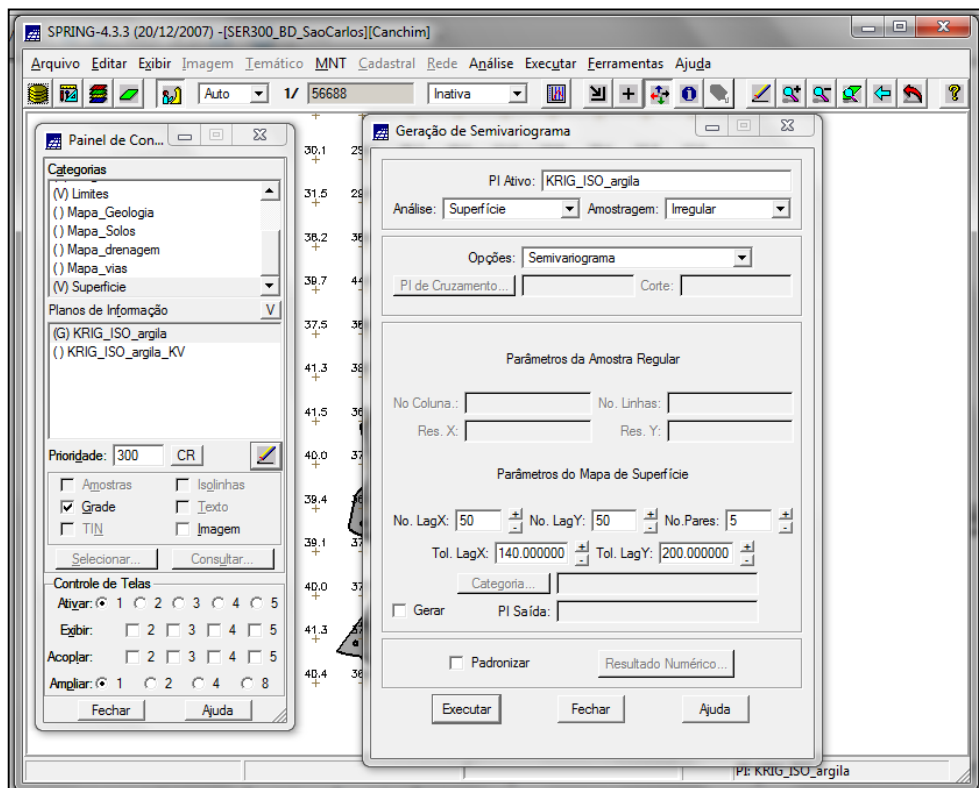


Figura 21. Geração de semivariograma para análise de caso anisotrópico.

A detecção dos eixos de anisotropia são facilmente visualizados na superfície do semivariograma. No caso apresentando no roteiro deste laboratório, observa-se um grau de espalhamento maior na direção de 17° e menor na direção 107° . Estes dados serão importantes para finalização da modelagem.

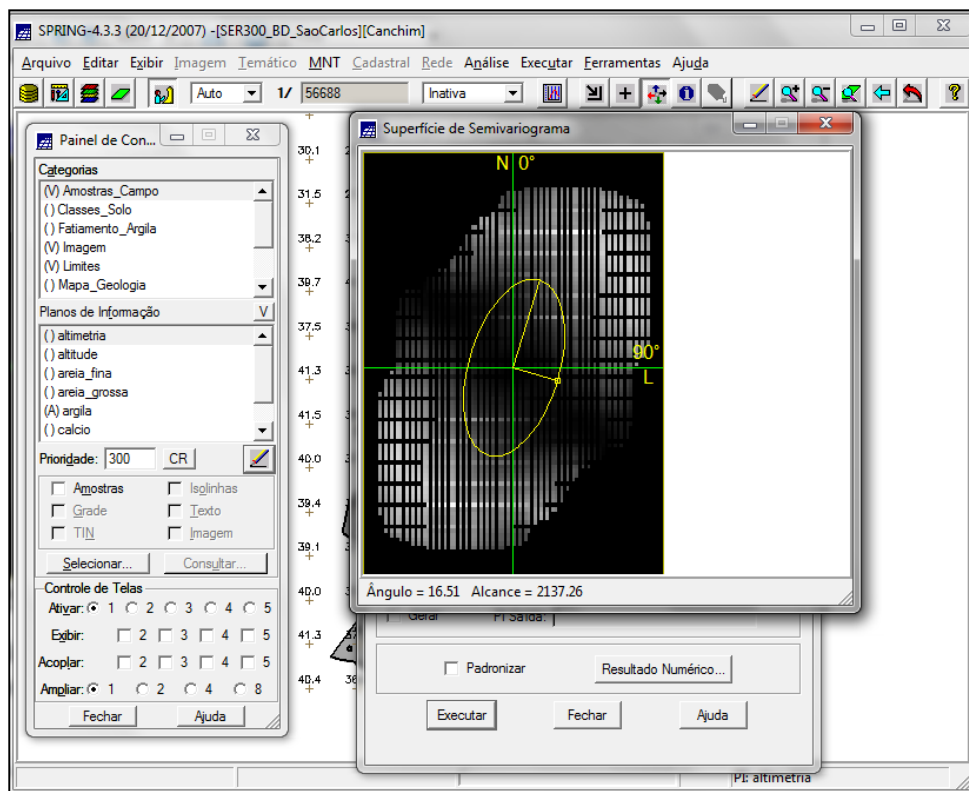


Figura 22. Visualização de superfície de semivariograma anisotrópico.

Com base nos semivariogramas acima, procede-se com a geração dos semivariogramas direcionais. A ação anterior permite a abertura da Interface de geração de semivariograma onde os parâmetros devem ser ajustados. Primeiramente para o parâmetro de maior continuidade (17°) e depois para o de menor continuidade (107°). Após os parâmetros ajustados, procede-se com a Modelagem da Anisotropia que consiste resumidamente em “unir os dois modelos anteriormente definidos num único modelo consistente, o qual descreva a variabilidade espacial do fenômeno em qualquer direção.”

O modelo seguiu as recomendações de ajuste do roteiro deste laboratório e salvo na sequência para validação.

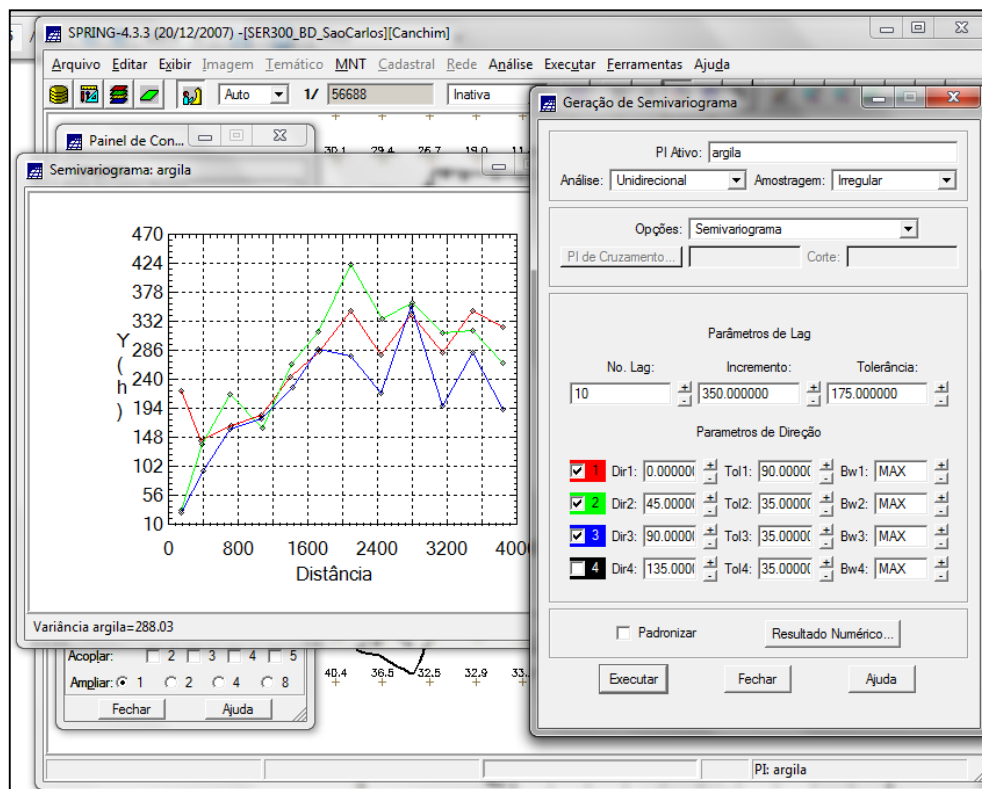


Figura 23. Geração de semivariograma anisotrópico.

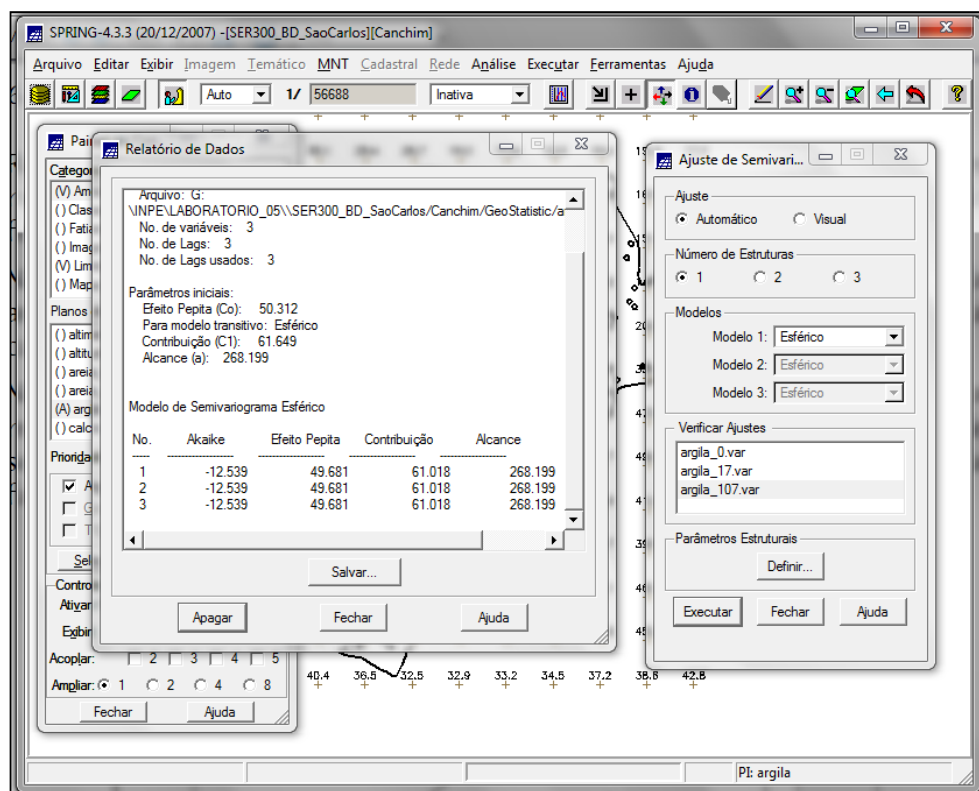


Figura 24. Procedimento para ajuste de semivariograma.

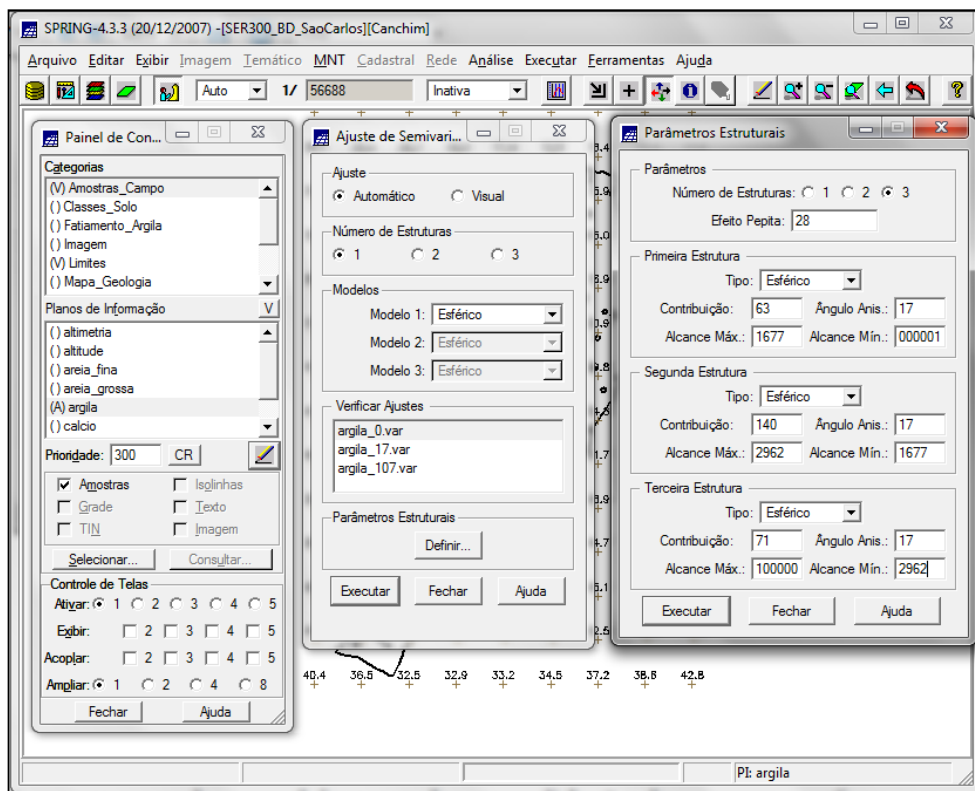


Figura 25. Ajuste de semivariograma.

Conforme dito anteriormente a validação do modelo de ajuste antecede a Krigagem e segue os mesmos procedimentos executados para o modelo isotrópico. O resultado apresenta os erros através de histogramas, diagramas e estatísticas de erro. A técnica de Krigagem empregada na sequência, com as adaptações recomendadas, permitiu a interpolação dos dados após sua validação.

O resultado da Krigagem, também como no caso isotrópico apresentando, gera uma grade com os respectivos teores de argila. Através dessa grade é possível se elaborar uma imagem, recortá-la e fatiá-la, nas mesmas classes do caso isotrópico, como fonte de comparação.

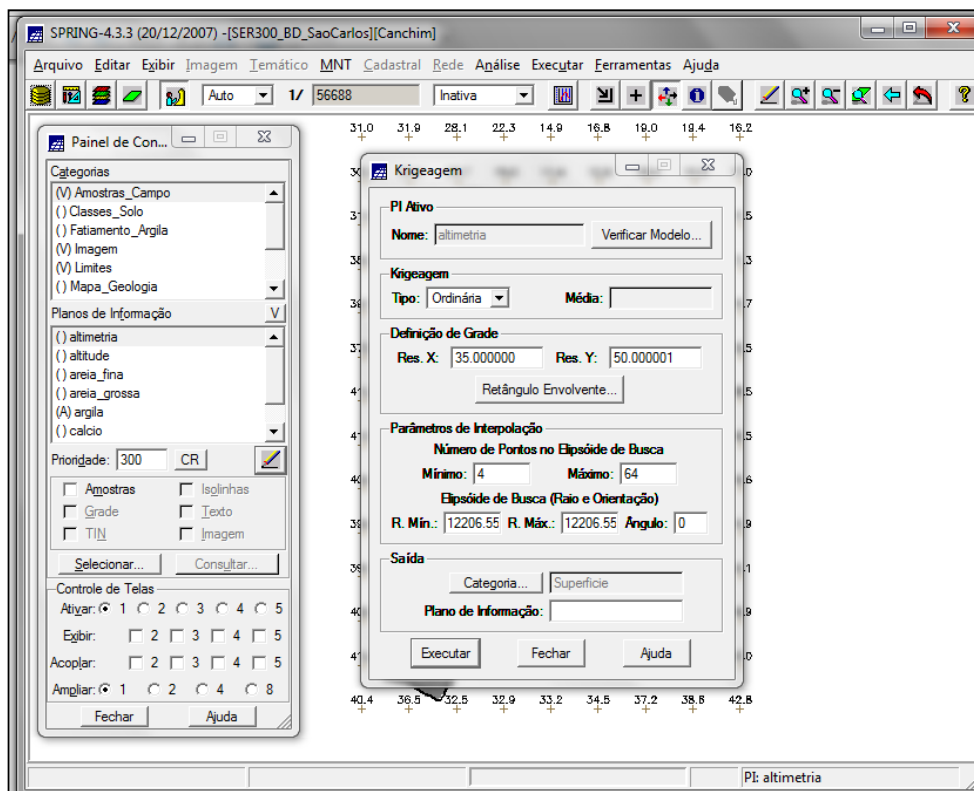


Figura 26. Procedimento de Krigeagem – modelo anisotrópico.

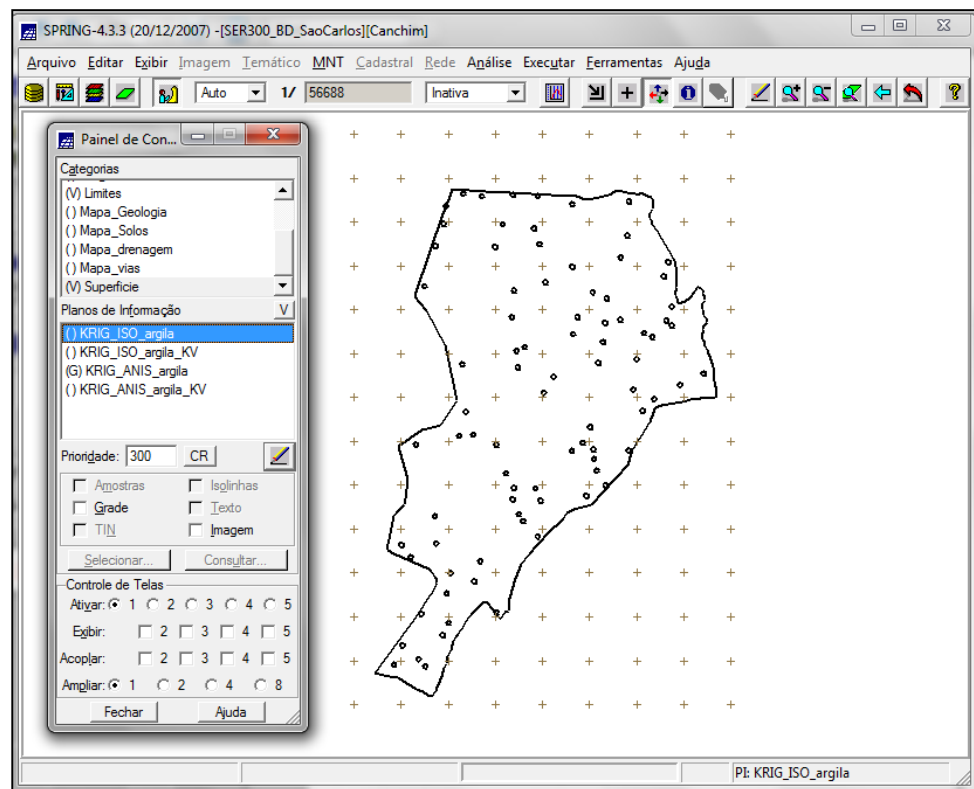


Figura 27. Visualização da grade gerada pelo processo de Krigeagem.

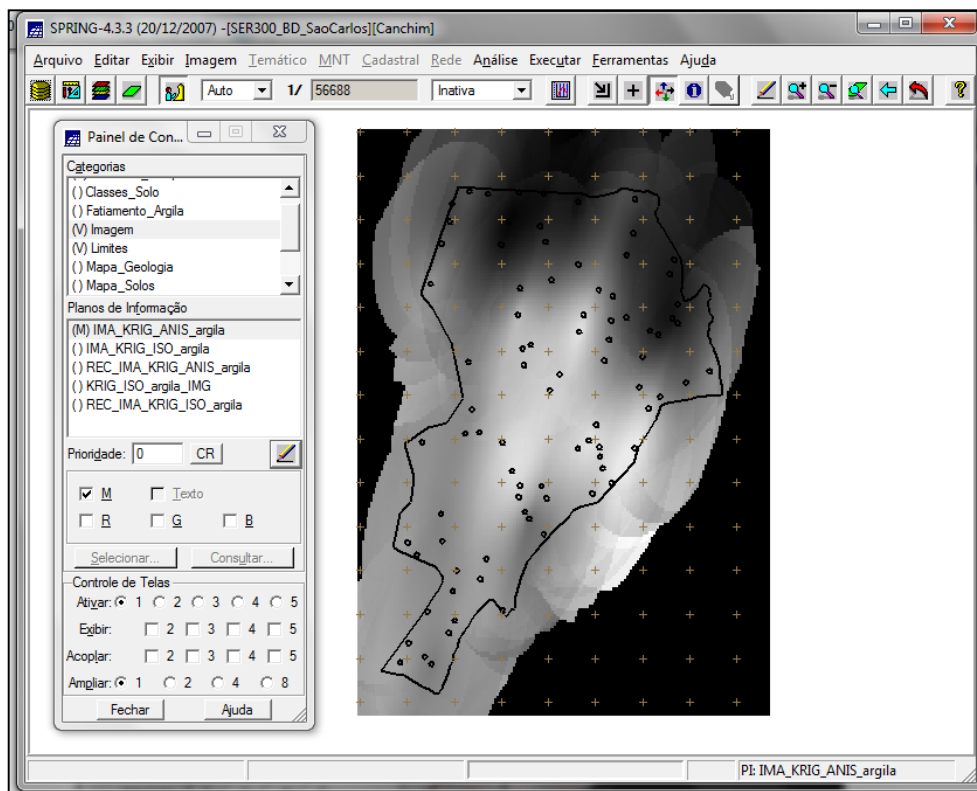


Figura 28. Geração de imagem a partir da grade de krigeagem.

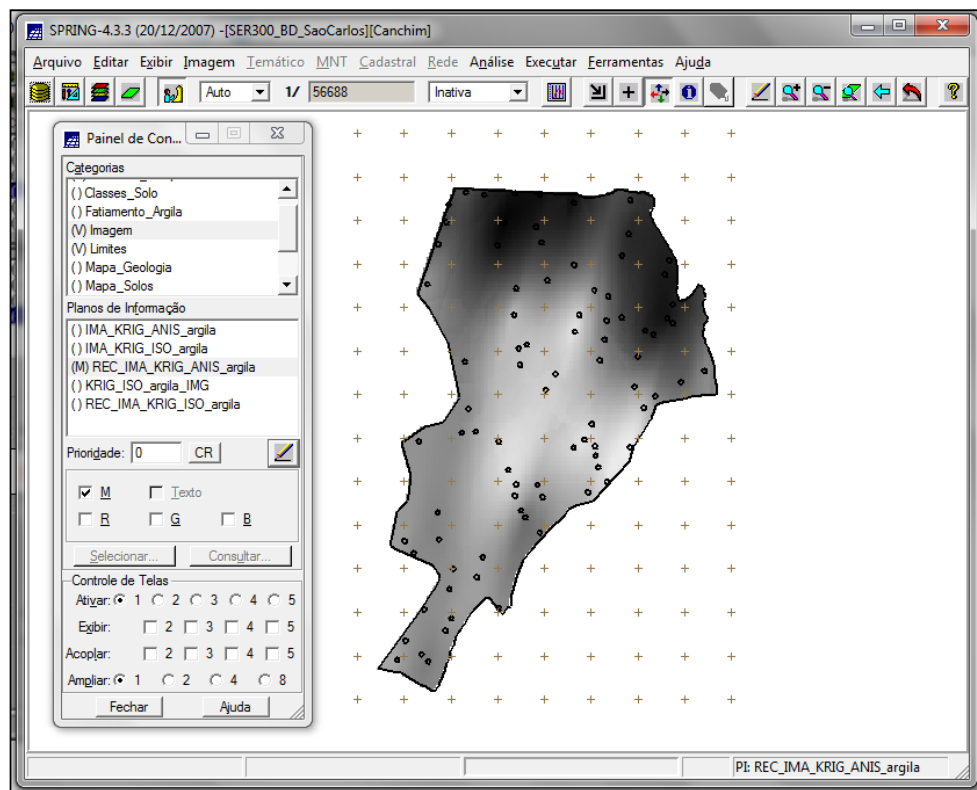


Figura 29. Recorte da imagem gerada pelo processo de krigeagem.

3. RESULTADO

O resultado dos dois procedimentos pode ser visualizado nas imagens a seguir:

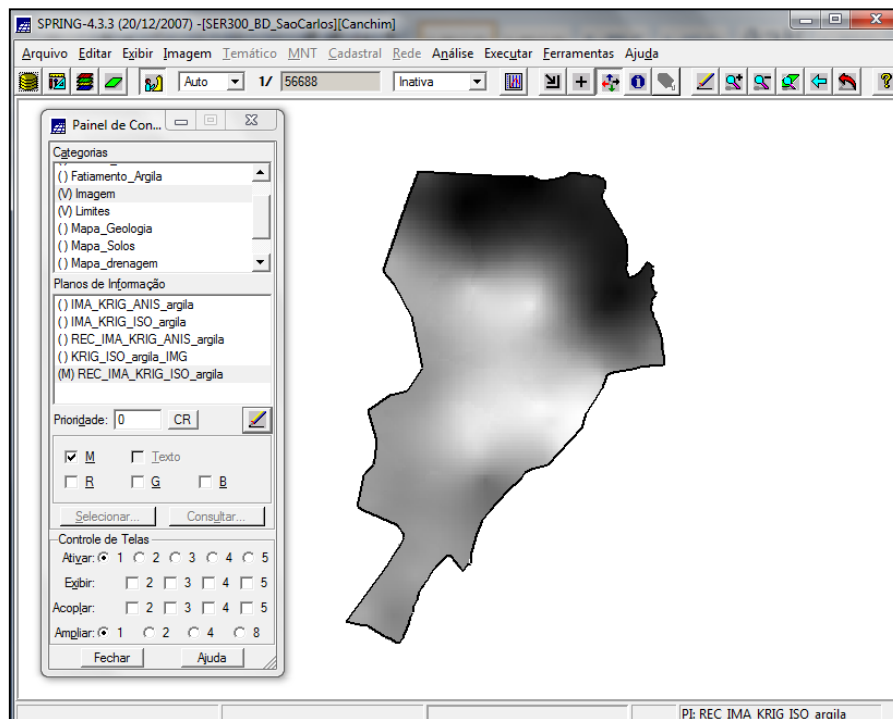


Figura 30. Resultado do procedimento – Caso Isotrópico.

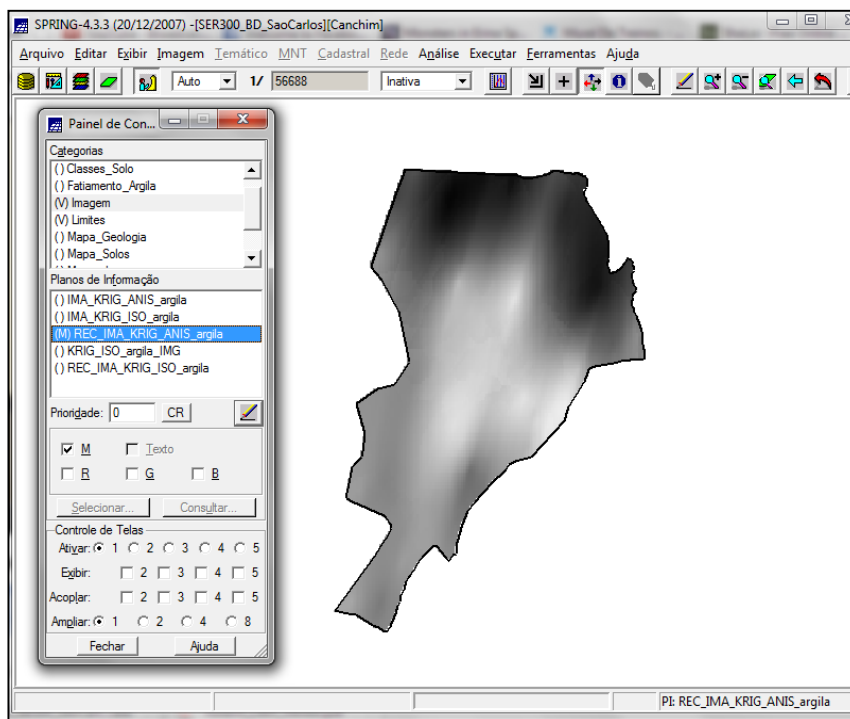


Figura 31. Resultado do procedimento – Caso Anisotrópico.