



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

SER-300-INTRODUÇÃO AO GEOPROCESSAMENTO

Laboratório 5: Geoestatística Linear

Cibele Teixeira Pinto

INPE
São José dos Campos
Maio/2013

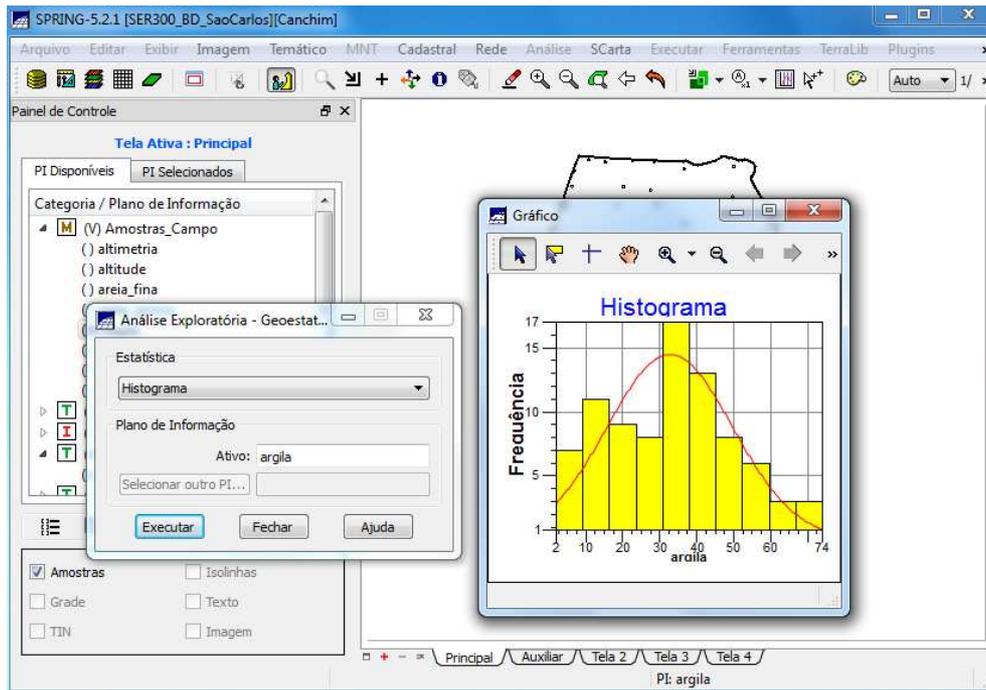


Figura 3: Executando histograma.

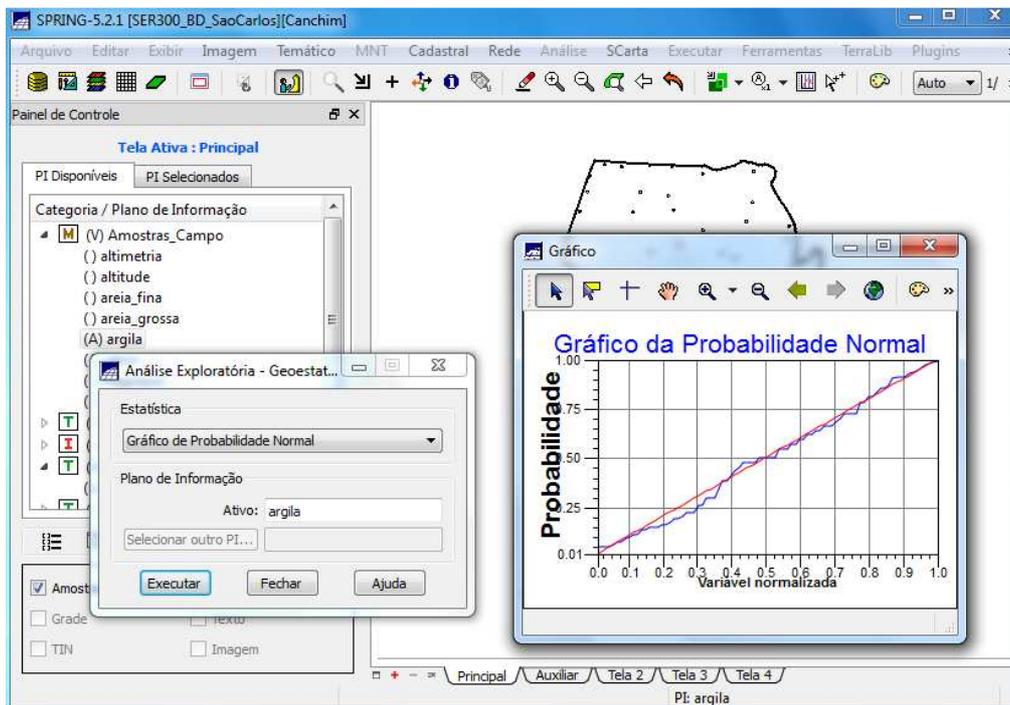


Figura 4: Executando o gráfico da probabilidade normal.

3. Caso Isotrópico

A isotropia em fenômenos naturais é um caso pouco freqüente de ser observada. Neste caso, um único modelo é suficiente para descrever a variabilidade espacial do fenômeno em estudo. Na prática quando lidamos 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.

3.1 Análise da Variabilidade Espacial por Semivariograma

A geração do semivariograma, primeiramente, foi realizada de acordo com os parâmetros estabelecidos. Entretanto, se observarmos a **Figura 5**, verificamos que o semivariograma possui uma variação ou forma não muito adequada quando comparado a um semivariograma ideal. Para melhorar sua forma foi necessário alterar os parâmetros de Lag. Os parâmetros de Lag foram modificados para: (a) No. Lag = 4; (b) Incremento = 968; e (c) Tolerância = 484. O resultado desta modificação pode ser observado na **Figura 6**.

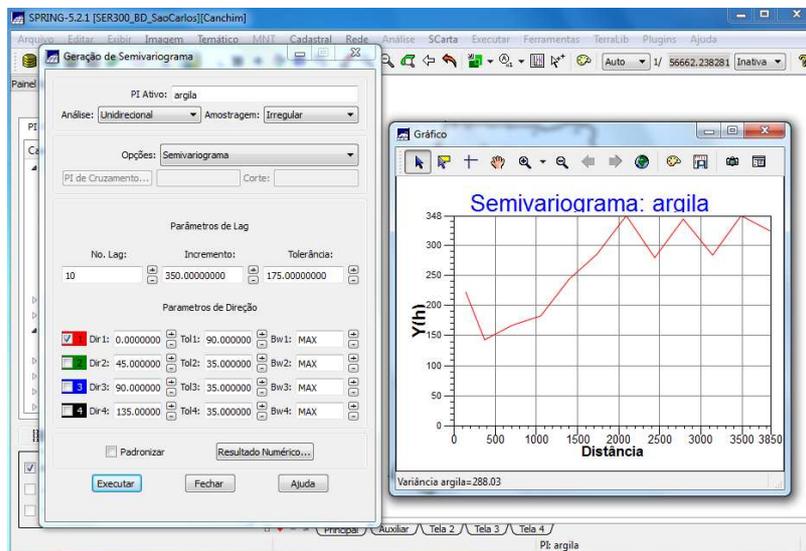


Figura 5: Geração do semivariograma.

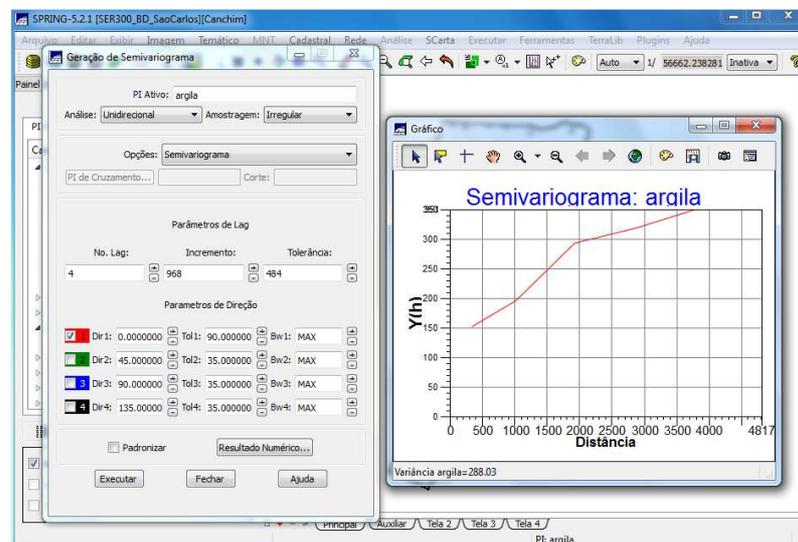


Figura 6: Geração do semivariograma com parâmetros de Lag modificados.

3.2 Modelagem do semivariograma experimental

A partir do semivariograma gerado, foi aplicado o modelo gaussiano, para ajustar o modelo às curvas geradas pelo semivariograma (**Figura 7**). Os parâmetros do modelo (Efeito Pepita, Contribuição e Alcance) são tomados sempre com referência ao menor valor de Akaike. Foram obtidos os seguintes valores: (a) Menor valor de Akaike: - 41.713; (b) Efeito Pepita: 143.743; (c) Contribuição: 204.454; (d) Alcance: 3176.397. Com base nestes resultados do ajuste do modelo pelo semivariograma, foram definidos os parâmetros do modelo isotrópico (**Figura 8**).

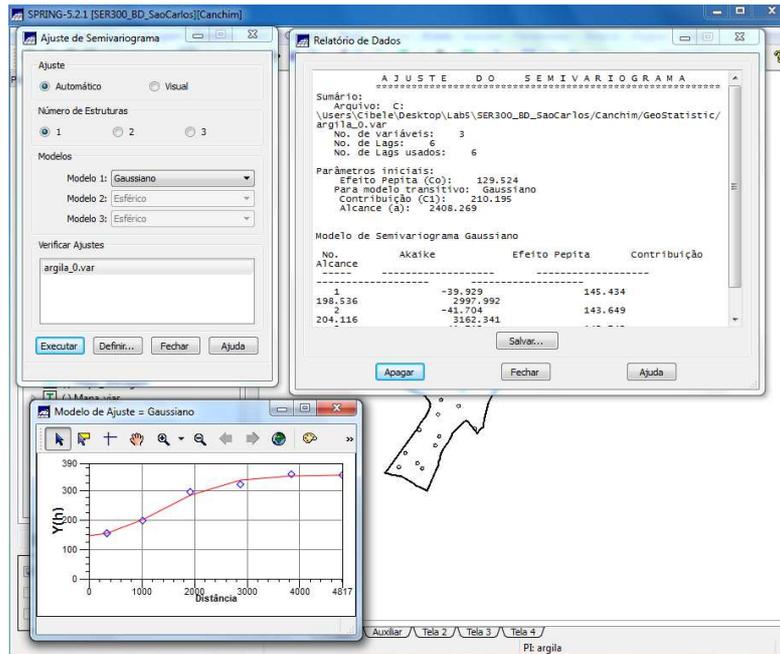


Figura 7: Modelo de Ajuste: Gaussiano.

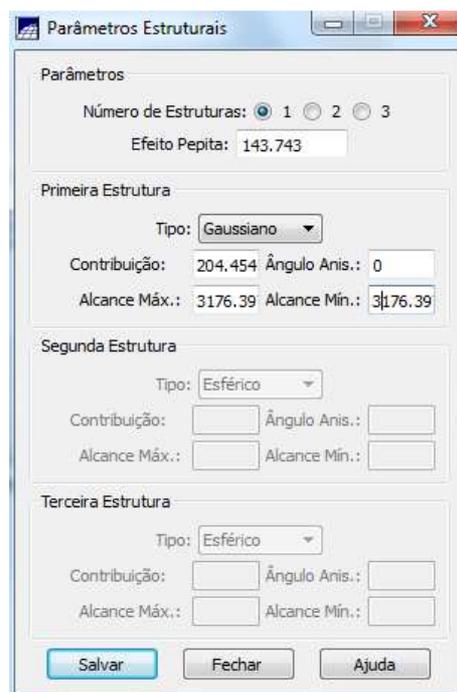


Figura 8: Definindo os parâmetros do modelo isotrópico.

3.3 Validação do Modelo de Ajuste

O processo de validação (**Figura 9**, **Figura 10**, **Figura 11** e **Figura 12**) do modelo de ajuste é uma etapa que precede as técnicas de krigeagem. Seu principal objetivo é avaliar a adequação do modelo proposto no processo que envolve a re-estimação dos valores amostrais conhecidos.

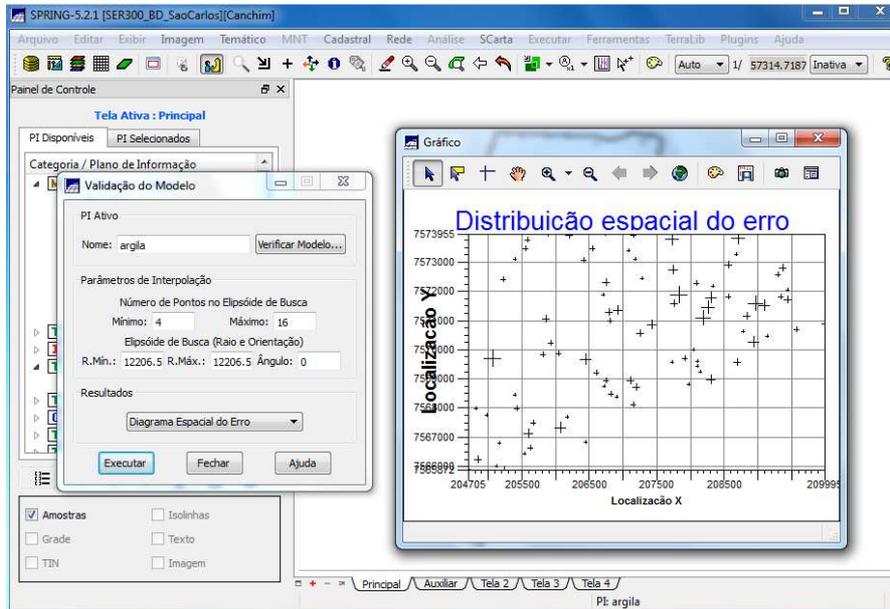


Figura 9: Diagrama Espacial do Erro.

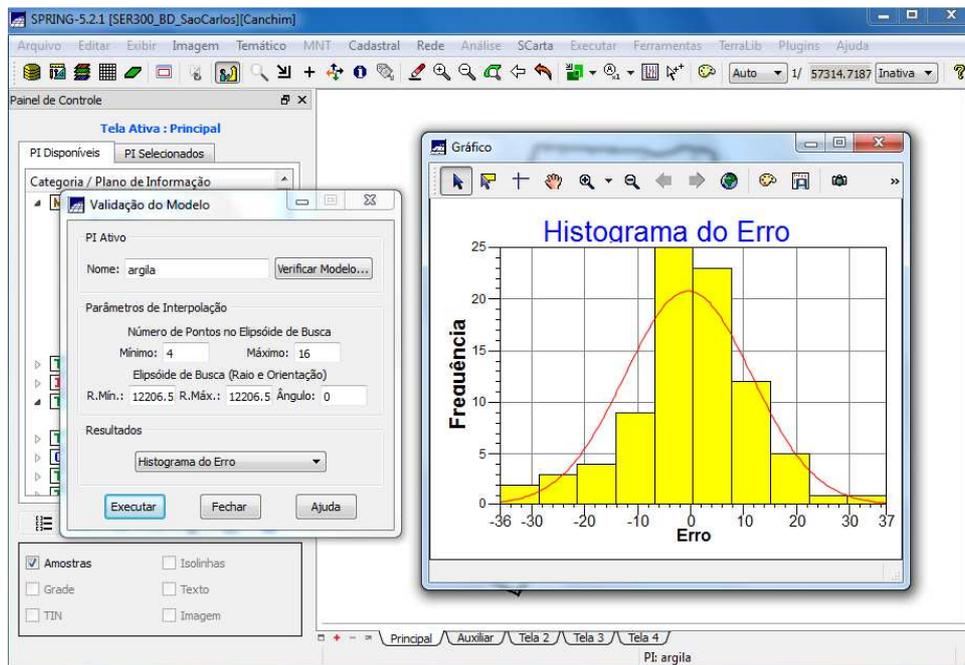


Figura 10: Histograma do Erro.

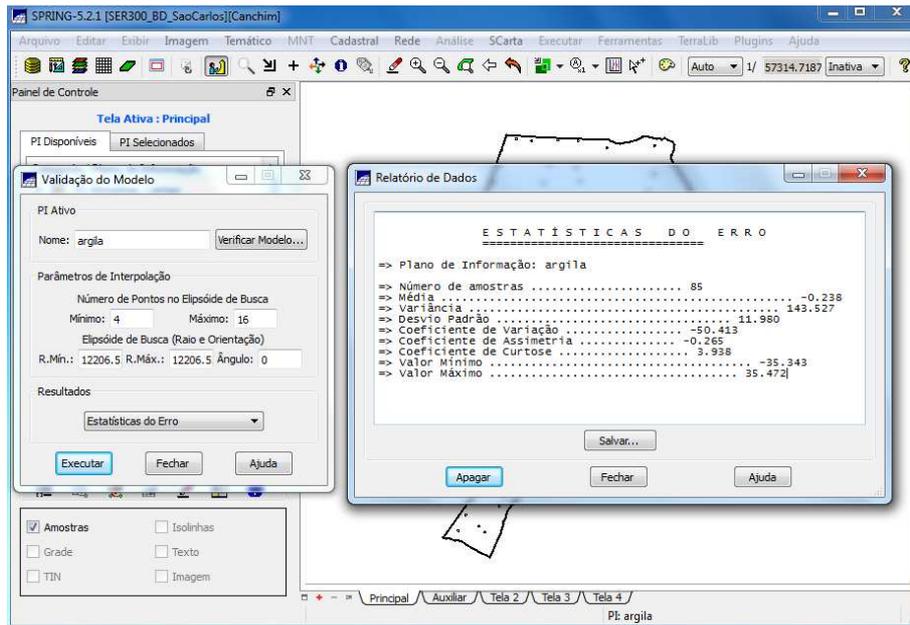


Figura 11: Estatísticas do Erro.

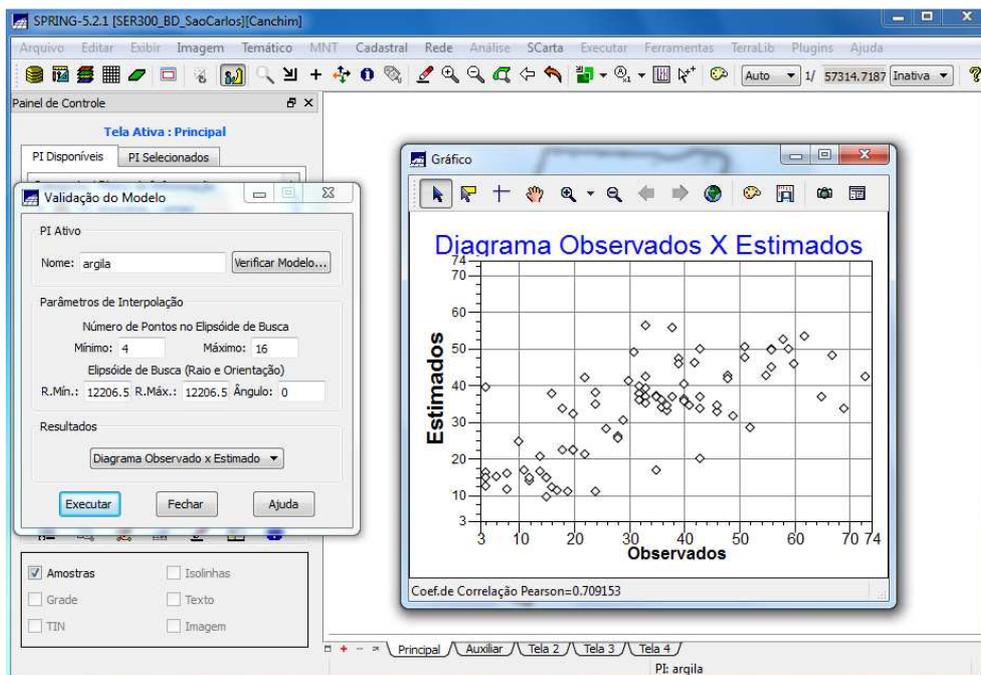


Figura 12: Diagrama de valores observados versus estimados.

3.4 Interpolação por krigagem Ordinária

Uma vez realizada a validação do modelo, a etapa final do processo geoestatístico consiste na interpolação de krigagem (Figura 13).

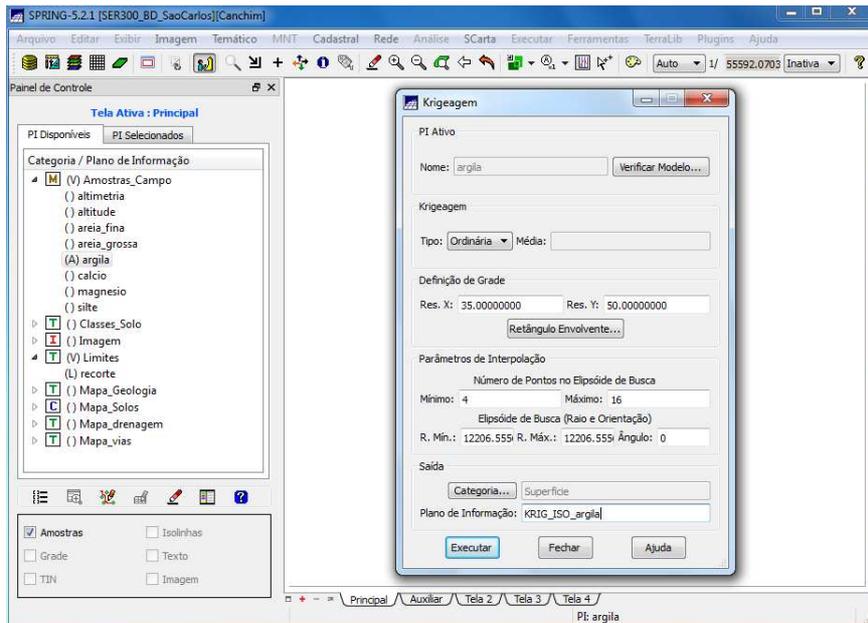


Figura 13: Interpolação por krigeagem ordinária.

Após executar a krigeagem observe na Interface do Painel de Controle que o Plano de Informação KRIG_ISO_argila, definido no passo 5, está disponível para visualização. Além disso, o PI KRIG_ISO_argila_KV é gerado e refere-se à variância de Krigeagem (Figura 14 e 15).

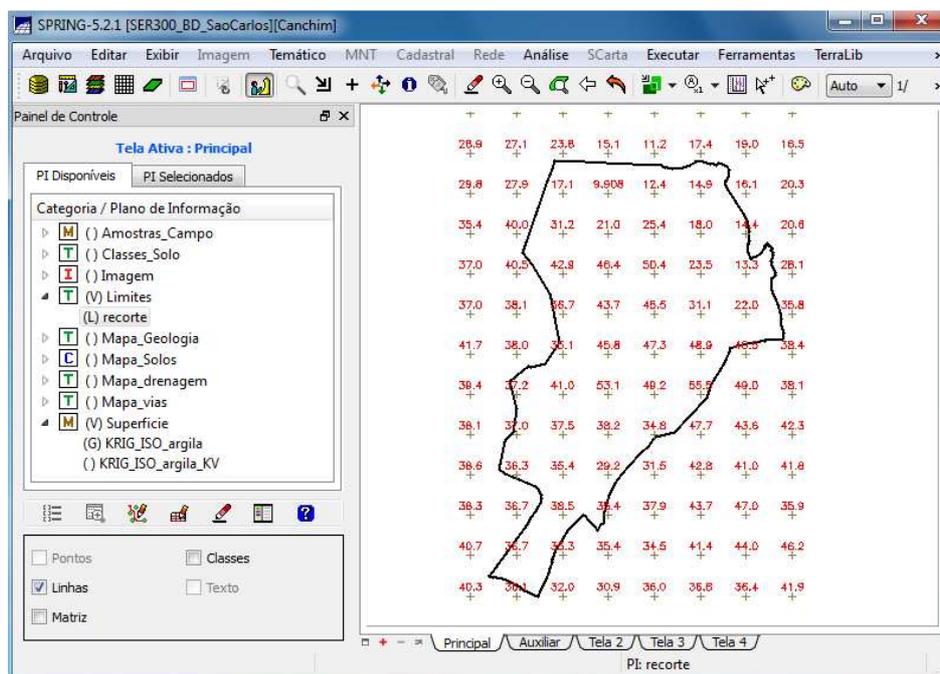


Figura 14: Visualizando a grade de krigeagem gerada para a argila (KRIG_ISO_argila).

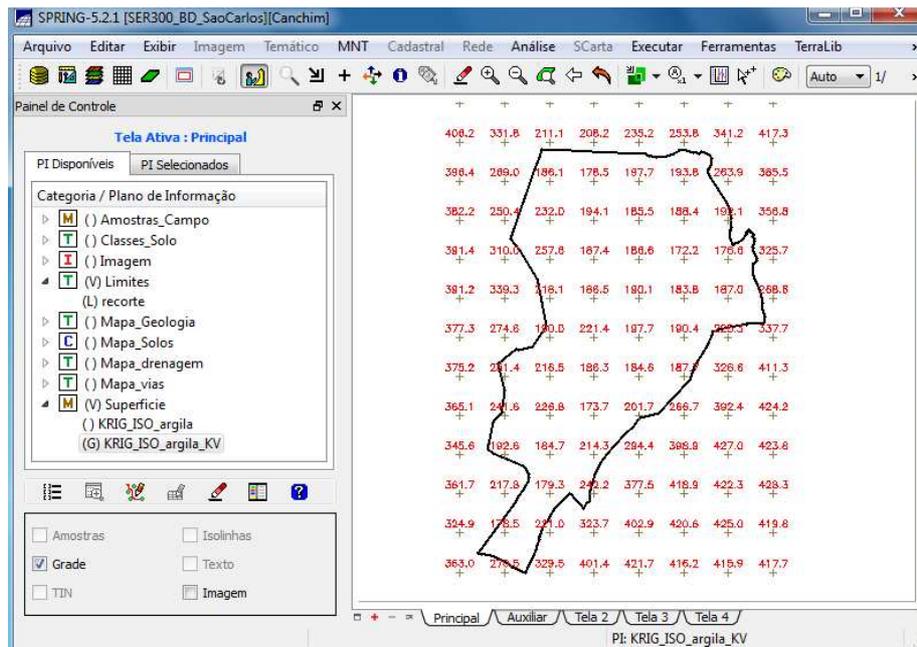


Figura 15: Plano de Informação KRIG_ISO_argila_KV, que refere-se à variância de Krigeagem.

3.5 Visualização da superfície de argila

Nesta etapa, foi gerada uma imagem, a qual foi recortada, através do LEGAL, para análise da variação gerada pelo modelo (**Figura 16**). Em seguida, a grade foi fatiada (**Figura 17**).

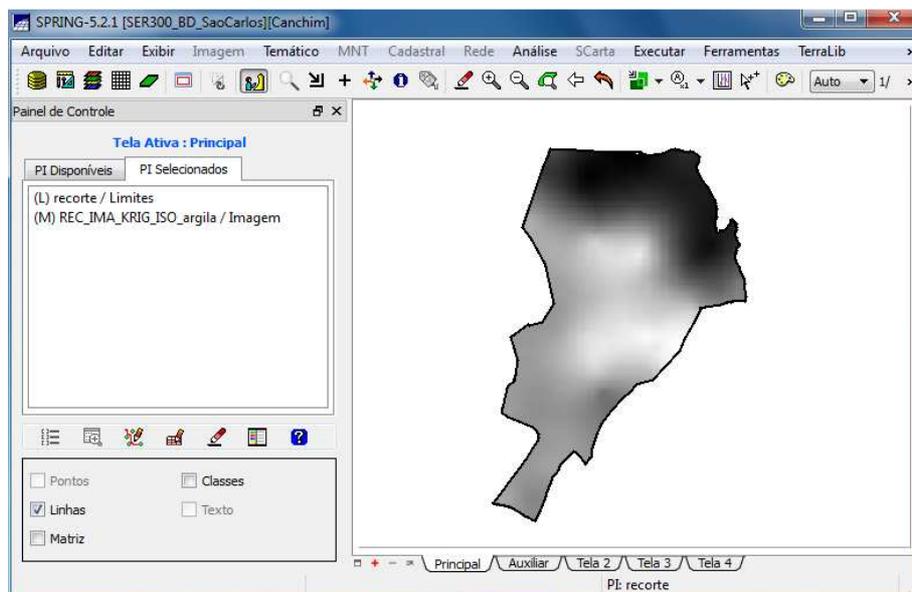


Figura 16: Recorte da grade do teor de argila.

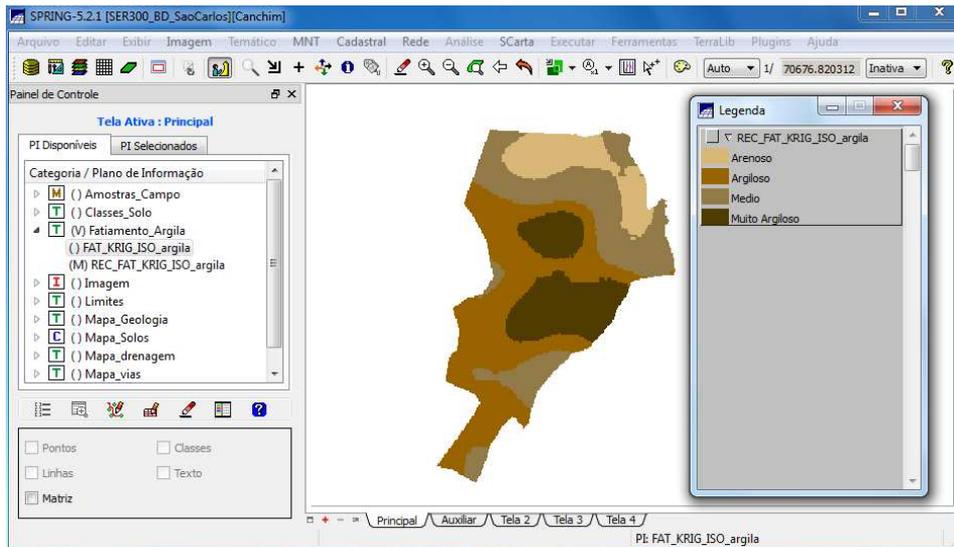


Figura 17: Fatiamento da grade do teor de argila.

4. Caso Anisotrópico

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

4.1 Detecção da anisotropia

A superfície de semivariograma é um gráfico, 2D, que fornece uma visão geral da variabilidade espacial do fenômeno em estudo. É utilizado para detectar os eixos de Anisotropia, isto é, as direções de maior e menor continuidade espacial da propriedade em análise (**Figura 18**). Também conhecido como Mapa de Semivariograma.

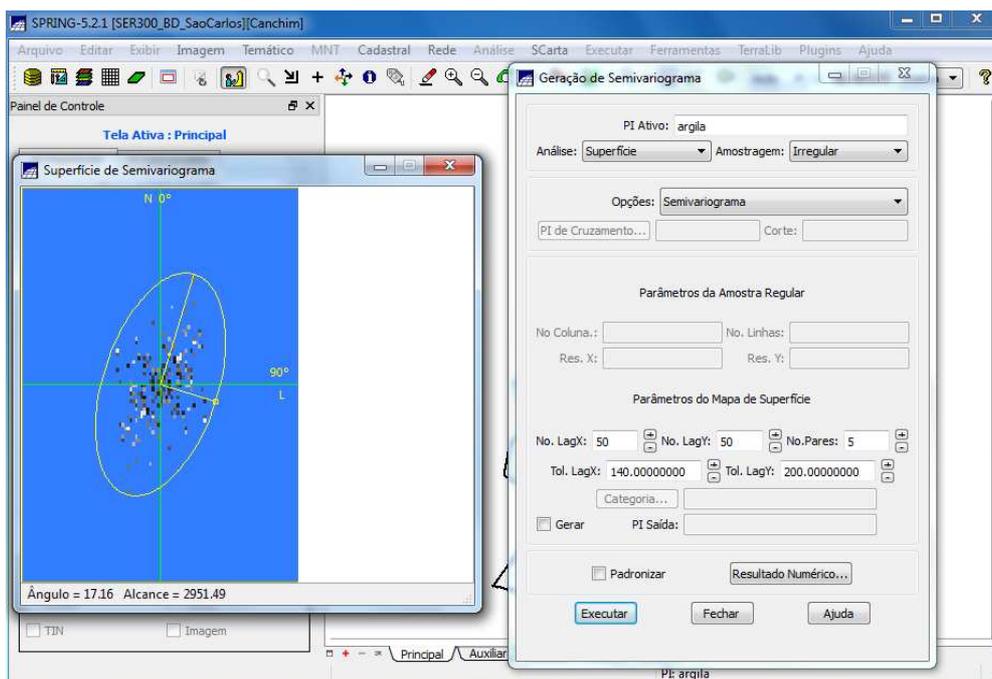


Figura 18: Detecção dos eixos de anisotropia.

4.2 Geração dos semivariogramas direcionais

Uma vez detectado as direções da anisotropia procede-se a geração dos semivariogramas direcionais (**Figura 19**).

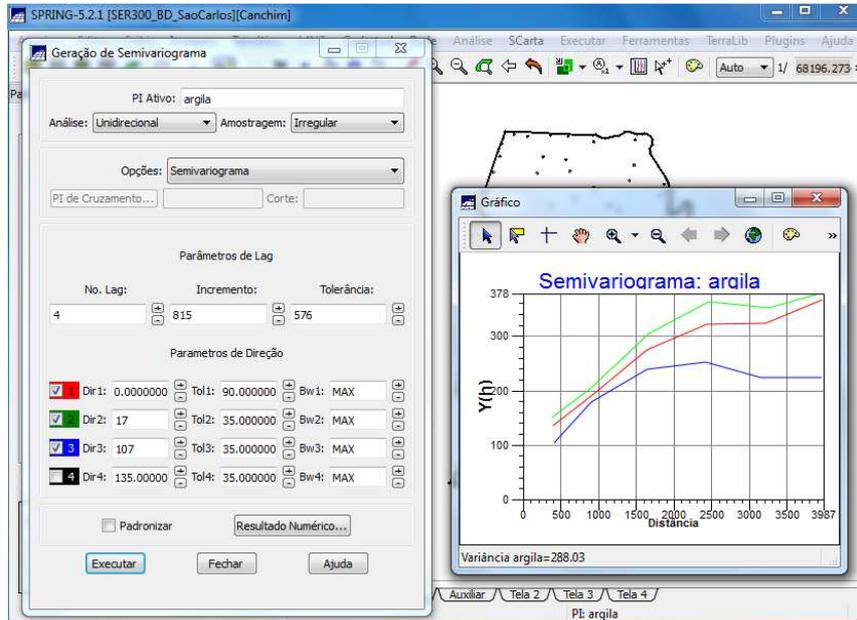


Figura 19: Geração dos semivariogramas direcionais.

4.3 Modelagem dos semivariogramas direcionais

A partir do semivariogramas experimentais direcionais, foi feita a modelagem (ajuste) esférica para a direção de maior continuidade (17°) (**Figura 20**) e de menor continuidade (107°) (**Figura 21**).

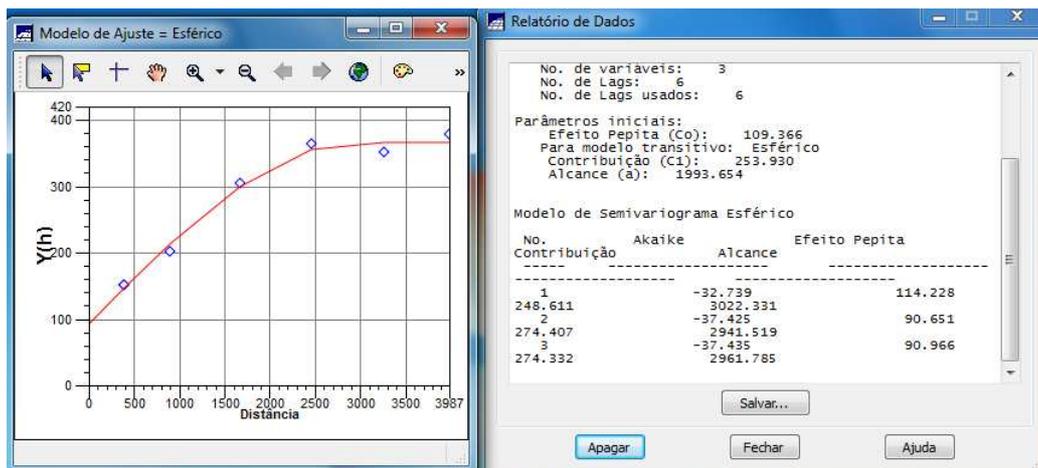


Figura 20: Modelagem do semivariograma na direção de maior continuidade 17 graus.

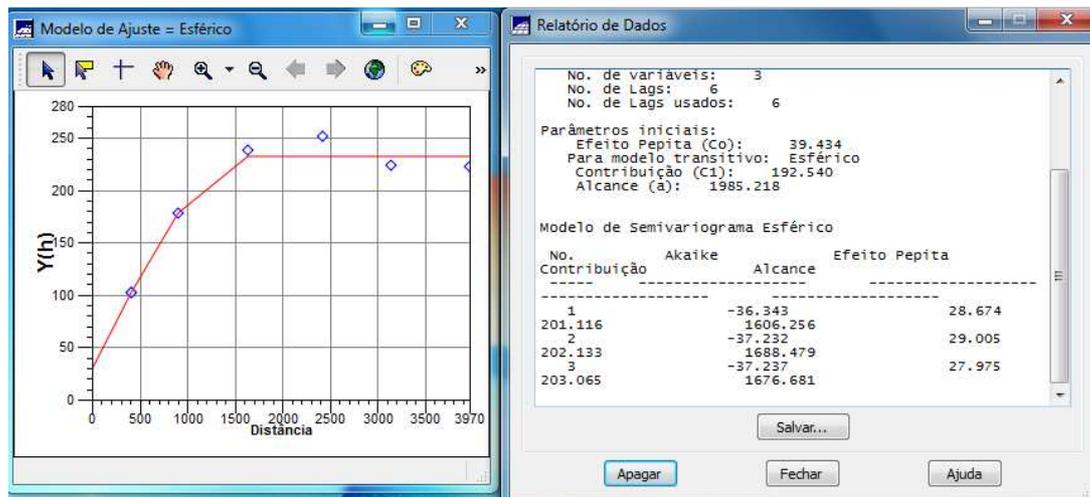


Figura 21: Modelagem do semivariograma na direção de menor continuidade 107 graus.

4.4 Modelagem da anisotropia

Esta etapa consiste em unir os dois modelos anteriormente definidos num único modelo consistente, o qual descreva a variabilidade espacial do fenômeno em qualquer direção. Após a realização da modelagem da anisotropia, o próximo passo é gravar o modelo proposto (**Figura 22**).

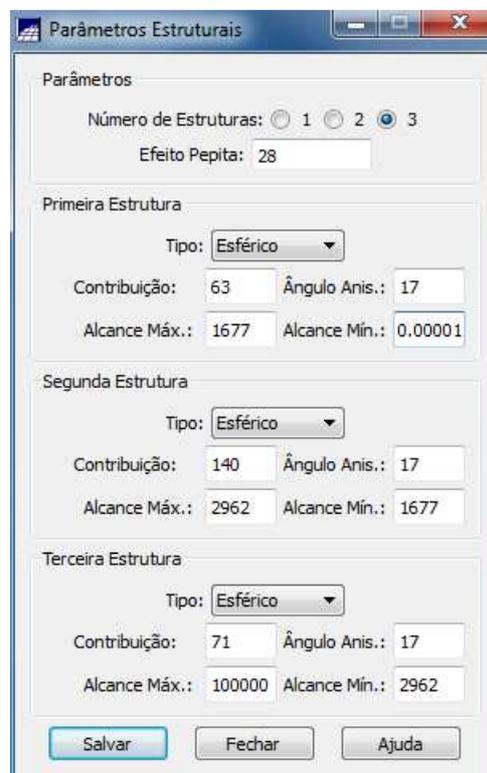


Figura 22: Interface de Parâmetros Estruturais.

4.5 Validação do modelo de ajuste

O processo de validação do modelo de ajuste (**Figura 23, 24, 25 e 26**) 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.

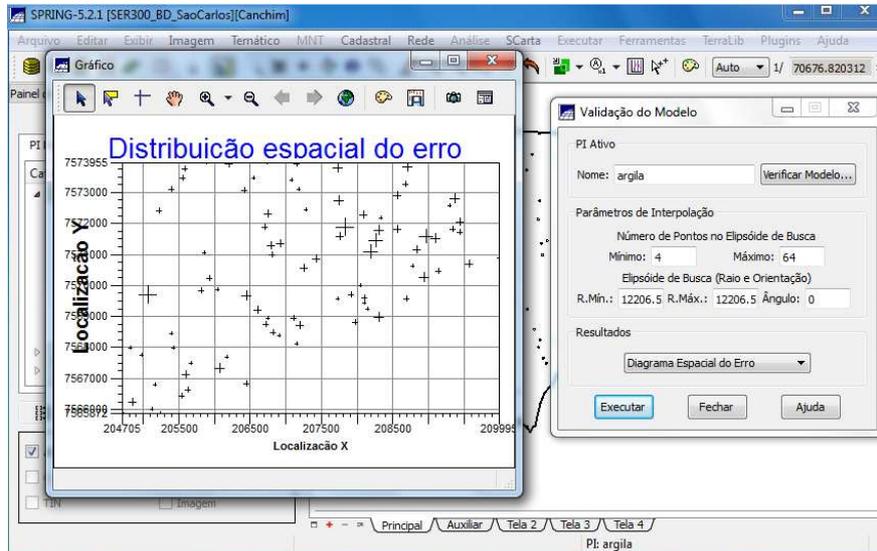


Figura 23: Diagrama Espacial do Erro.

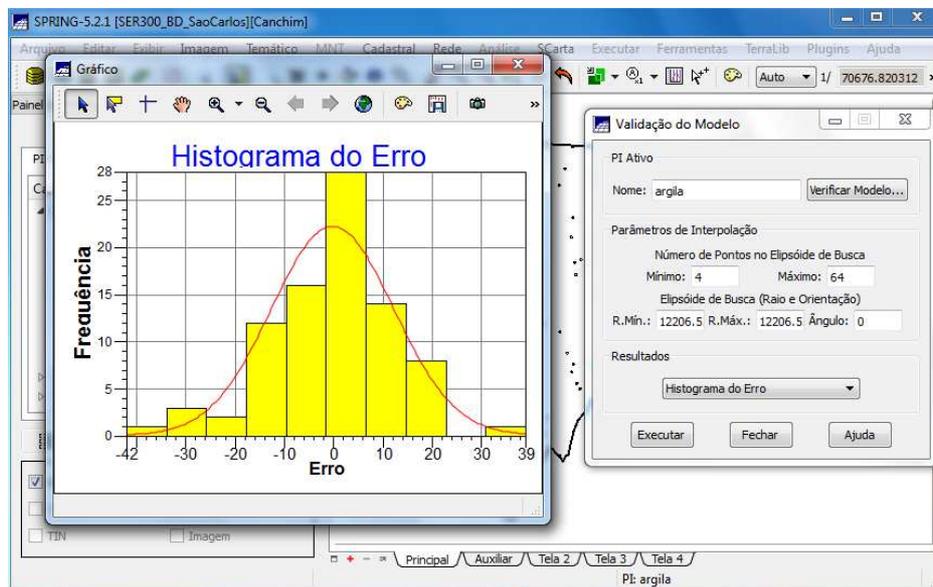


Figura 24: Histograma do Erro.

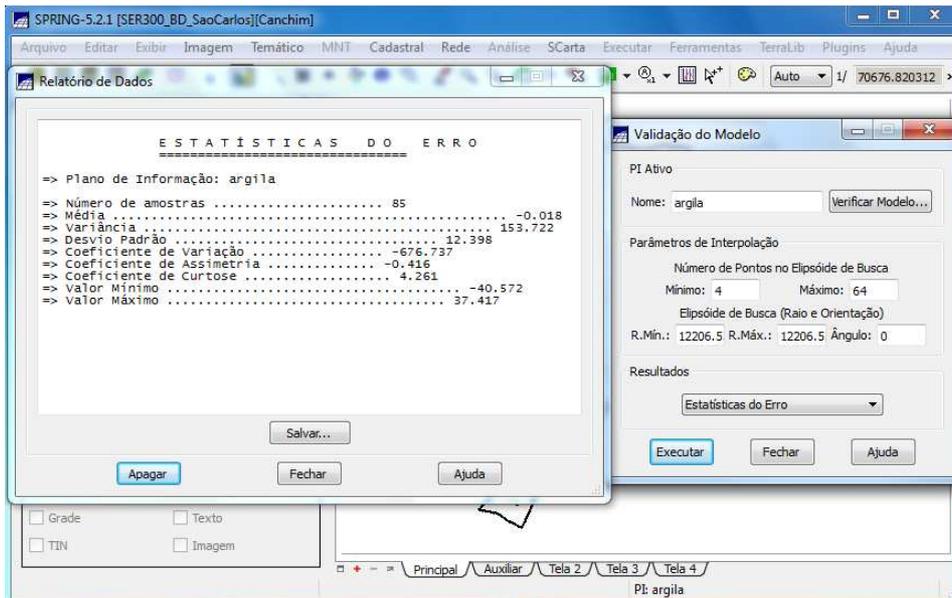


Figura 25: Estatísticas do Erro.

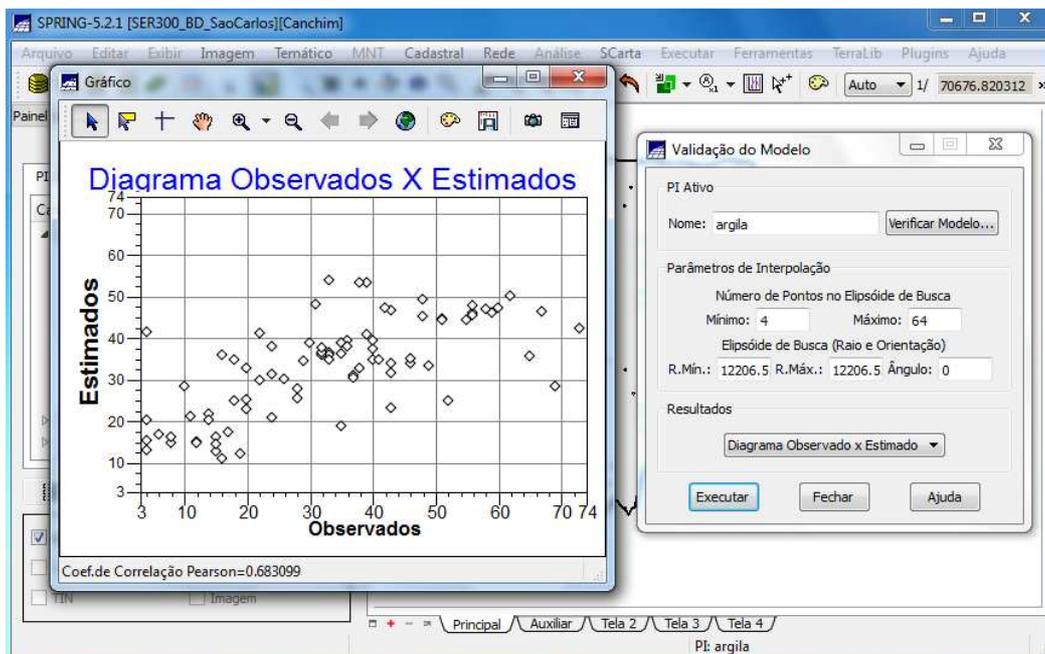


Figura 26: Diagrama de valores Observados versus Estimados.

4.6 Interpolação por krigagem ordinária

Uma vez realizada a validação do modelo, a etapa final do processo geoestatístico consiste na interpolação de krigagem (Figura 27).



Figura 27: Interpolação por krigagem ordinária.

Após executar a krigagem observe na Interface do Painel de Controle que o Plano de Informação KRIG_ANIS_argila (**Figura 28**) está disponível para visualização. Além disso, o PI KRIG_ANIS_argila_KV (**Figura 29**) é gerado e refere-se à variância de Krigagem.

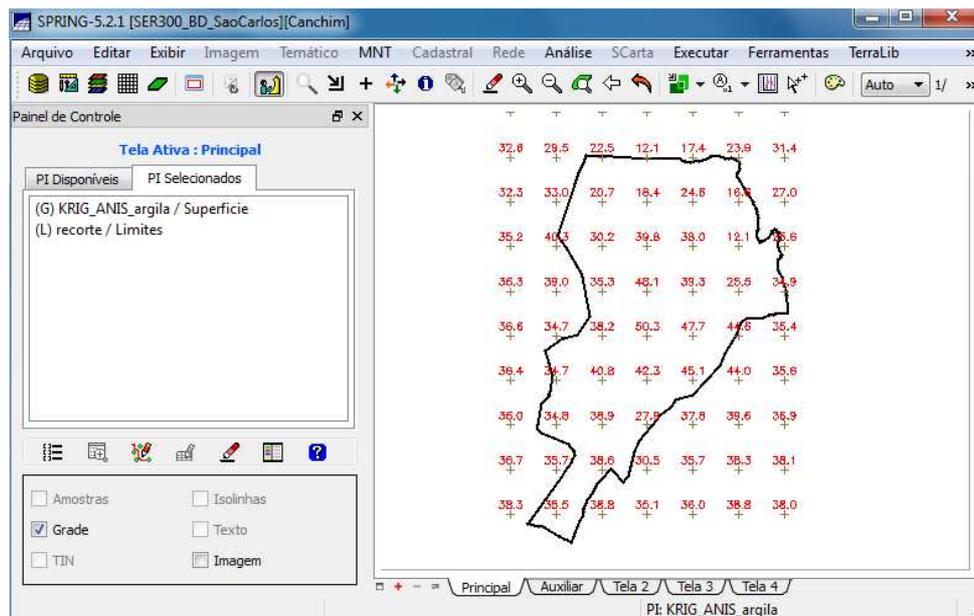


Figura 28: Visualizando a grade de krigagem, oriunda de um modelo anisotrópico, gerada para o teor de argila (KRIG_ANIS_argila).

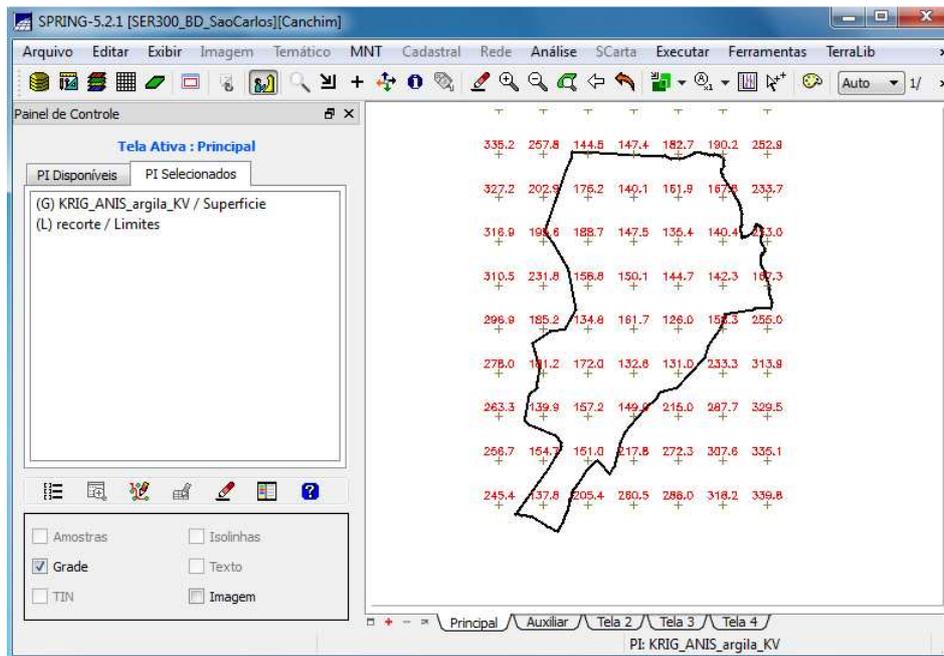


Figura 29: Plano de Informação KRIG_ANIS_argila_KV, que refere-se à variância de Krigagem.

4.7 Visualização da superfície de argila oriunda do modelo anisotrópico.

Nesta etapa, foi gerada uma imagem, a qual foi recortada, para análise da variação gerada pelo modelo (**Figura 30**). Em seguida, a grade foi fatiada (**Figura 31**).

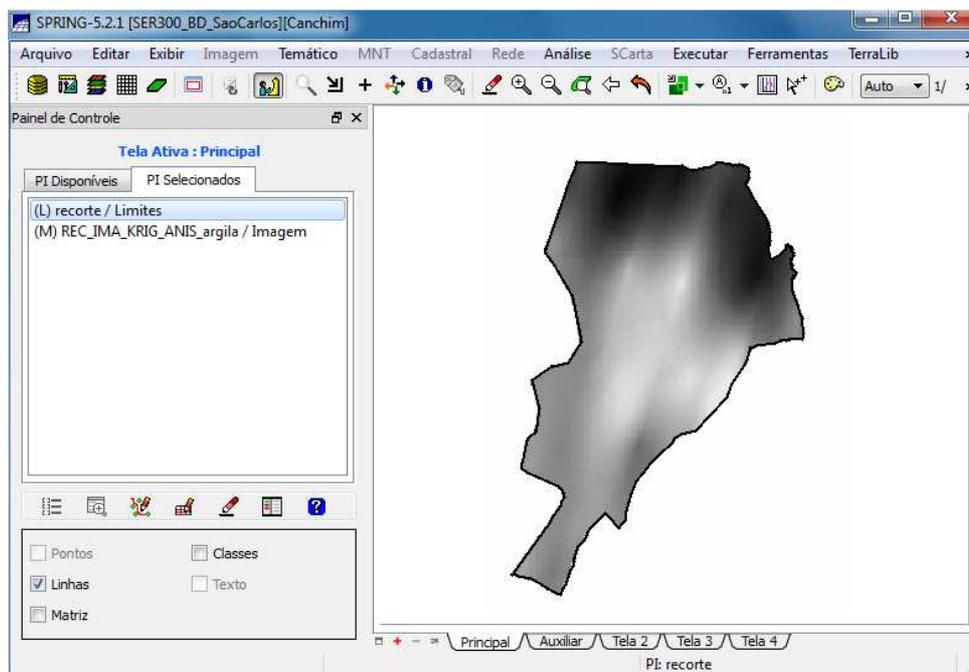


Figura 30: Recorte da grade do teor de argila.

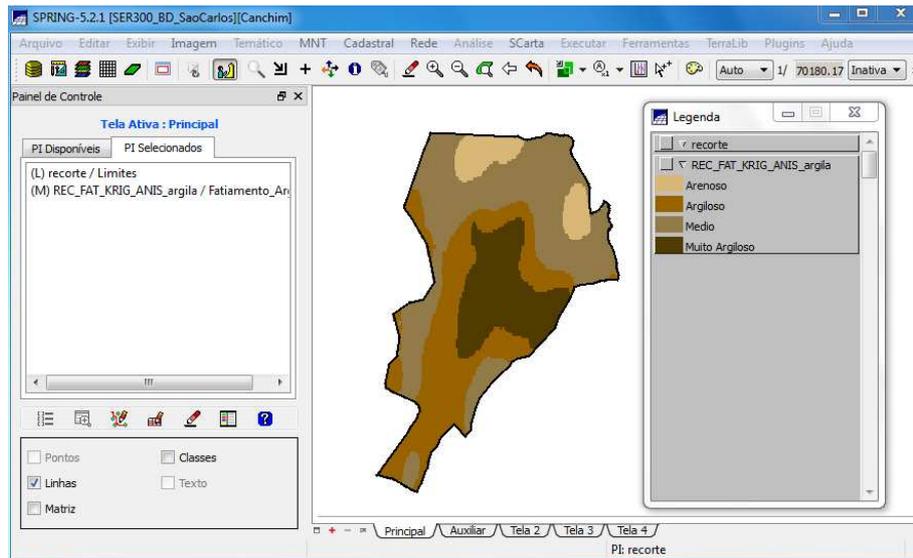


Figura 31: Fatiamento da grade do teor de argila.

5. Análise dos resultados

Comparando a variabilidade espacial, do teor de argila, entre o caso isotrópico e anisotrópico (**Figura 32**).

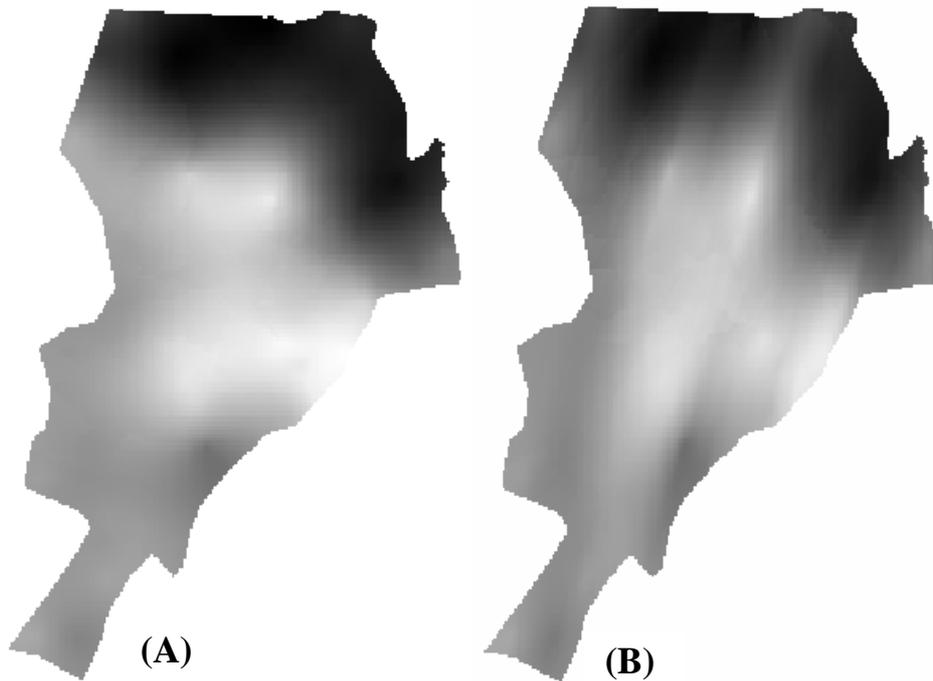


Figura 32: Em (a) caso isotrópico e (b) caso anisotrópico.