



Ministério da Ciência e Tecnologia
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais



Divisão de Processamento de Imagens

Análise Espacial de Dados Geográficos

Laboratório

Módulo: Geoestatística Linear

Referência	Banco de dados FioCruz		Doc	LAB1_GEO.doc	
Autor	Eduardo C. G. Camargo	Versão	1.0	Data	DEZ / 2000
Revisão		Versão		Data	

RESUMO

Este laboratório tem como objetivo explorar através de procedimentos geoestatísticos a variabilidade espacial de fenômenos sociais (p. ex: índice de mortalidade infantil) amostrados e distribuídos espacialmente. Resumidamente, os passos num estudo empregando técnicas geoestatísticas inclui: (a) análise exploratória dos dados, (b) análise estrutural (cálculo e modelagem do semivariograma) e (c) realização de inferências (Krigagem ou Simulação).

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO

2. CARREGAR OS DADOS NO SISITEMA SPRING

3. ETAPAS DA ANÁLISE GEOESTATÍSTICA

4. ANÁLISE EXPLORATÓRIA

5. ANÁLISE DA VARIABILIDADE ESPACIAL POR SEMIVARIOGRAMA

6. MODELAGEM DO SEMIVARIOGRAMA EXPERIMENTAL

7. VALIDAÇÃO DO MODELO DE AJUSTE

8. KRIGEAGEM ORDINÁRIA

9. ANÁLISE DOS RESULTADOS

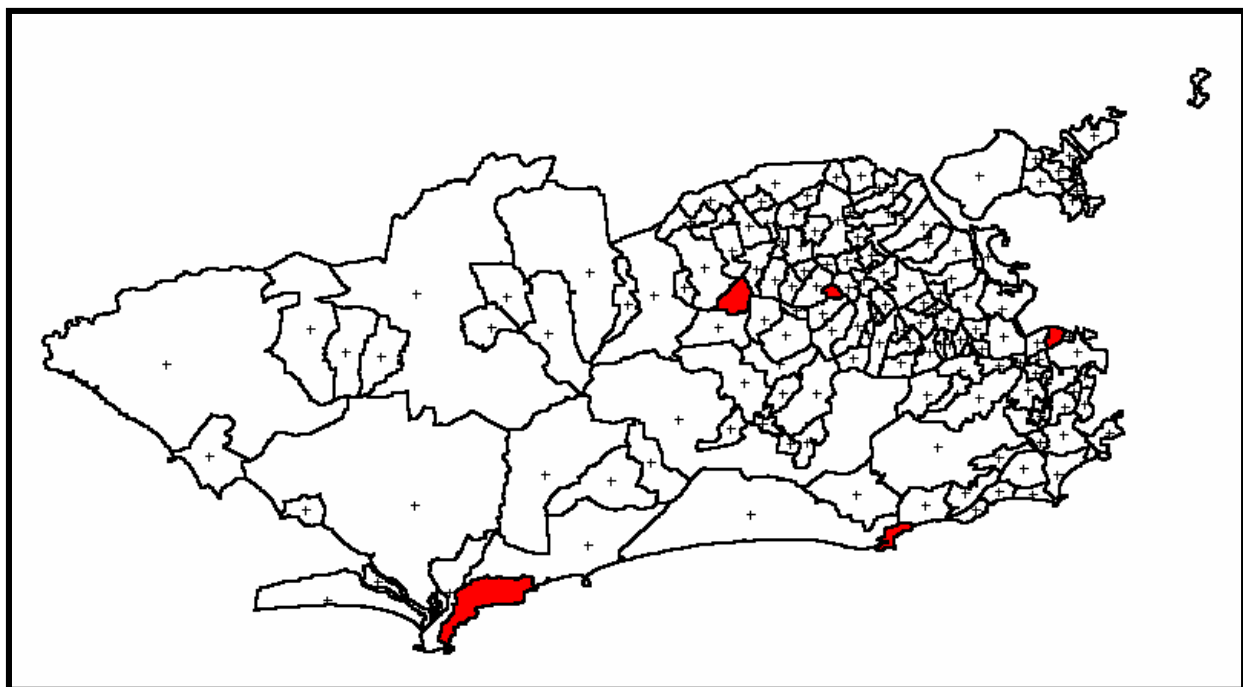
1. INTRODUÇÃO

Este exemplo prático refere-se à análise das proporções de nascidos vivos com Apgar bom por bairros, no Município do Rio de Janeiro, 1994. O índice de Apgar mede a vitalidade do recém nascido no primeiro e no quinto minuto após o nascimento; constitui-se por: cor da pele, respiração, batimentos cardíacos, tônus muscular e resposta a estímulos nervosos.

Considera-se a proporção de nascidos vivos por bairro com Apgar bom e classificado do seguinte modo (Carvalho, M. S. e d'Orsi, Eleonora, 1998):

- Alta: 77,4 a 83,3
- Média Alta: 74,4 a 77,4
- Média: 69,5 a 74,4
- Média Baixa: 63,4 a 69,5
- Baixa: 44,1 a 63,4

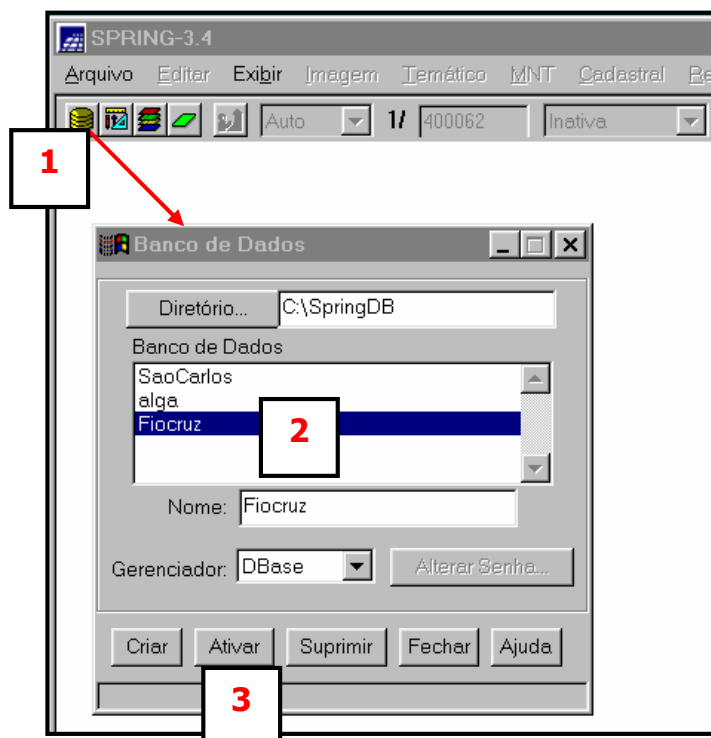
Os dados utilizados, de propriedade da FIOCRUZ - RJ, referem-se a uma amostragem de 152 observações geo-referenciadas, conforme ilustra a Figura abaixo.



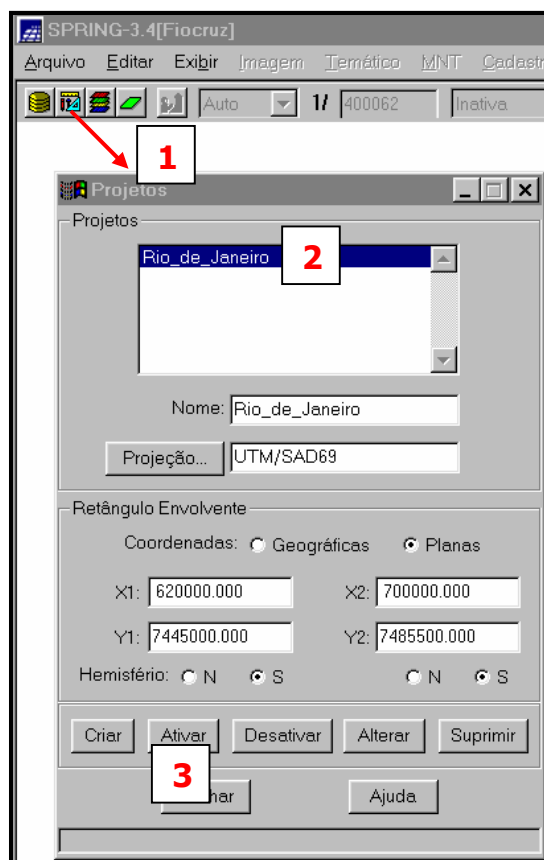
Bairros que não atingiram um número mínimo de nascimento.

2. CARREGAR OS DADOS NO SISTEMA SPRING

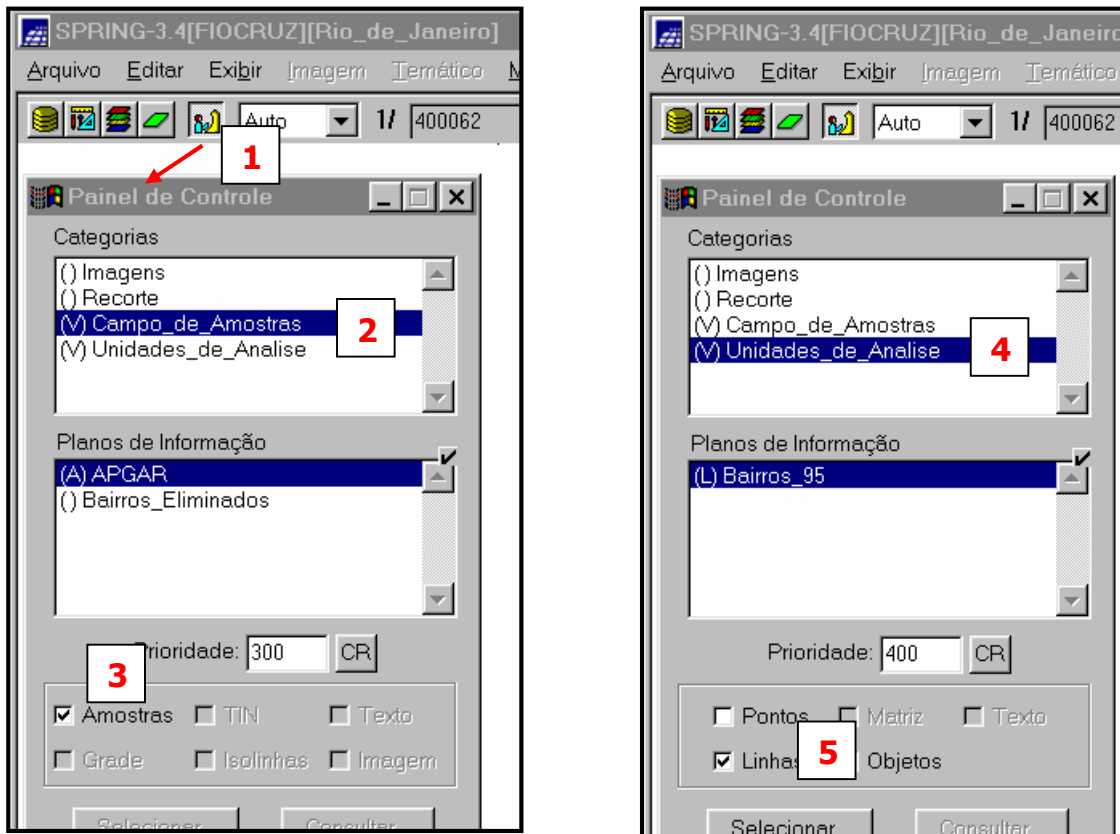
- Iniciar o programa Spring
- Ativar Banco de Dados Fiocruz



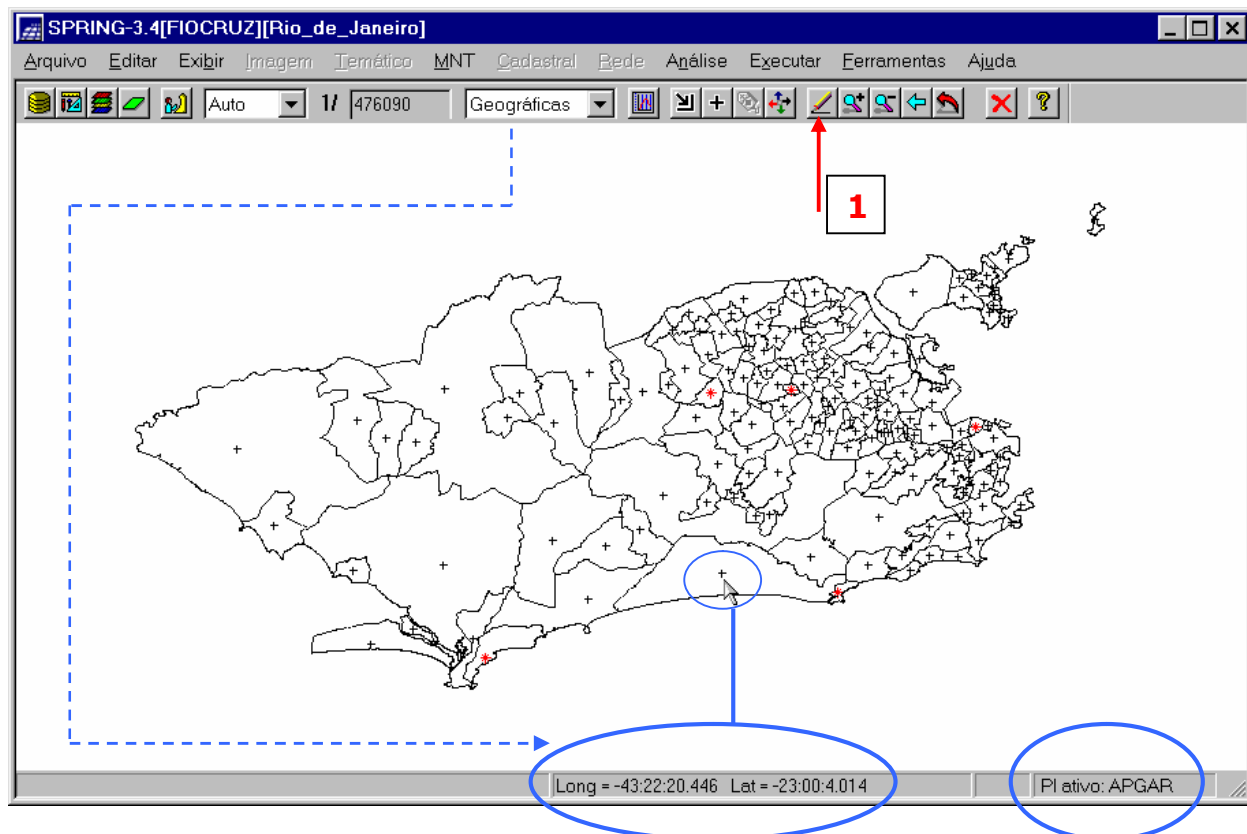
- Ativar Projeto Rio de janeiro



- Ativar Painel de Controle e selecionar Planos de Informação (PI's)

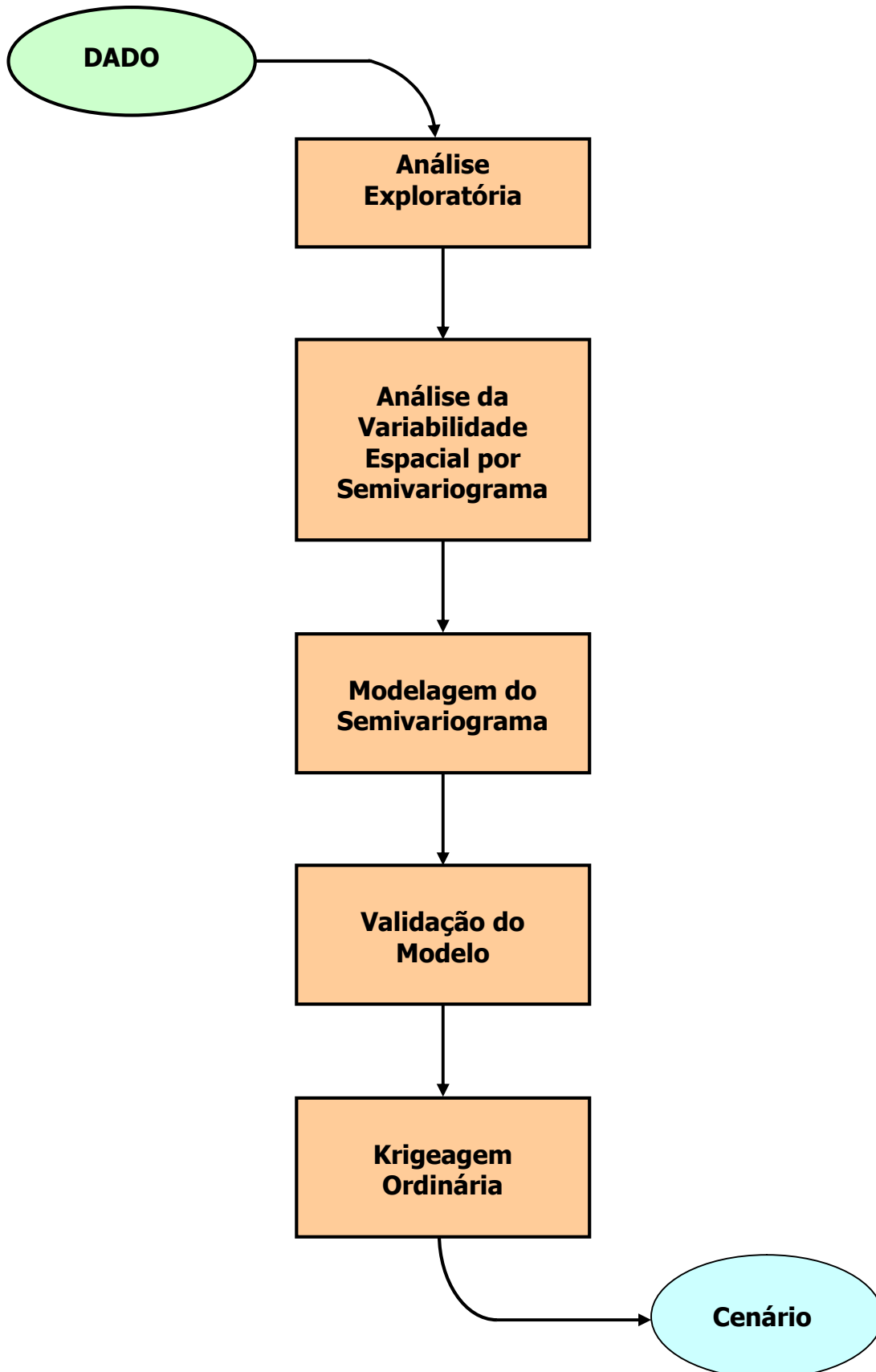


- Visualizar PI's selecionados



3. ETAPAS DA ANÁLISE GEOESTATÍSTICA

Neste exemplo prático, as seguintes etapas são realizadas:



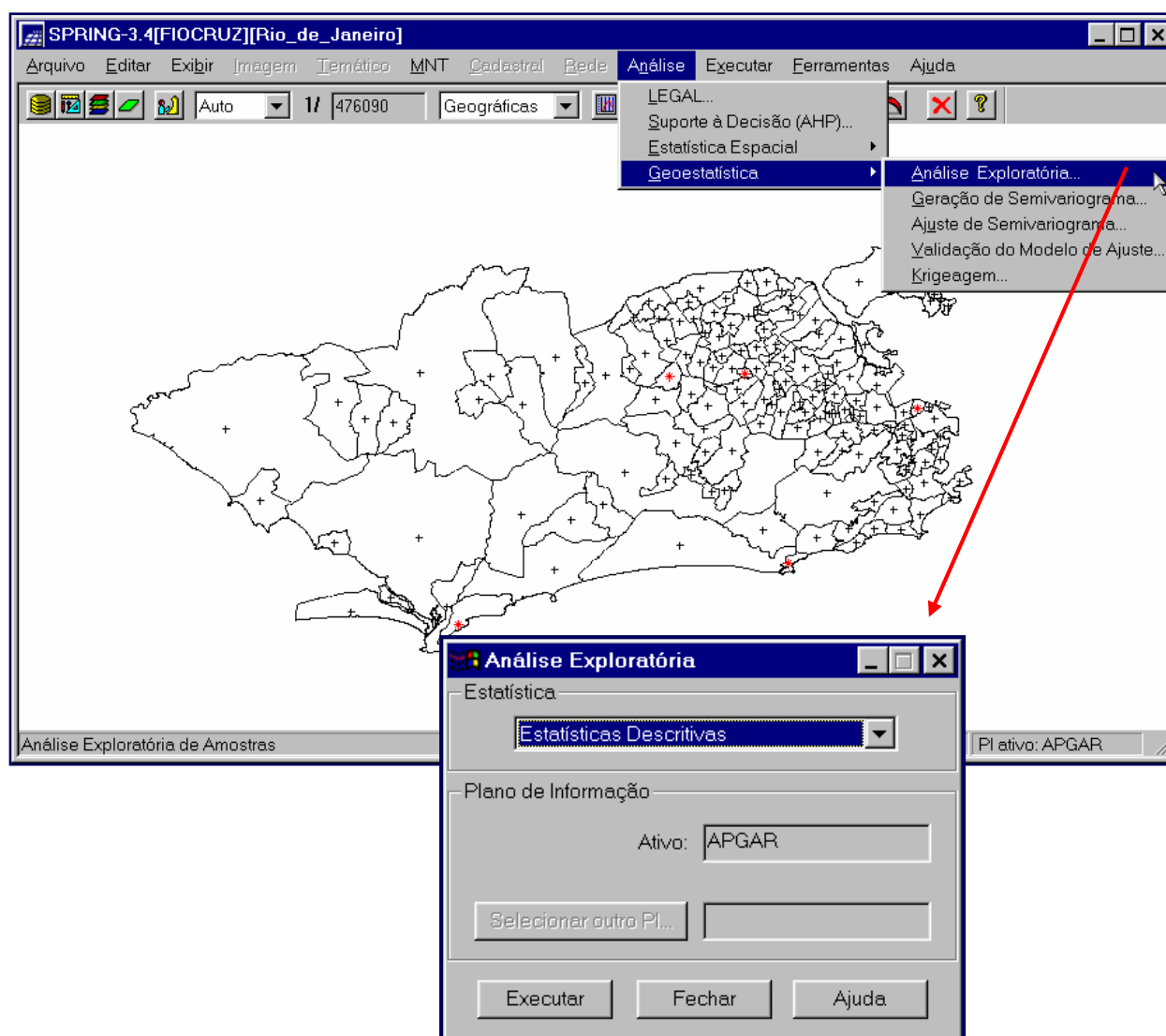
4. ANÁLISE EXPLORATÓRIA

No Spring a análise exploratória dos dados realiza-se através de estatísticas univariadas e bivariadas. As estatísticas univariadas fornecem um meio de organizar e sintetizar um conjunto de valores, que se realiza principalmente através do histograma. Características importantes do histograma são organizadas em três grupos:

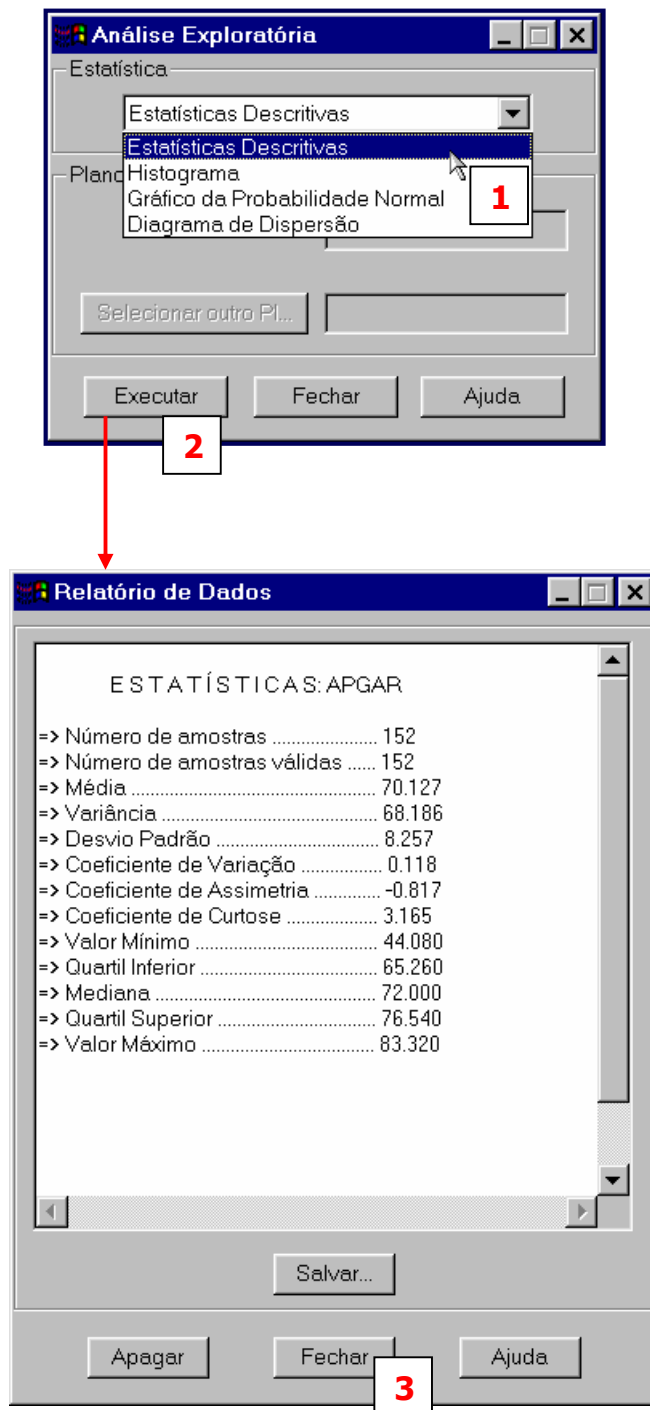
- Medidas de localização: média, valor mínimo, quartil inferior, mediana, quartil superior e valor máximo;
- Medidas de dispersão: variância e desvio padrão;
- Medidas de forma: coeficiente de assimetria, coeficiente de curtose e coeficiente de variação.

As estatísticas bivariadas fornecem meios de descrever o relacionamento entre duas variáveis, isto é, entre dois conjuntos de dados ou de duas distribuições. Esta relação pode ser visualizada através do diagrama de dispersão e o grau da relação linear entre as variáveis pode ser medido através do coeficiente de correlação.

- Inicializando a análise exploratória no sistema SPRING

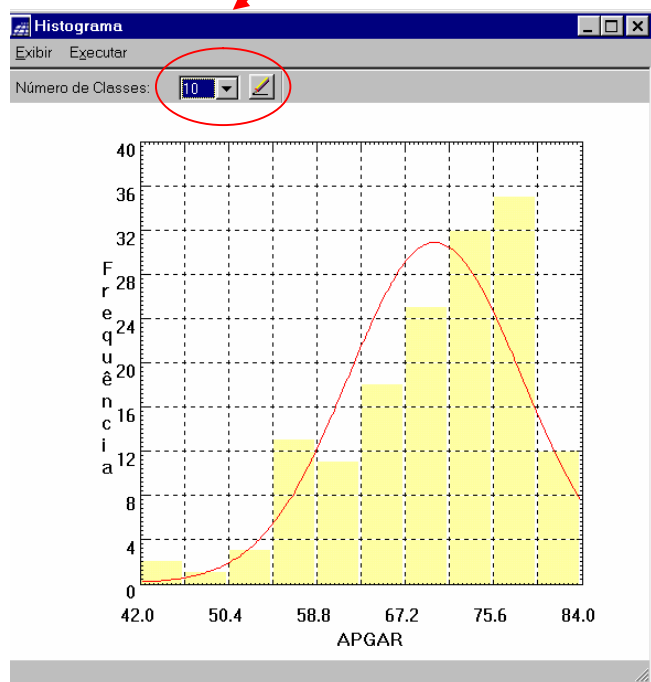
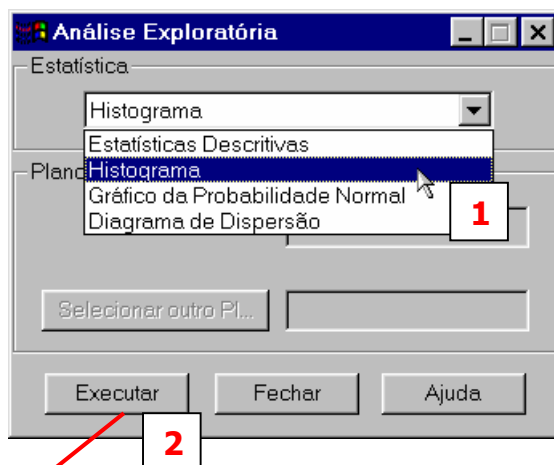


- Executando estatísticas descritivas

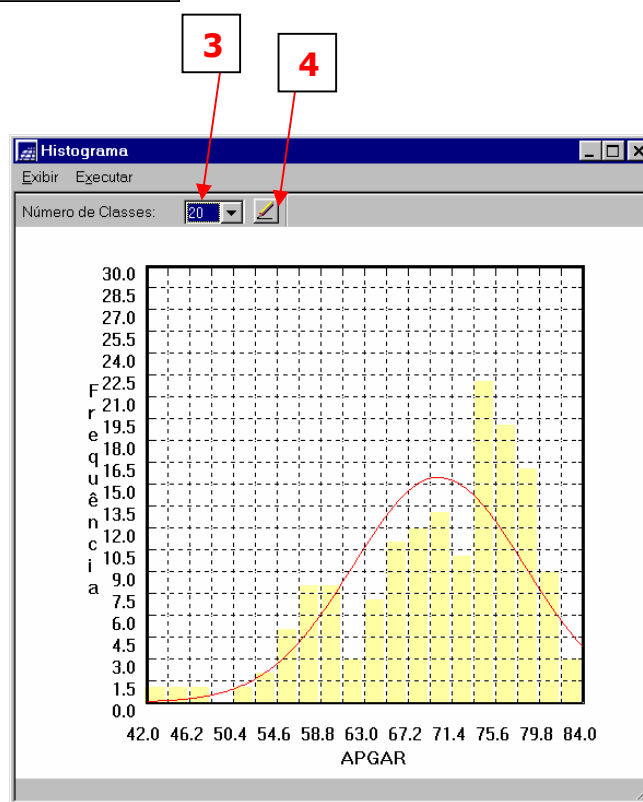


Além das estatísticas descritivas utiliza-se também para uma melhor caracterização, os recursos gráficos de Histograma e do Gráfico da Probabilidade Normal conforme a seguir.

- Executando histograma



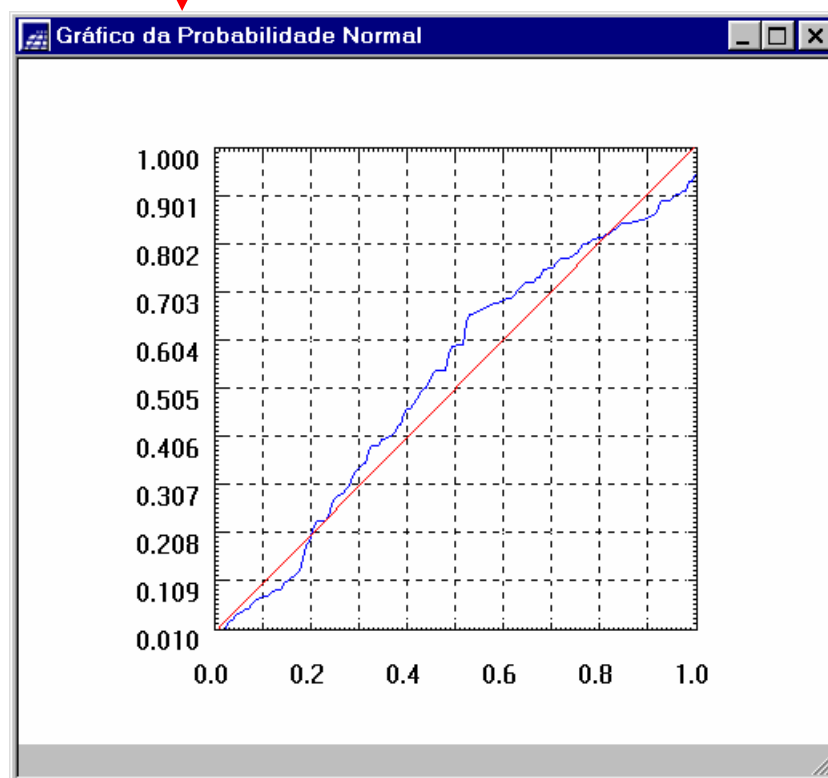
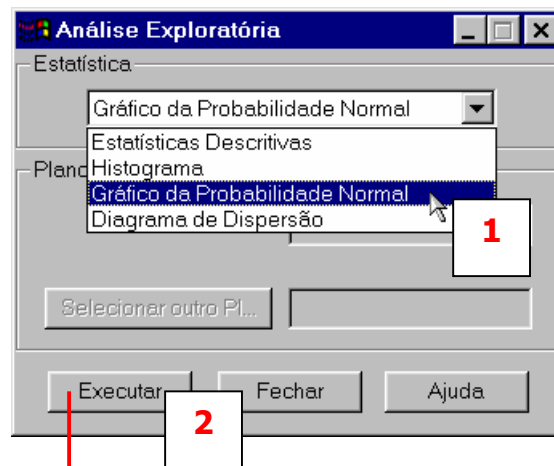
Histograma com 10 classes



Histograma com 20 classes

O histograma do PI ativo (neste caso: Apgar) está representado na cor amarela. A curva contínua em vermelho é uma distribuição Gaussiana e serve de referência para efeito de comparação. Neste caso observa-se que a distribuição do Apgar é negativamente assimétrica com coeficiente de assimetria igual a -0,817.

- Executando o gráfico da probabilidade normal



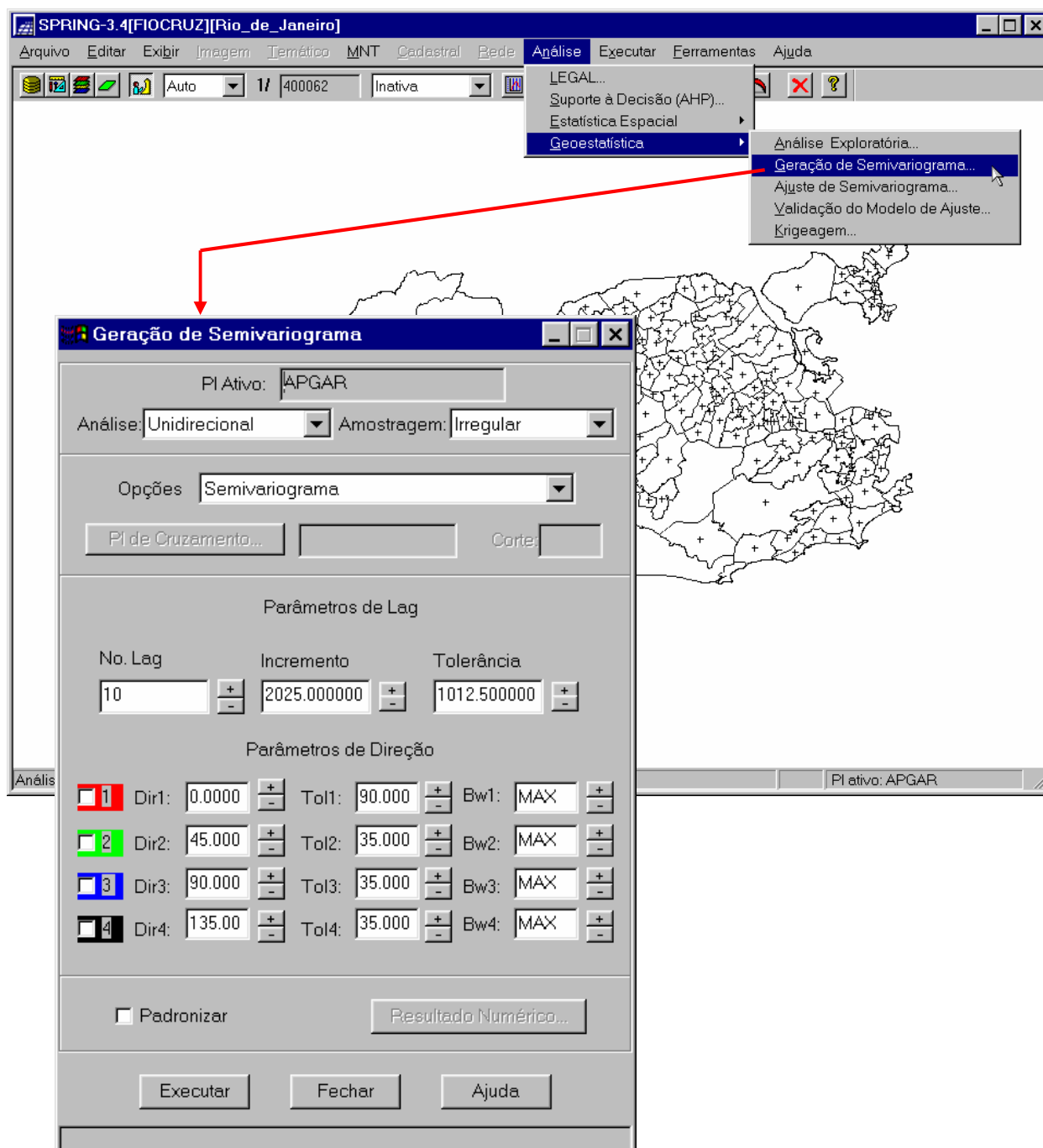
— Apgar

— Distribuição Gaussiana

5. ANÁLISE DA VARIABILIDADE ESPACIAL POR SEMIVARIOGRAMA

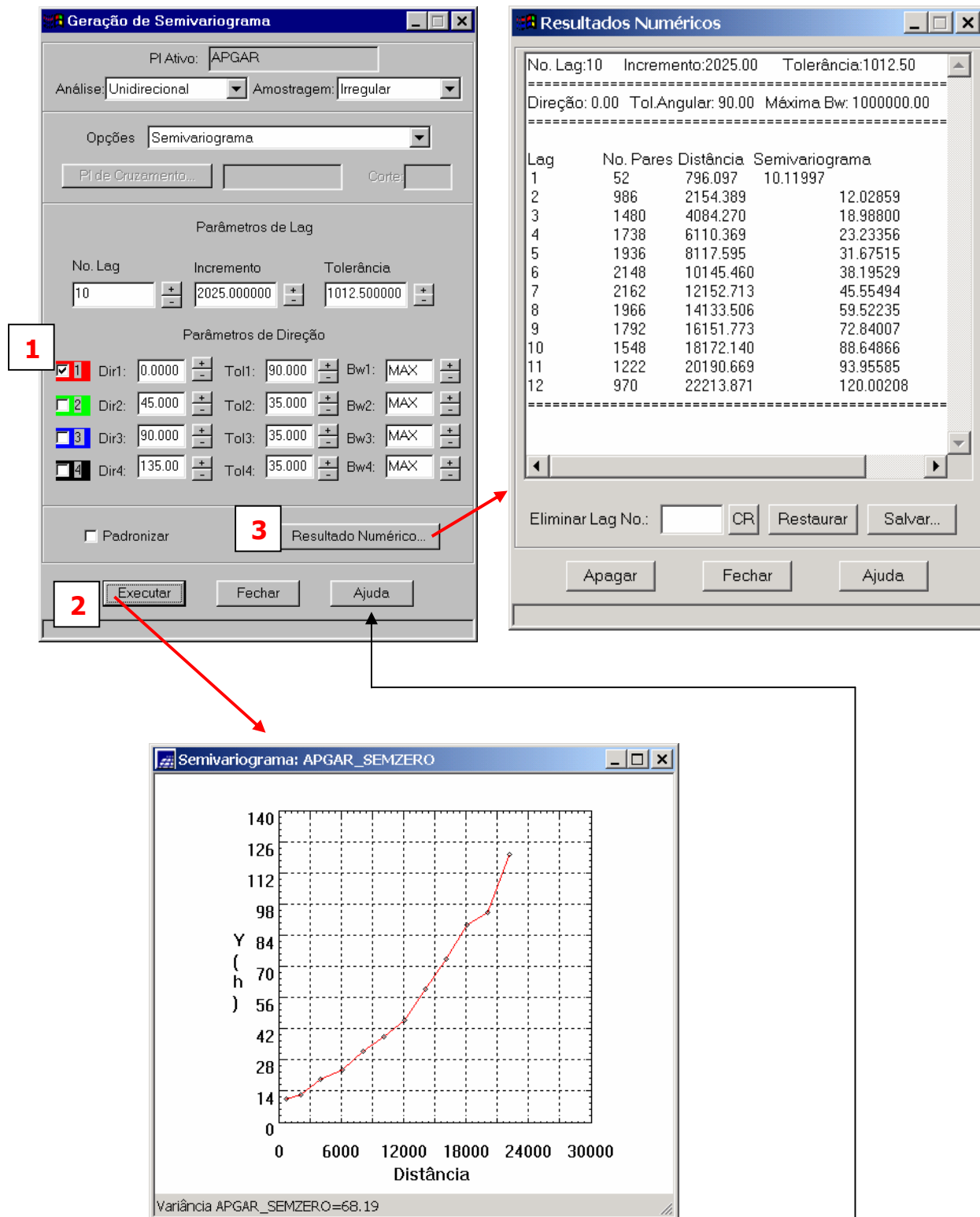
Na geoestatística a análise da variabilidade espacial por semivariograma é a etapa mais importante de todo processo, pois o modelo de semivariograma escolhido é a interpretação da estrutura de correlação espacial a ser utilizada nos procedimentos inferenciais da krigagem.

- Inicializando a interface de geração de semivariograma



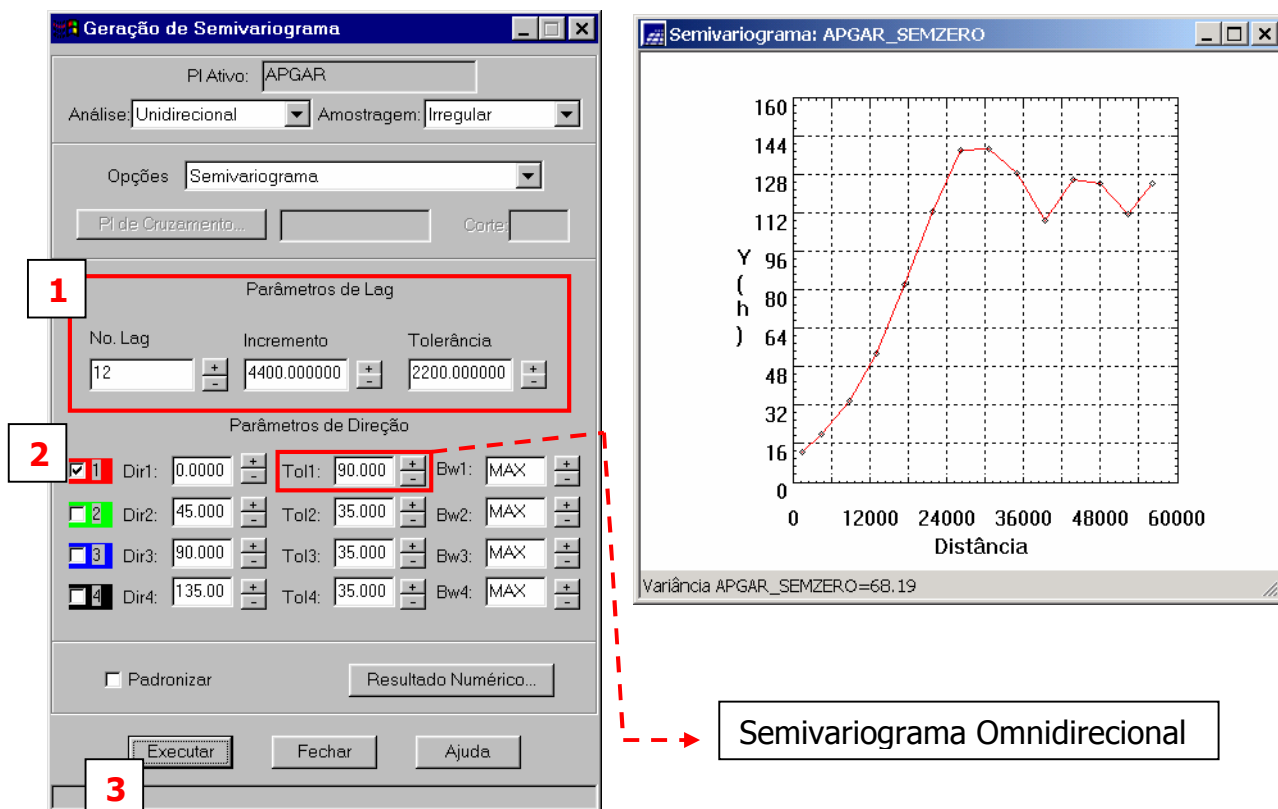
- Geração de semivariograma

Gerando semivariograma com os valores default.



Para uma melhor compreensão dos campos pressionar o botão Ajuda.

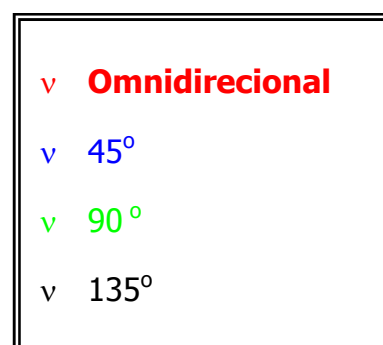
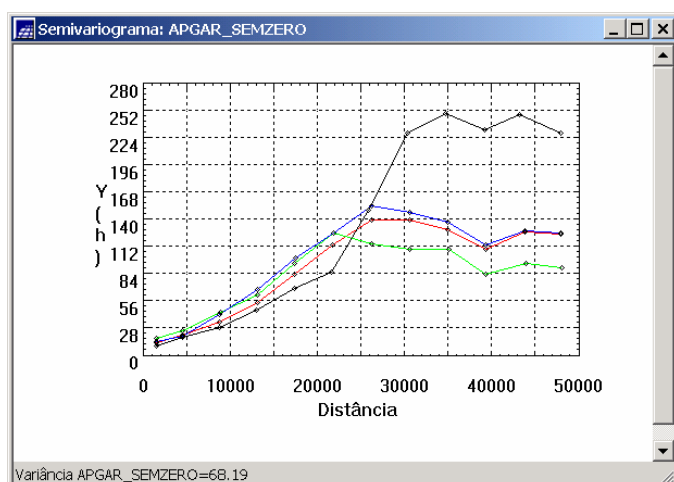
- Alterando os parâmetros de LAG, para tentar melhorar o semivariograma



O gráfico do semivariograma experimental, $\hat{\gamma}(h)$, é formado por uma série de valores, conforme ilustra a Figura acima, sobre os quais se objetiva **ajustar** uma função (modelo). É importante que o semivariograma experimental possua variações semelhantes ao de um modelo teórico (esférico, exponencial, gaussiano, potencia) a ser ajustado. Isto garante que o ajuste será mais representativo; isto é, que o modelo ajustado represente a tendência de $\hat{\gamma}(h)$ em relação a h . Deste modo, as estimativas obtidas a partir da krigagem serão mais exatas e, portanto mais confiáveis.

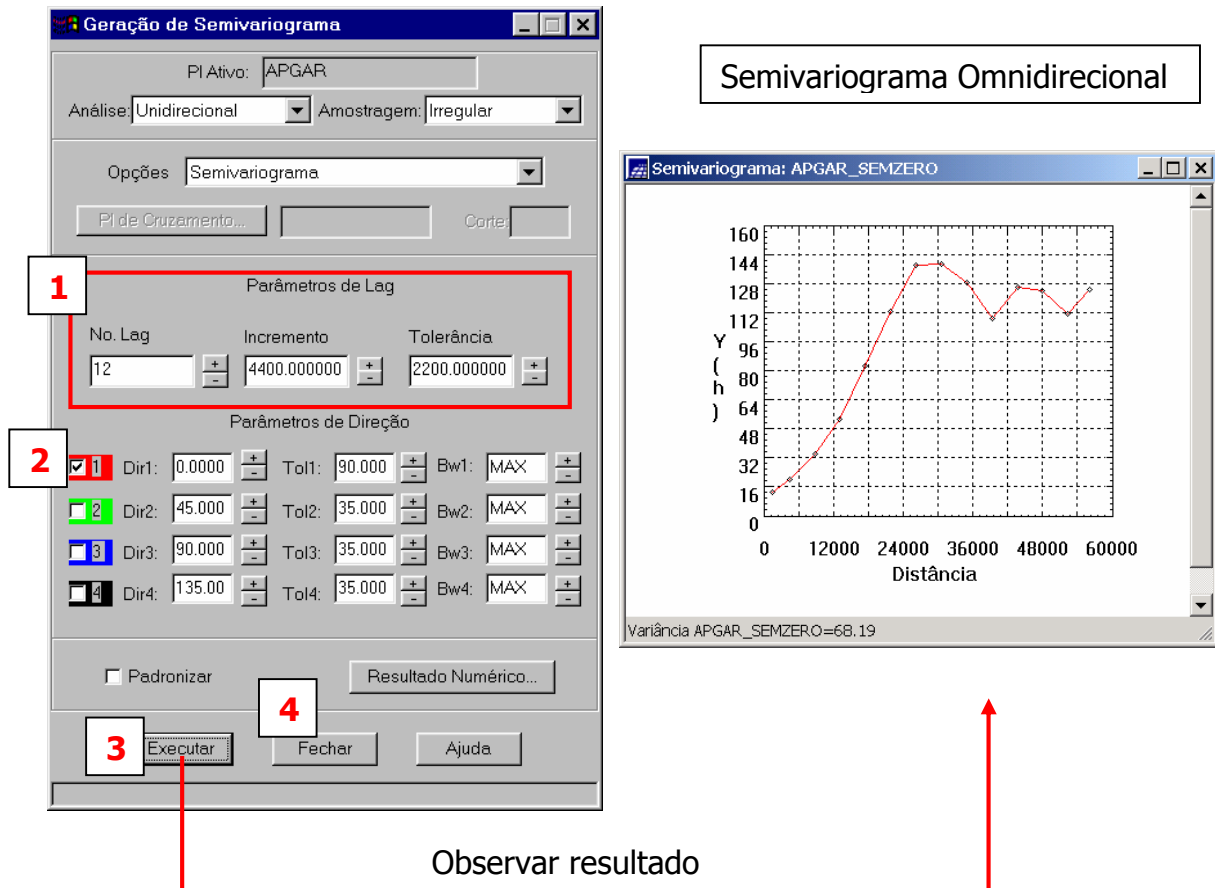
- Verificando a variabilidade espacial do Apgar em outras direções

Na interface de geração de semivariograma selecione as outras direções e pressione o botão executar. No exemplo abaixo o número de Lags foi alterado para 10.



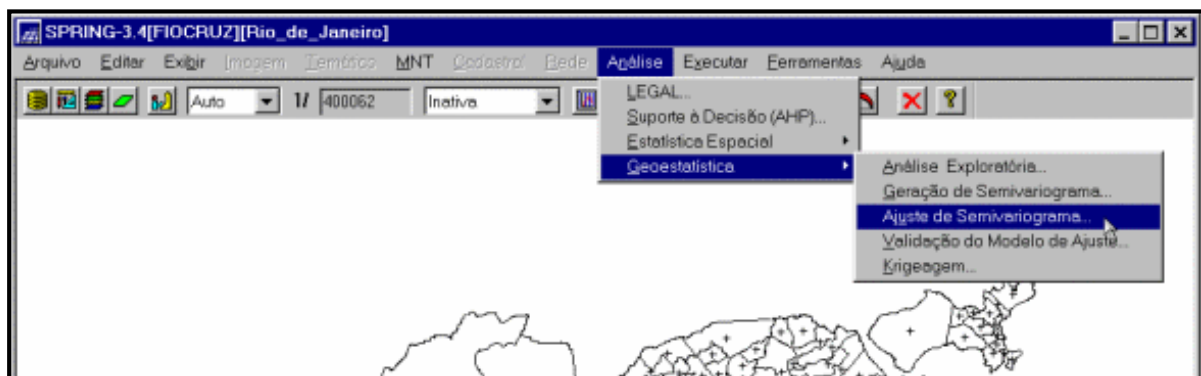
6. AJUSTE OU MODELAGEM DO SEMIVARIOGRAMA

Neste laboratório supõe-se a variabilidade espacial do Apgar Isotrópica. Assim sendo, basta gerar somente o semivariograma omnidirecional, conforme abaixo:

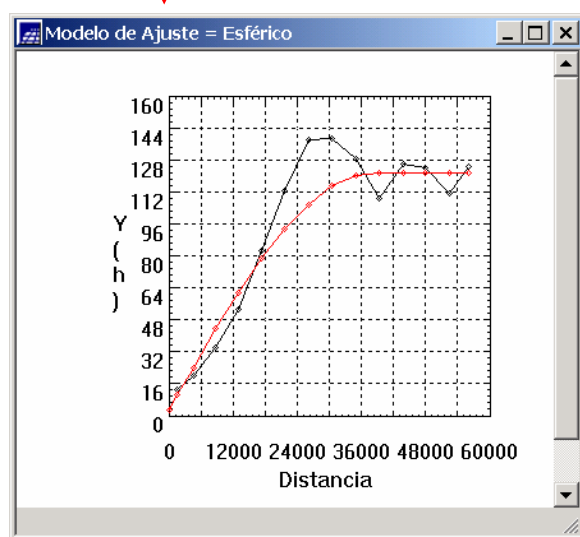
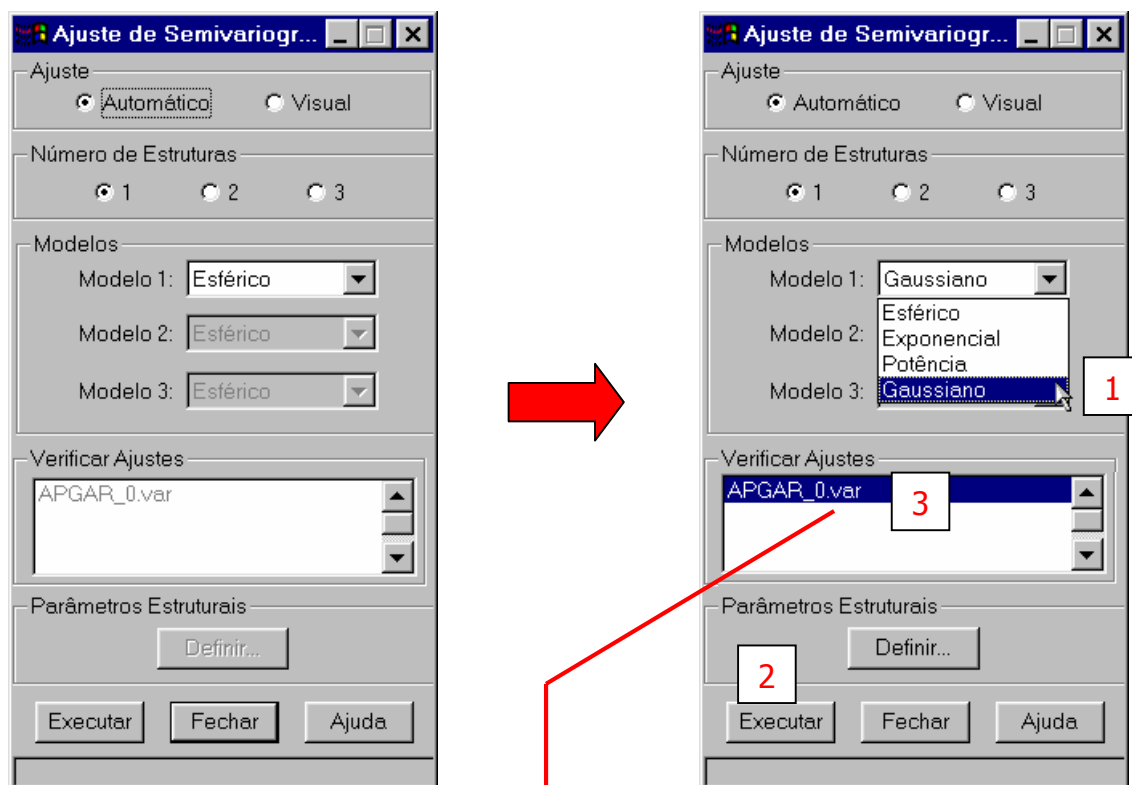


Uma vez gerado o semivariograma omnidirecional procede-se o **ajuste ou modelagem** do mesmo.

A etapa de **ajuste** do semivariograma é iniciada conforme ilustrado na Figura abaixo.



Esta ação leva à abertura da interface de ajuste de semivariograma, conforme a seguir.



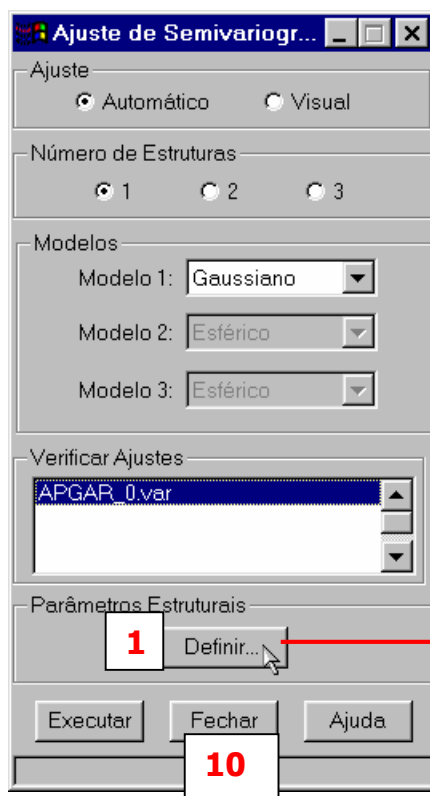
■ Semivariograma Omnidirecional

■ Modelo de ajuste Gaussiano

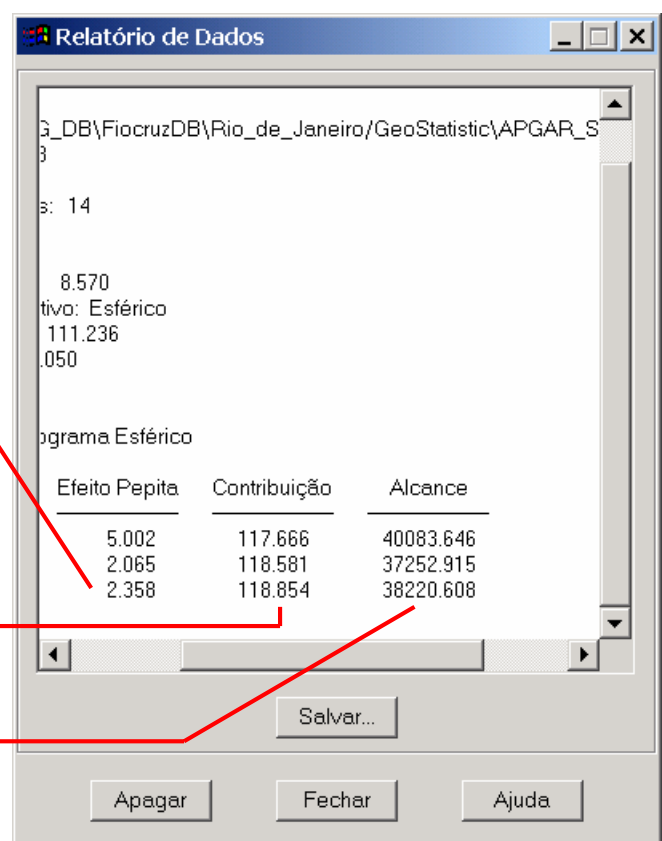
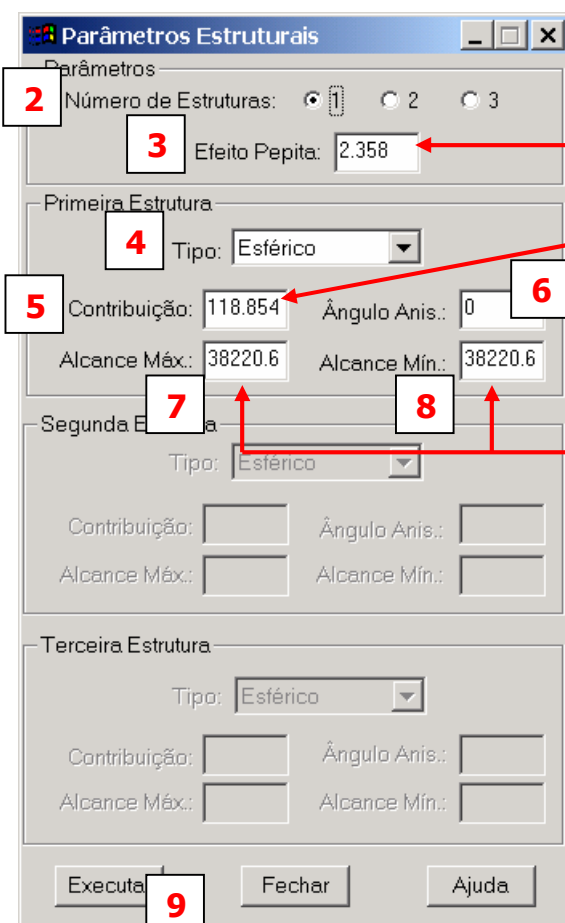
Akaike	Efeito Pepita	Contribuição	Alcance
-52.058	5.002	117.666	40083.646
-53.057	2.065	118.581	37252.915
-53.099	2.358	118.854	38220.608

Parâmetros do Modelo (Efeito Pepita, Contribuição e Alcance) são tomados sempre referentes ao menor valor de Akaike

Uma vez realizado o procedimento de ajuste, define-se os parâmetros do modelo, conforme a seguir.



Copie os valores dos parâmetros do modelo, apresentados na tela de Relatório de Dados, para os respectivos campos da interface de Parâmetros Estruturais, conforme ilustrado abaixo.

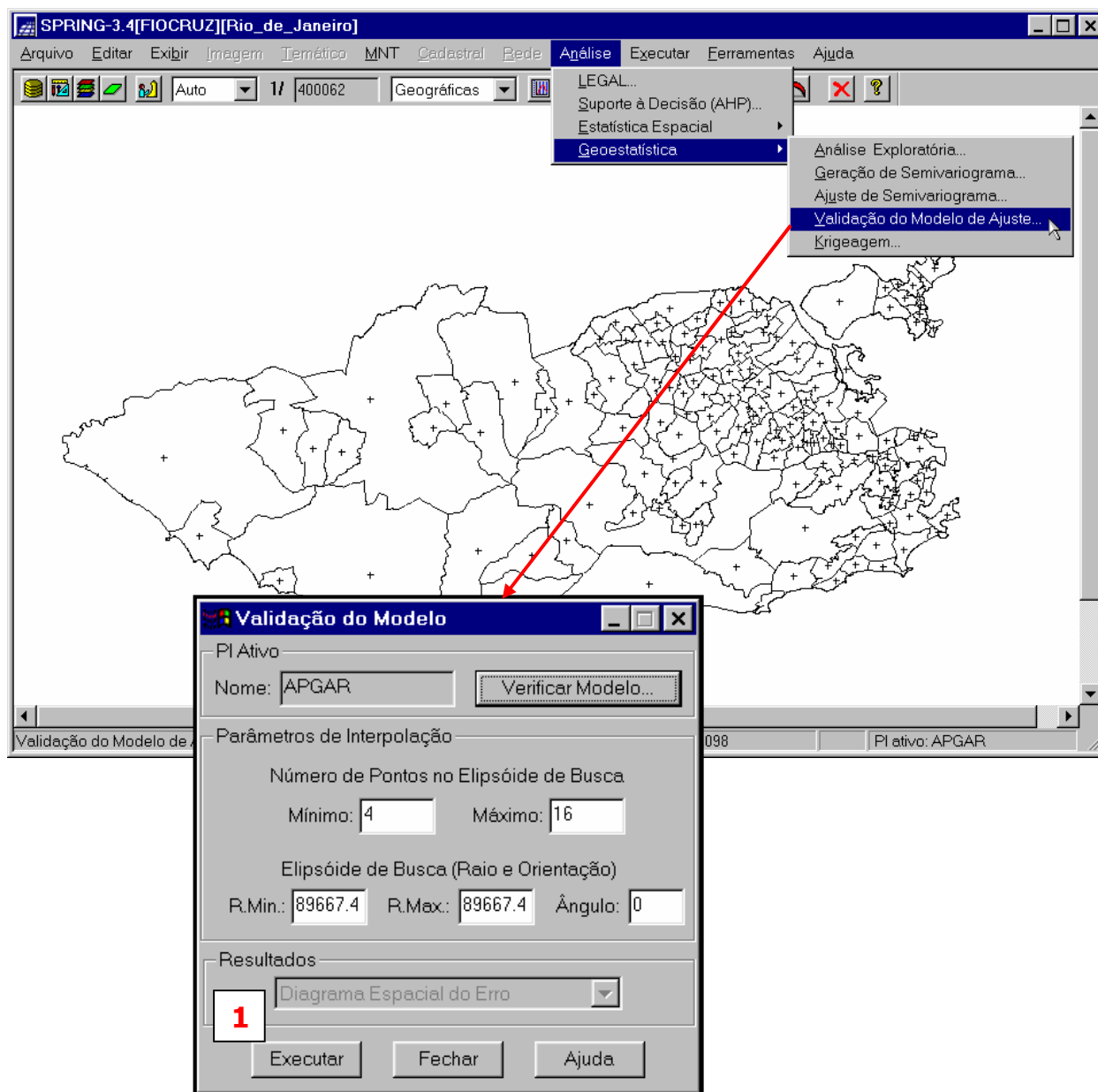


Após definido os parâmetros do modelo, os mesmos são gravados e utilizados nas etapas seguintes.

7. VALIDAÇÃO DO MODELO DE AJUSTE

O processo de validação 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.

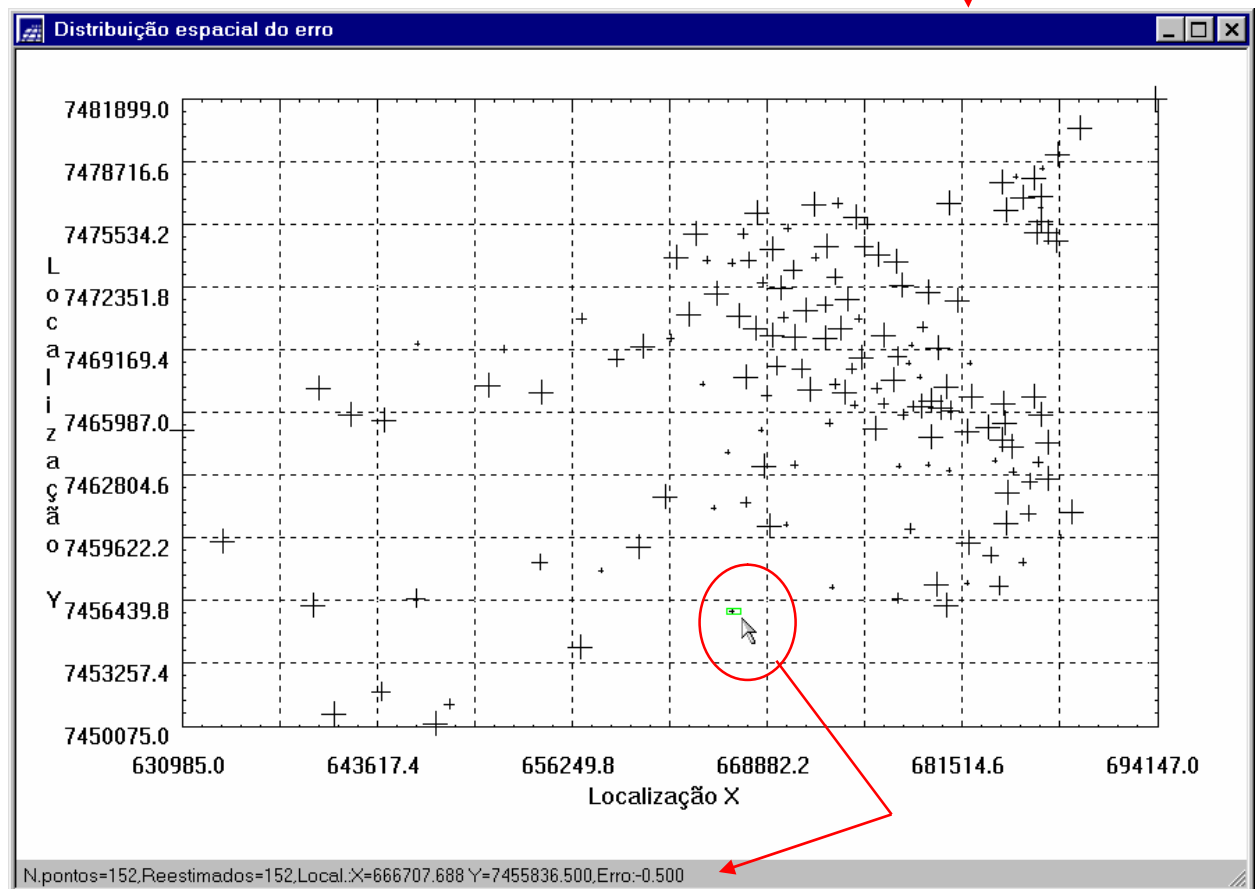
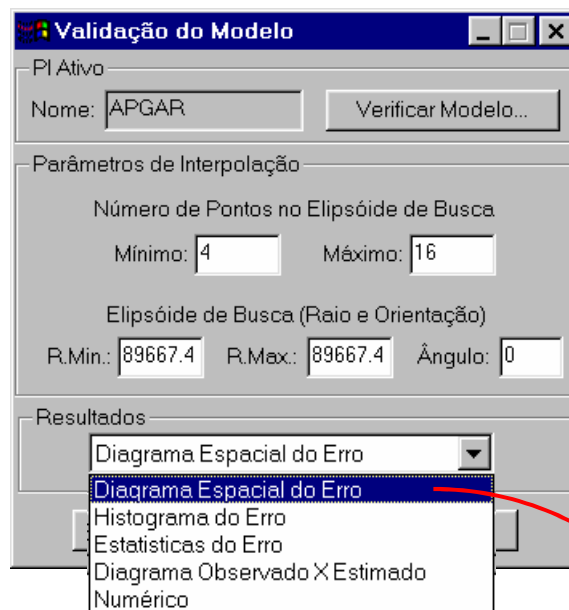
A etapa de **VALIDAÇÃO** é inicializada conforme a Figura abaixo.



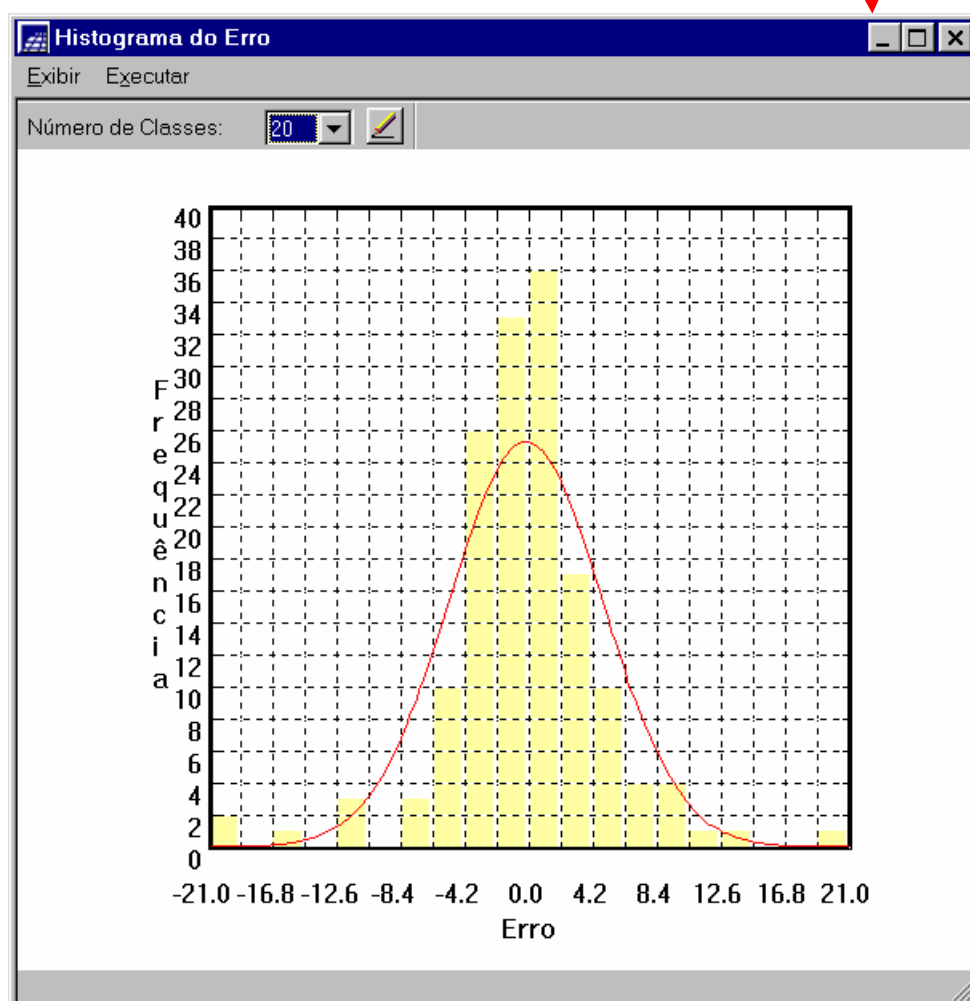
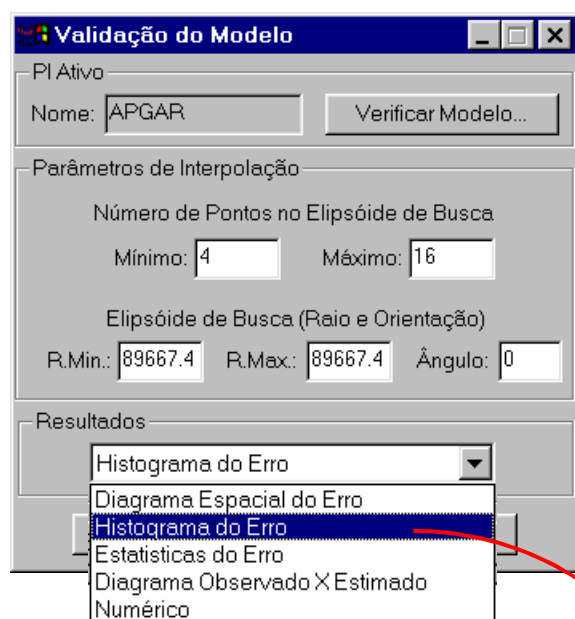
Pressionar o botão Executar e verificar os resultados.

Apresentação dos resultados para validação do modelo de ajuste

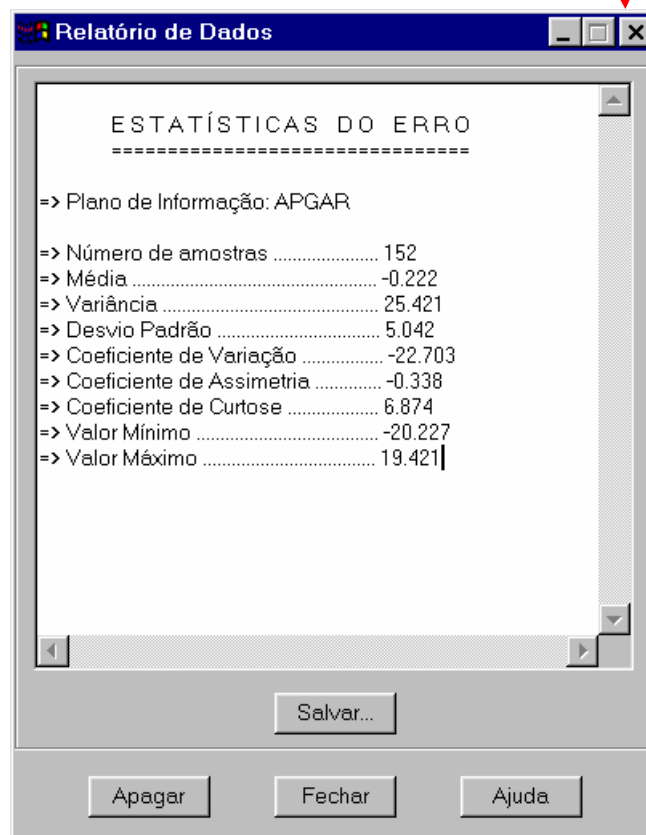
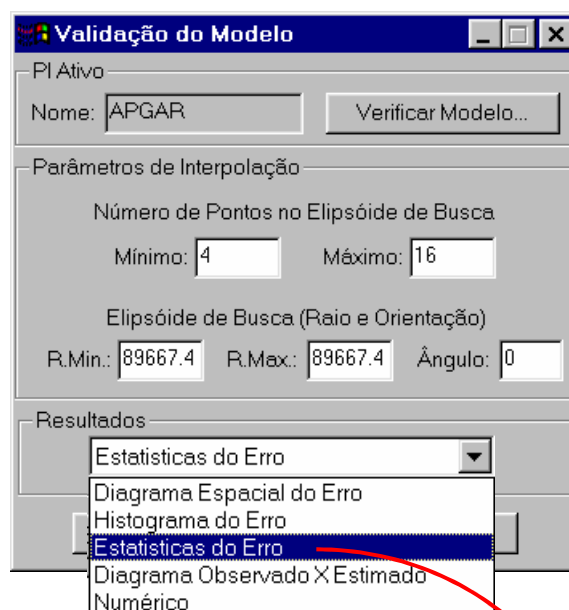
- Diagrama Espacial do Erro



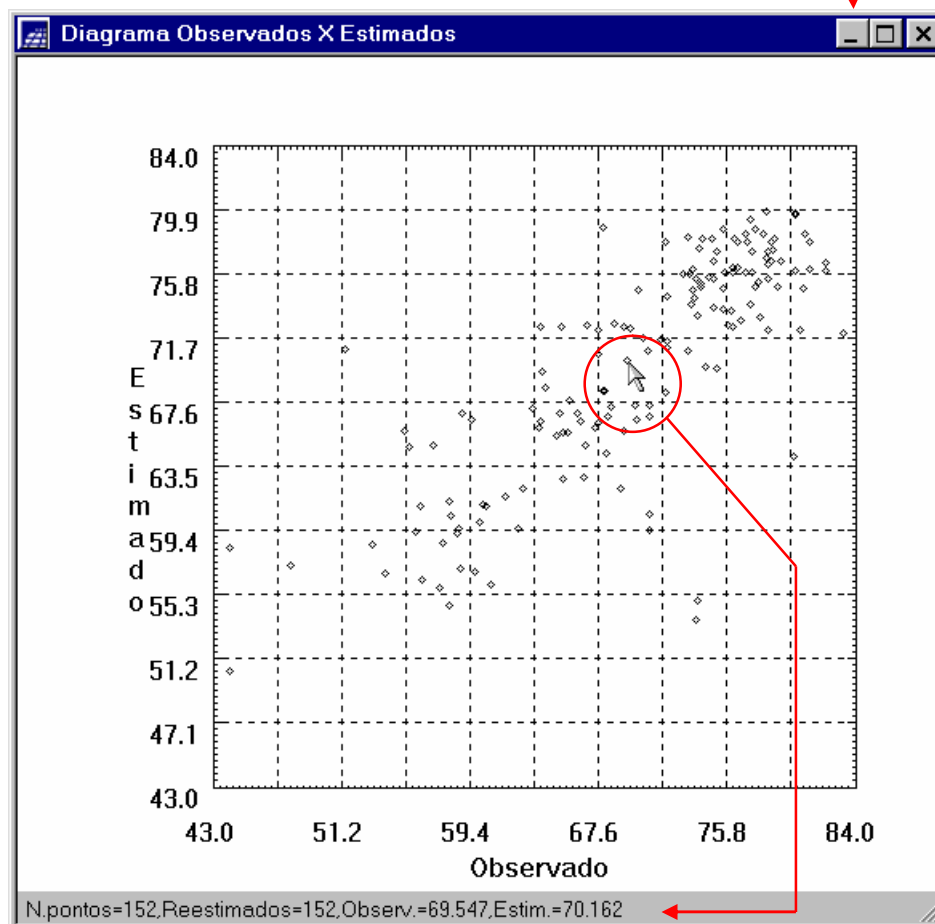
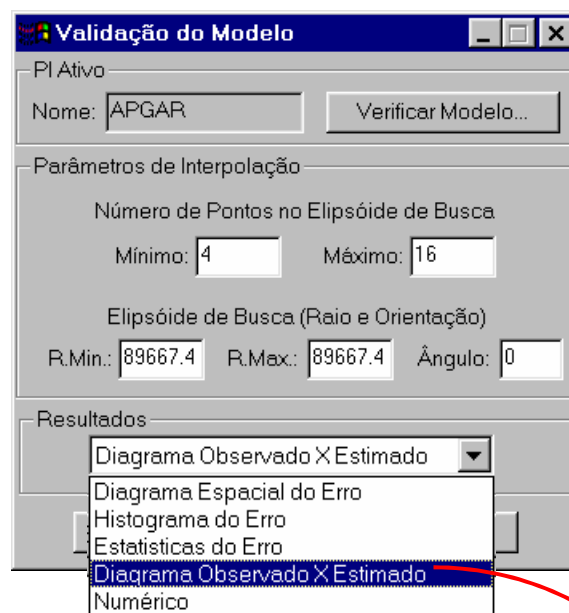
- Histograma do Erro



- Estatísticas Descritivas do Erro

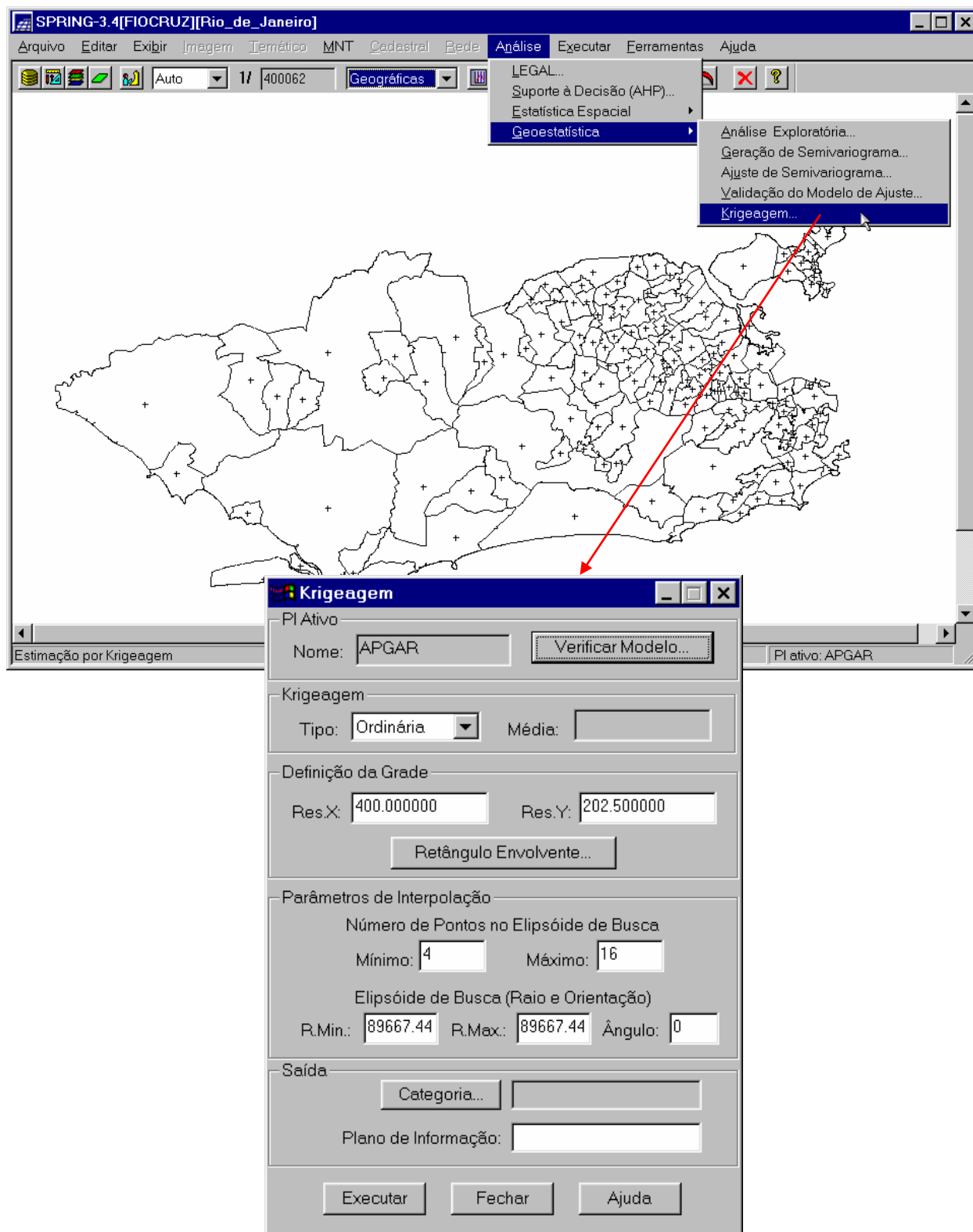


- Diagrama de Valores Observados versus Estimados

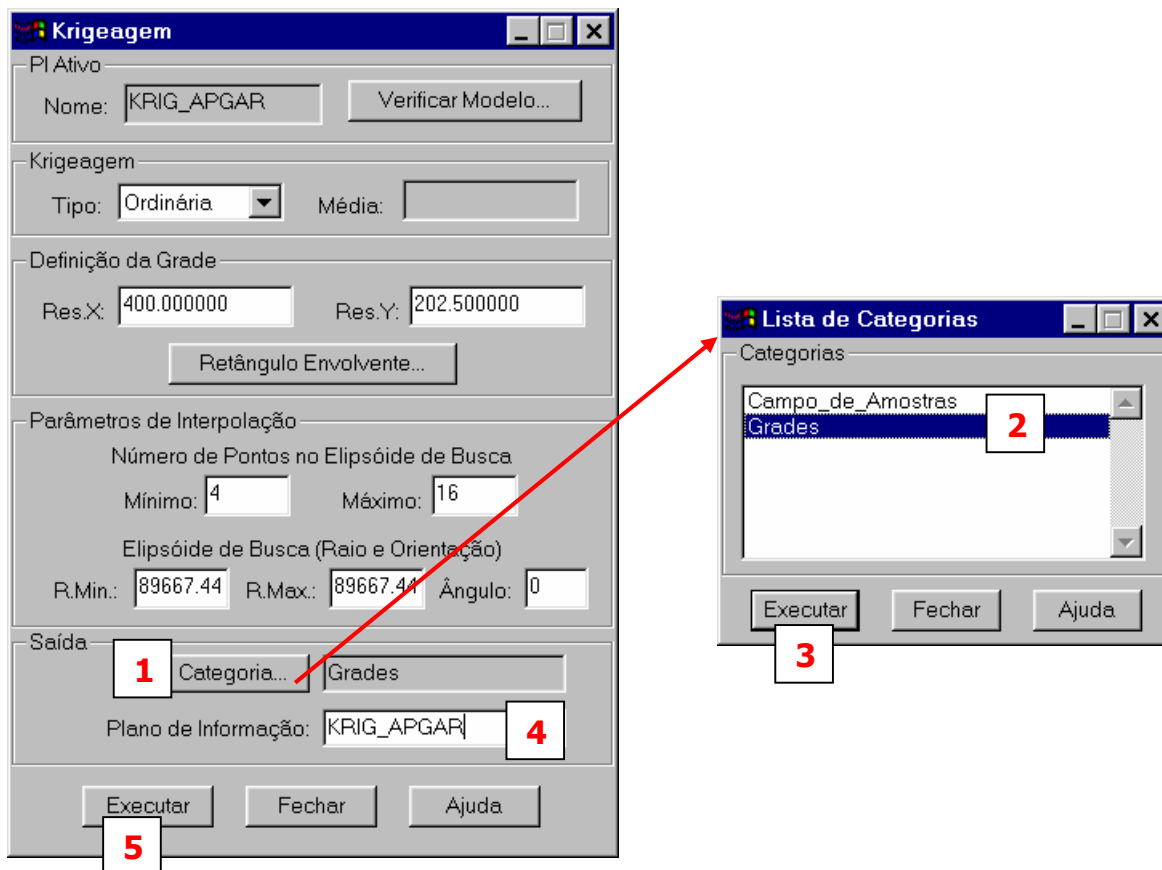


8. KRIGEAGEM ORDINÁRIA

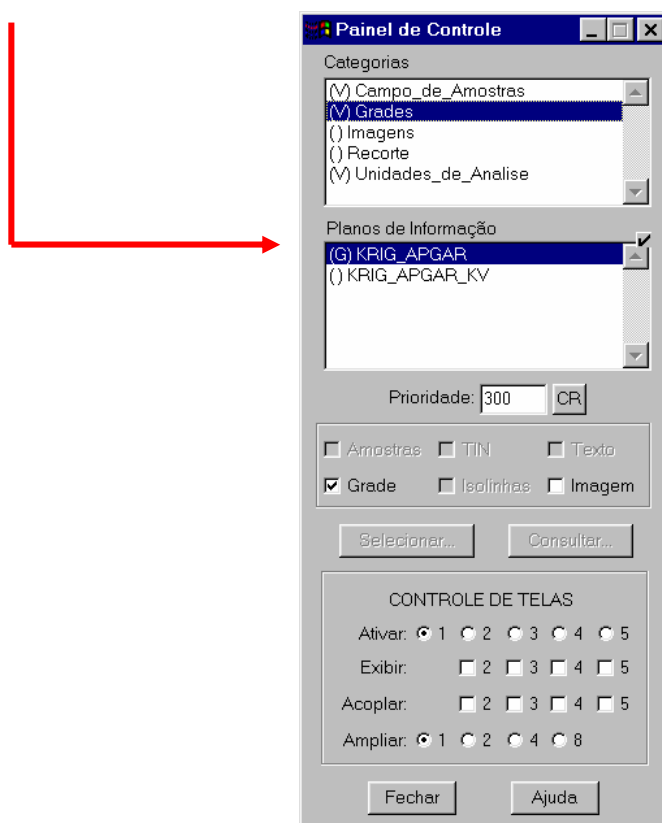
Uma vez realizada a validação do modelo, a etapa final do processo geoestatístico consiste na interpolação de krigeagem. Esta etapa é realizada conforme segue.



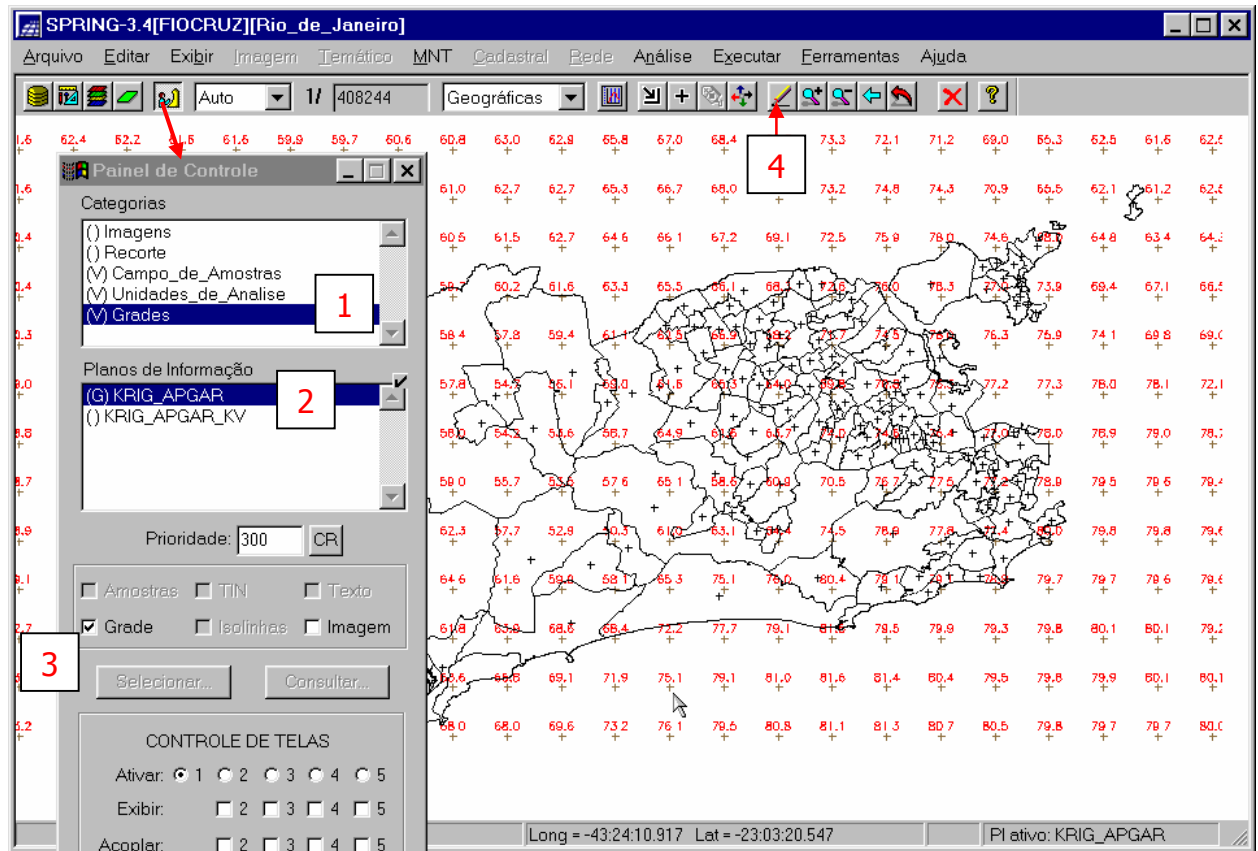
- Executando a Krigagem



Após executar a krigagem observe na Interface do Painel de Controle que o Plano de Informação **KRIG_APGAR**, definido no passo 4, está disponível para visualização.



- Visualizando a grade de krigeagem gerada para o APGAR.



Neste ponto encerram-se os procedimentos geoestatísticos. A grade de krigeagem gerada e apresentada na Figura acima está amostrada; além disso, uma representação ou visualização numérica da mesma é pouco informativa.

Para se ter uma melhor compreensão do fenômeno em estudo; isto é, de sua variabilidade espacial, é conveniente transformar a Grade de Krigeagem do APGAR em **IMAGEM**. Desta forma, o especialista têm uma visão imediata do comportamento espacial da variável e portanto um melhor entendimento.

O passo seguinte apresenta como realizar a transformação **GRADE -> IMAGEM**.

9. ANÁLISE DOS RESULTADOS

- Transformando a Grade de Krigagem do APGAR em IMAGEM

4

Arquivo Editar Exibir Imagem Temático MNT Cadastral Rede Análise Executar Ferramentas Ajuda

Auto 1/ 408244

1

2

3

5

6

9

10

7

8

SPRING-3.4[FIOCRUZ][Rio_de_Janeiro]

Editar... Mosaico... Geração de Textos... Geração de Grade Retangular... Geração de Grade Triangular... Geração de Imagem... Declividade... Fatiamento... Geração de Isolinhas... Visualização 3D... Perfil... Volume... Mapa de Distâncias...

Imagens Recorte Campo_de_Amostras Unidades_de_Analise Grades Imagens_Grade

Planos de Informação (G) KRIG_APGAR (I) KRIG_APGAR_KV

Prioridade: 300 CR

Amostras TIN Texto Grade Isolinhas Imagem

Selecionar... Consultar...

CONTROLE DE TELAS Ativar: 1 2 3 4 5

Imagem: ☒ Nível de Cinza ☐ Sombreada

Categoria de Saída: Imagens_Grade

Pl de Saída: IMA_KRIG_APGAR

Parâmetros de Iluminação

Azimute (graus): 45 Elevação (graus): 45

Exagero de Relevor: 410.48

Executar Fechar Ajuda

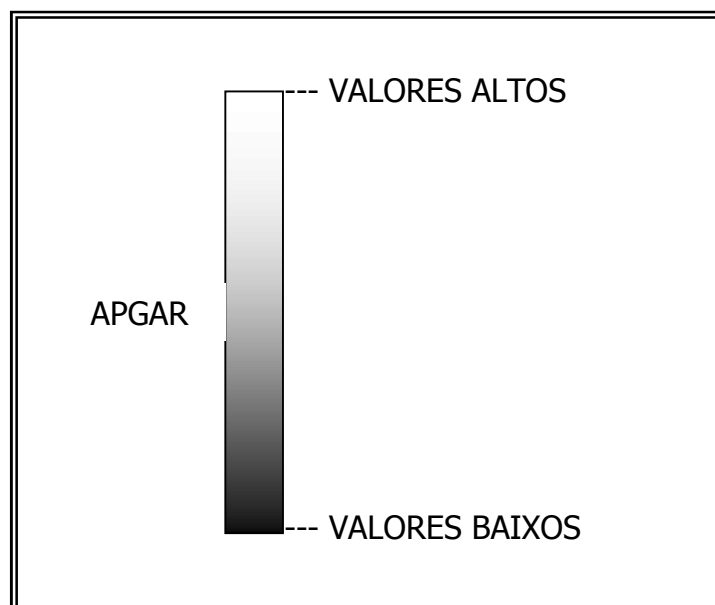
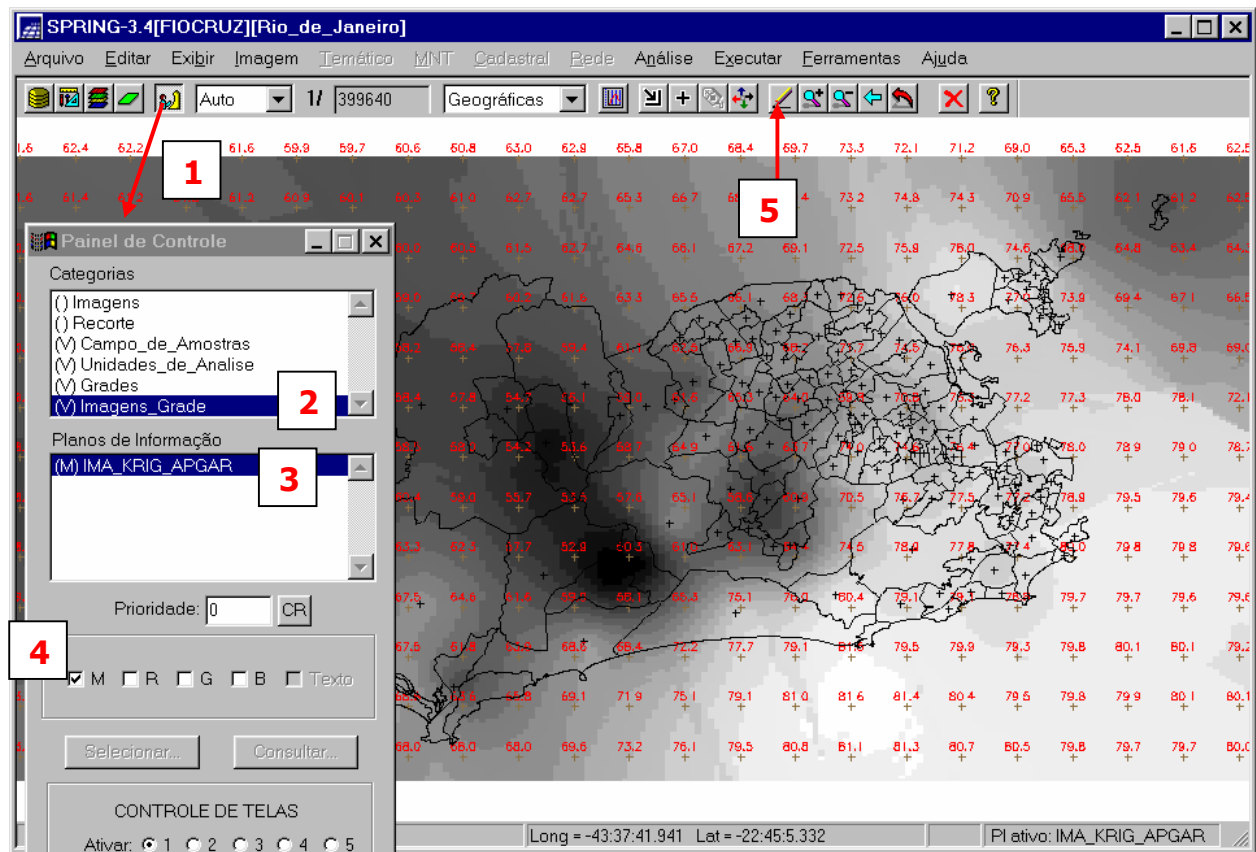
Lista de Categorias

Categorias

Imagens Imagens_Grade

Executar Fechar Ajuda

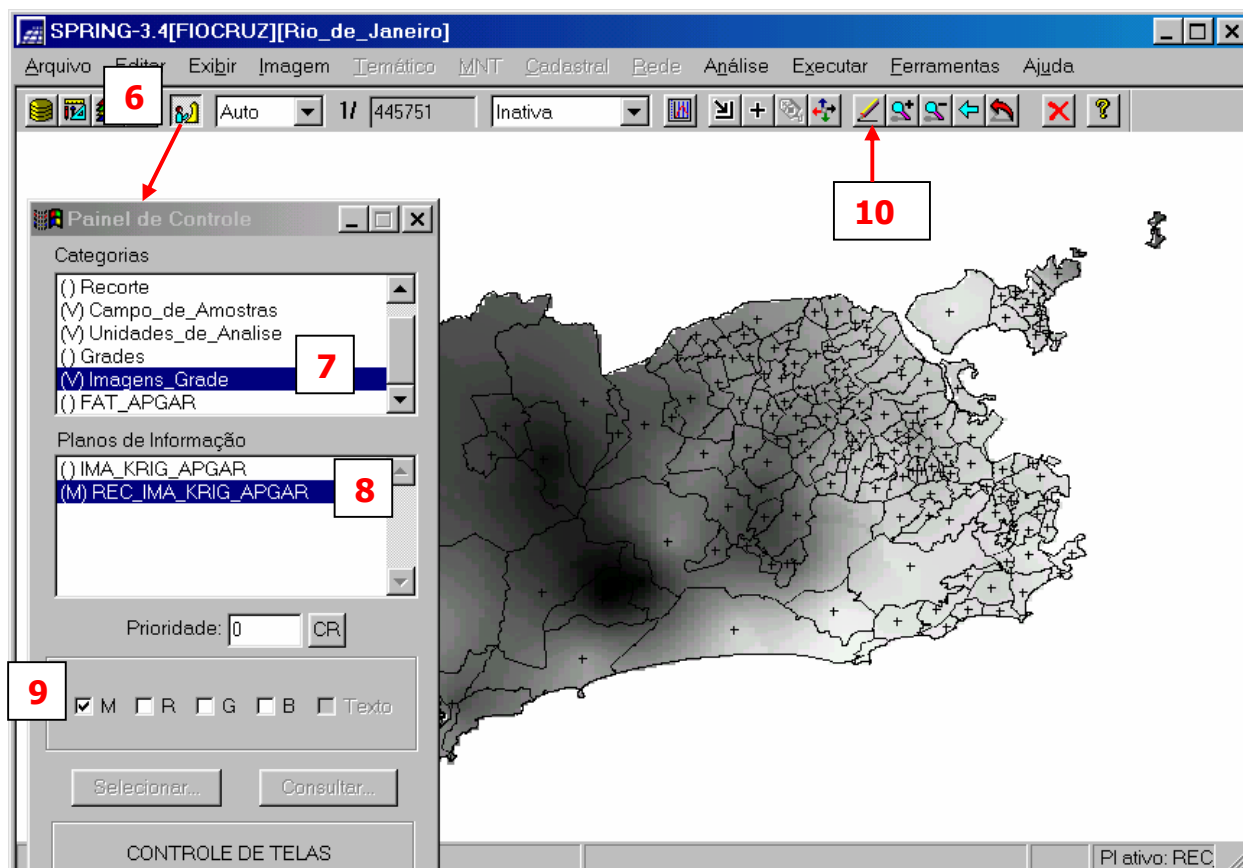
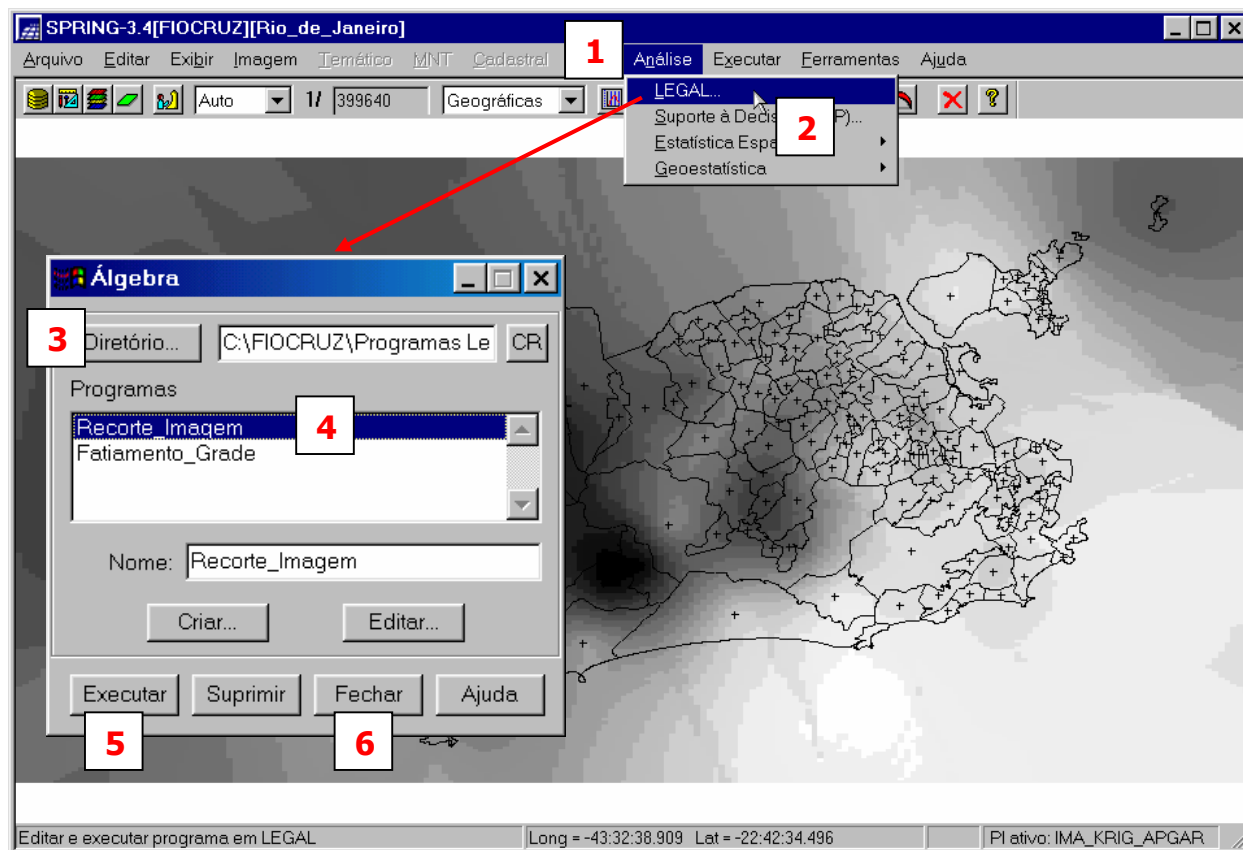
- Visualizando a Imagem referente a grade de Krigeagem do APGAR



A porção extra da imagem que ultrapassa o contorno externo do município evidentemente que não têm significado algum e portanto nenhuma utilidade. Assim sendo, procede-se a eliminação da mesma.

- Executando o recorte da **IMAGEM** oriunda da Grade de krigeagem do APGAR.

Isto é realizado através de um programa escrito em **LEGAL** (Linguagem **E**spacial para **G**eoprocessamento **A**lgébrico), a qual é intrínseca do sistema **SPRING**. A sequência a seguir apresenta como processar um programa em **LEGAL**.



- Executando Fatiamento na Grade de Krigeagem do APGAR

Uma outra forma de análise, é realizar o **FATIAMENTO**. Isto consiste em gerar uma Imagem Temática a partir de uma grade retangular. Os temas da Imagem Temática resultante correspondem a intervalos de valores, denominados no SPRING de **FATIAS**.

Tal procedimento pode ser realizado via menu do SPRING ou através do LEGAL. A sequência abaixo mostra um exemplo utilizando um programa escrito em LEGAL. Este programa além de executar o fatiamento realiza também o recorte da imagem temática gerada.

