



Ministério da Ciência e Tecnologia
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

DIVISÃO DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS - DPI

ANÁLISE ESPACIAL DE DADOS GEOGRÁFICOS

LABORATÓRIO I

Roteiro prático

ANÁLISE DE PADRÕES DE PONTOS

Dr. Eduardo Camargo e Dr. Carlos Felgueiras

Atualizado: 05/05/2010

RESUMO

Este laboratório objetiva aplicar algumas técnicas de análise de padrões de distribuição de pontos para determinar se os eventos observados exibem algum padrão sistemático, ao invés de estar distribuídos aleatoriamente.

Os seguintes métodos serão aplicados:

- Estimador de densidade por Kernel;
- Método do Vizinho Mais Próximo;
- Método do Vizinho Mais Próximo com Simulação;
- Função L (oriunda da Função K);
- Função L com Simulação.

Bancos de dados disponíveis:

- Porto Alegre
Dados: violência por homicídios, acidentes de transporte e suicídios, na cidade de Porto Alegre – RS.
- Bairros de São Paulo
Dados: percentual de idosos (mais que 70 anos) na cidade de São Paulo, agregados por bairros.

SUMÁRIO

	Pág.
1. Aplicação do Estimador de Densidade por Kernel - Banco de Dados Porto Alegre	05
1.1. Ativar Banco de Dados Porto Alegre	06
1.2. Ativar Projeto	06
1.3. Visualizar os Eventos de Violência (Mortalidade)	07
1.4. Aplicar o Estimador de Densidade por Kernel	07
1.4.1. A Interface do Estimador de Densidade por Kernel	08
1.4.2. Visualizar o Resultado do Estimador de Densidade por Kernel	09
1.4.3. Transformar a Grade de Kernel em Imagem	10
1.4.4. Executar Recorte na Imagem do Kernel	11
1.4.5. Visualizar a Imagem Recortada	12
1.4.6. Executar Fatiamento na Grade de Kernel	12
1.4.7. Visualizar o Fatiamento da Grade de Kernel	14
1.4.8. Executar Recorte do Mapa Temático Oriundo da Grade de Kernel	15
1.4.9. Visualizar o Mapa Temático Recortado	16
1.4.10. Alterar a Largura da Banda do Kernel	16
2. Aplicação do Estimador de Densidade por Kernel - Banco de Dados Bairros_SP	17
2.1. Ativar Banco de Dados Bairros_SP	18
2.2. Ativar Projeto	18
2.3. Visualizar os Dados	19
2.4. Aplicar o Estimador de Densidade por Kernel	19
2.4.1. A Interface do Estimador de Densidade por Kernel	20
2.4.2. Visualizar o Resultado do Estimador de Densidade por Kernel	21
2.4.3. Transformar a Grade de Kernel em Imagem	22
2.4.4. Executar Recorte na Imagem do Kernel	23
2.4.5. Visualizar a Imagem Recortada	24
2.4.6. Executar Fatiamento na Grade de Kernel	25
2.4.7. Visualizar o Fatiamento da Grade de Kernel	26
2.4.8. Executar Recorte do Mapa Temático Oriundo da Grade de Kernel	27
2.4.9. Visualizar o Mapa Temático Recortado	28
2.4.10. Alterar a Largura da Banda do Kernel	28

3. Aplicação do Método Vizinho Mais Próximo - Banco Dados Porto Alegre	29
3.1. Ativar Banco de Dados Porto Alegre	30
3.2. Ativar Projeto	30
3.3. Executar o Método do Vizinho Mais Próximo	31
3.4. Aplicação do Método do Vizinho Mais Próximo	32
3.5. Executar o Método do Vizinho Mais Próximo com Simulação	33
4. Aplicação da Função L (oriunda da Função K) - Banco Dados Porto Alegre.....	34
4.1 Executar a Função L	35
4.2 Aplicação da Função L	36
4.3 Executar a Função L com Simulação	37
BIBLIOGRAFIAS DE APOIO	38

1. Aplicação do Estimador de Densidade por Kernel - Banco de Dados Porto Alegre

Para ilustrar o uso do estimador de densidade por Kernel será empregado o Banco de Dados Porto Alegre. Os dados contidos neste banco referem-se às ocorrências de violência, por homicídios, suicídios e acidentes de trânsito, ocorridas na cidade de Porto Alegre-RS, em 1996. A Figura 1 mostra as localizações dos eventos de violência.

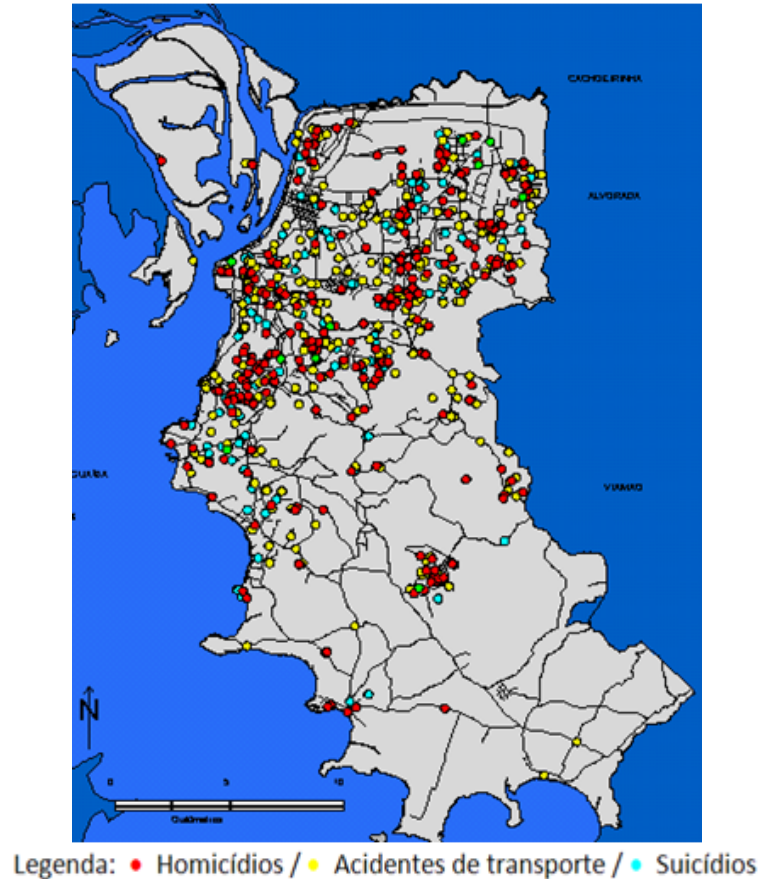


Figura 1 - Distribuição de casos de mortalidade por causas externas em Porto Alegre em 1996 (FONTE ADAPTADA: Santos, M. S., 1999).

O estimador de Kernel ajusta uma função bi-dimensional sobre os eventos considerados, compondo uma superfície cujo valor será proporcional à intensidade de amostras por unidade de área. Se S representar uma localização qualquer na região de estudo e $S_1, \dots, S_n, i=1, \dots, n$, são as localizações dos eventos observados, então a intensidade da distribuição pode ser estimada como (Bailey e Gatrell, 1995):

$$\hat{\lambda}(s) = \sum_{h_i \leq \tau} \frac{3}{\pi \tau^2} \left(1 - \frac{h_i^2}{\tau^2} \right)^2$$

em que :

- $h_i = (S - S_i)$: é a distância entre o ponto S a estimar e a localização da observação S_i ;
- τ : é a largura da banda, definida pelo analista.

1.1. Ativar Banco de Dados Porto Alegre

Inicialize o SPRING e siga os passos de 1 a 5 conforme indicados na Figura 2.

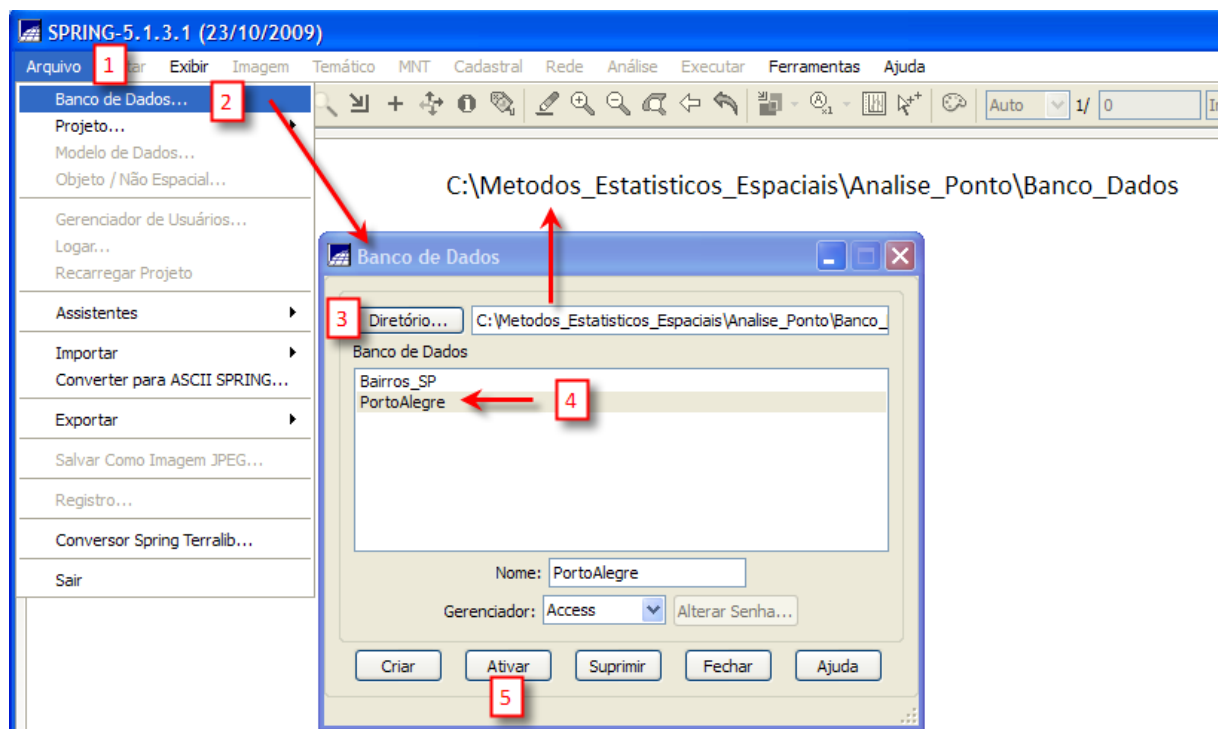


Figura 2.

1.2. Ativar Projeto

Siga os passos de 1 a 5 conforme indicados na Figura 3.

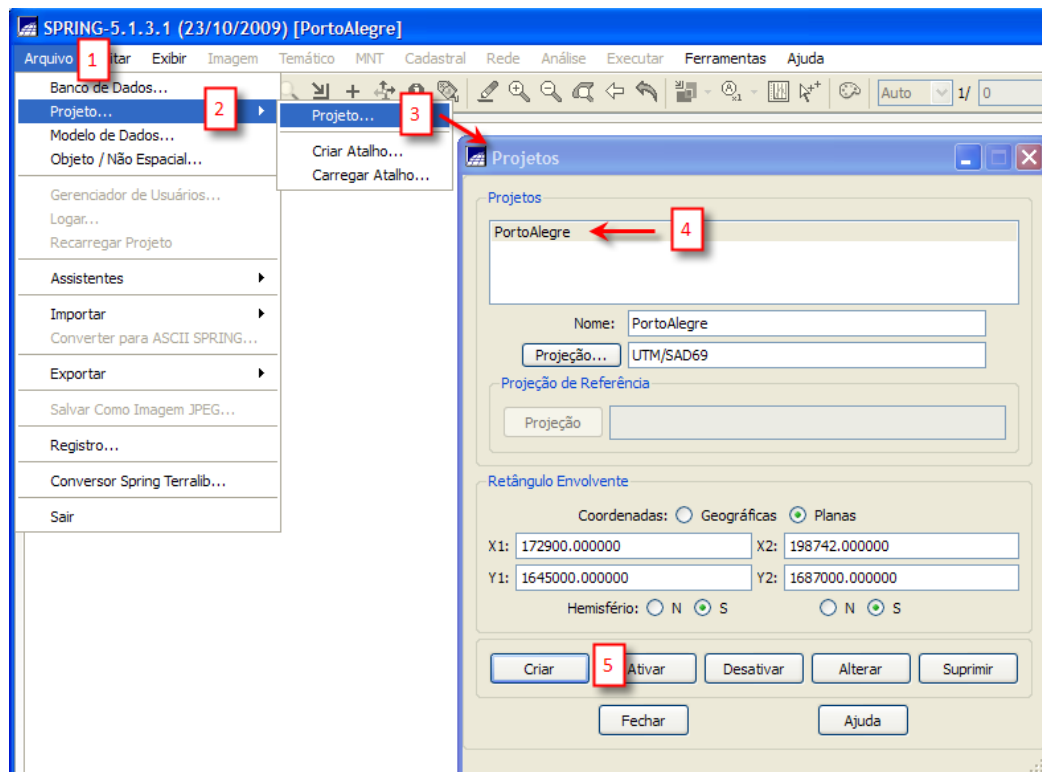


Figura 3.

1.3. Visualizar os Eventos de Violência (Mortalidade)

Siga os passos de 1 a 4, conforme Figura 4.

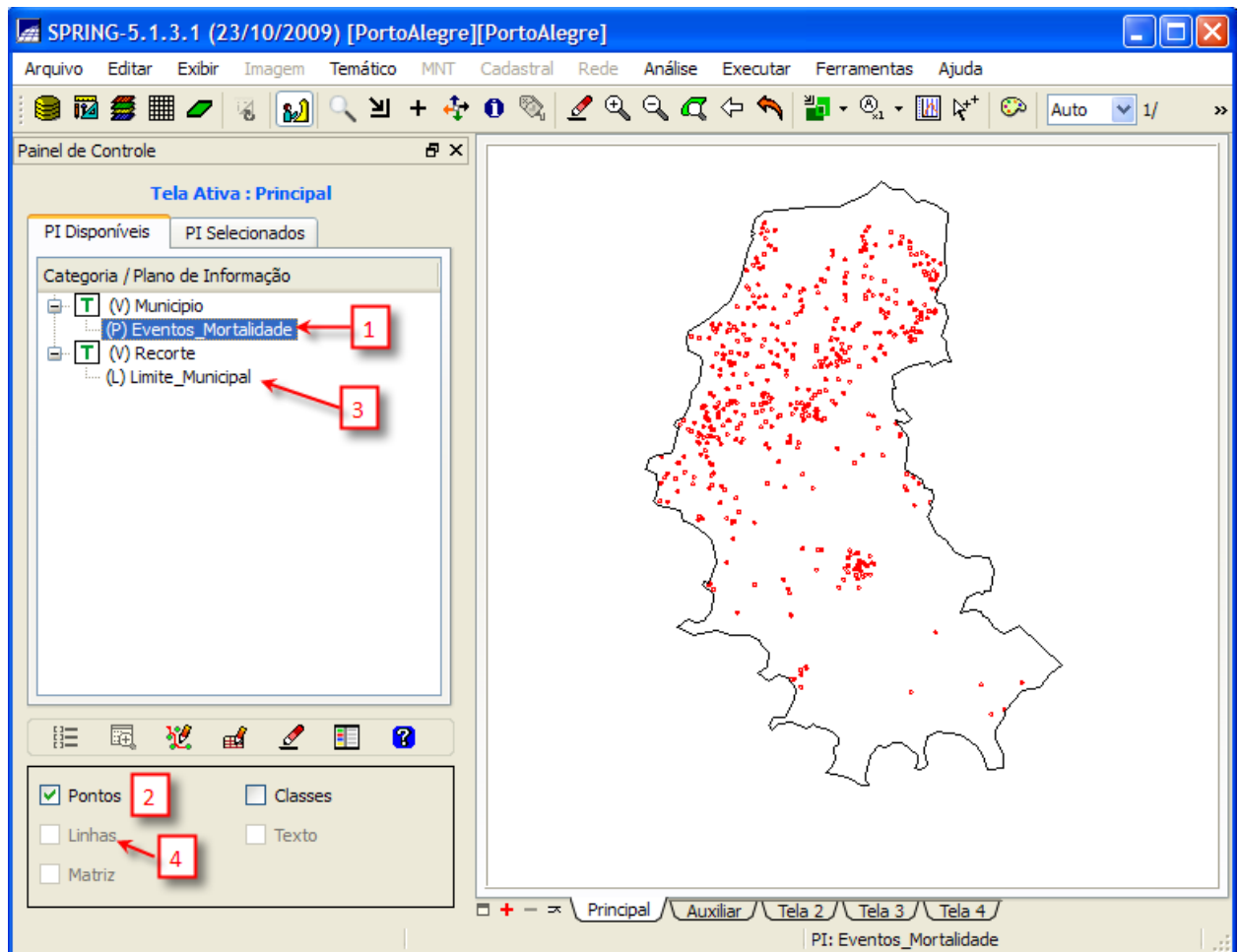


Figura 4.

1.4. Aplicar o Estimador de Densidade por Kernel

Siga os passos de 1 a 4, conforme Figura 5.

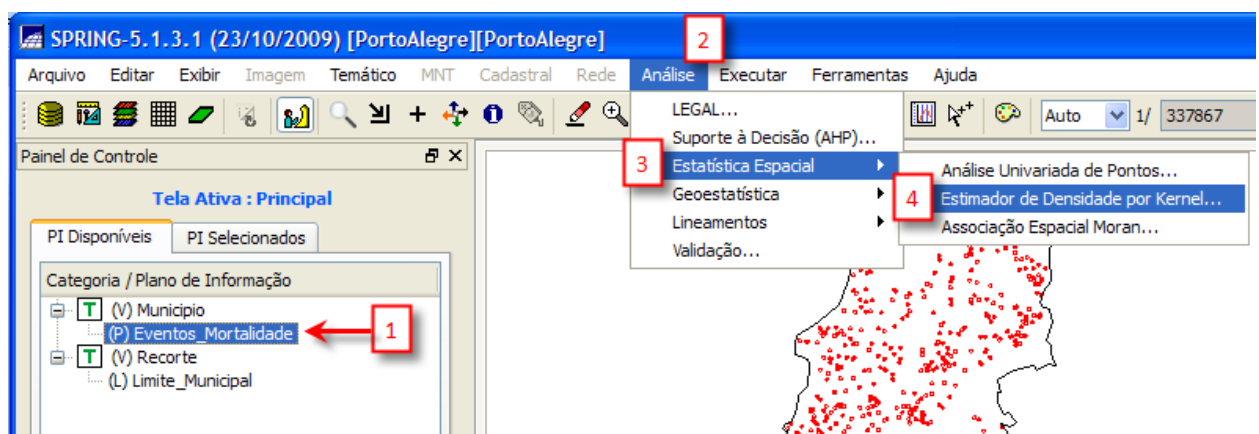


Figura 5.

Os passos mostrados na Figura 5 levam à abertura da interface do estimador de intensidade por Kernel, conforme ilustrado a seguir.

1.4.1. A Interface do Estimador de Densidade por Kernel

Siga os passos de 1 a 10, conforme Figura 6.

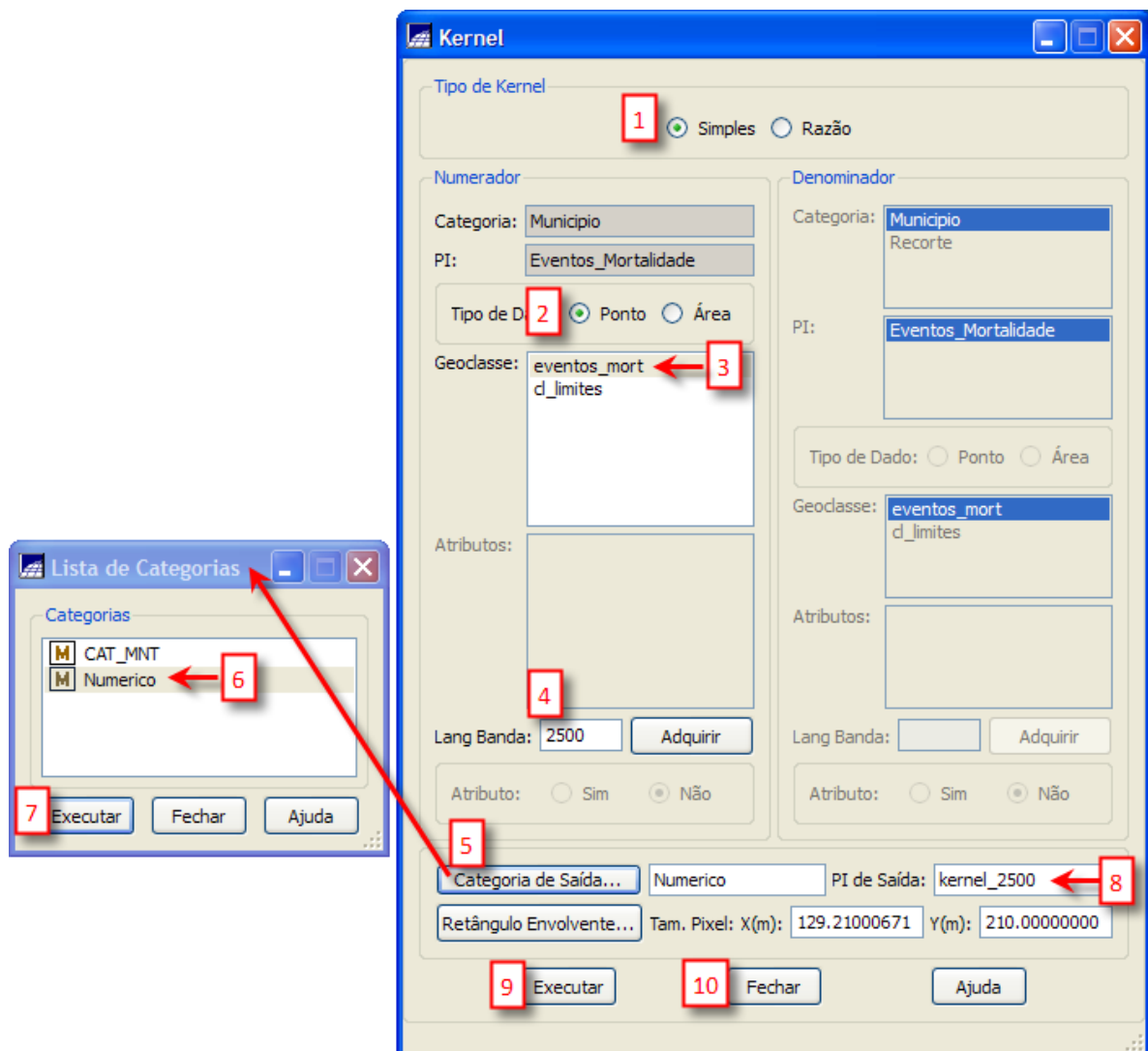


Figura 6.

Observações:

- O Tipo de Kernel por “default” é **Simples**.
- No contexto **Numerador** a interface apresenta os nomes da **Categoria** e do **PI** ativo. Neste exemplo: **Municipio** e **Eventos_Mortalidade**, respectivamente.
- Neste exemplo o **Tipo de Dado** que estamos tratando é do tipo **Ponto**, refere-se ao plano de informação **Eventos_Mortalidade**. Além disso, são pontos associados à **Geoclasse** **eventos_mort**, conforme definida no banco de dados.
- Há duas formas de definir o parâmetro **Larg Banda**: i) A primeira é escrever o valor diretamente no campo reservado; ii) A segunda é através o mouse. Neste caso, pressiona-se o botão **Adquirir**, move-se o cursor do mouse sobre PI ativo, pressiona-se o botão da esquerda para marcar o ponto inicial, pressiona-se novamente o botão da esquerda para marcar o ponto final. A distância entre os pontos iniciais e finais é informada no campo **Larg Banda**.

- e) Pressione o botão **Categoria de Saída...**. Uma nova interface será apresentada para que se escolha a categoria desejada. Neste exemplo: *Numerico*.
- f) Defina o nome do **PI de saída**. Neste exemplo: *Kernel_2500*.
- g) O botão **Retângulo Envolvente...** deve ser pressionado quando se deseja delimitar o cálculo do estimador de Kernel para uma subárea de trabalho.
- h) Os parâmetros **Tam. Pixel X(m)** e **Y(m)** são equivalentes as resoluções X e Y da grade de saída. Estes parâmetros são sempre inicializados, de modo a obter uma grade de saída com dimensão de 200 colunas por 200 linhas. Caso deseje outras resoluções basta informá-las nos respectivos campos **X(m)** e **Y(m)**.
- i) Para finalizar pressione o botão **Executar**. Esta ação irá gerar um novo PI do modelo MNT. Neste caso de nome *kernel_2500*.
- j) Uma vez gerado o PI *Kernel_2500* fechar a interface de Kernel.

1.4.2. Visualizar o Resultado do Estimador de Densidade por Kernel

Siga os passos 1 e 2, conforme Figura 7.

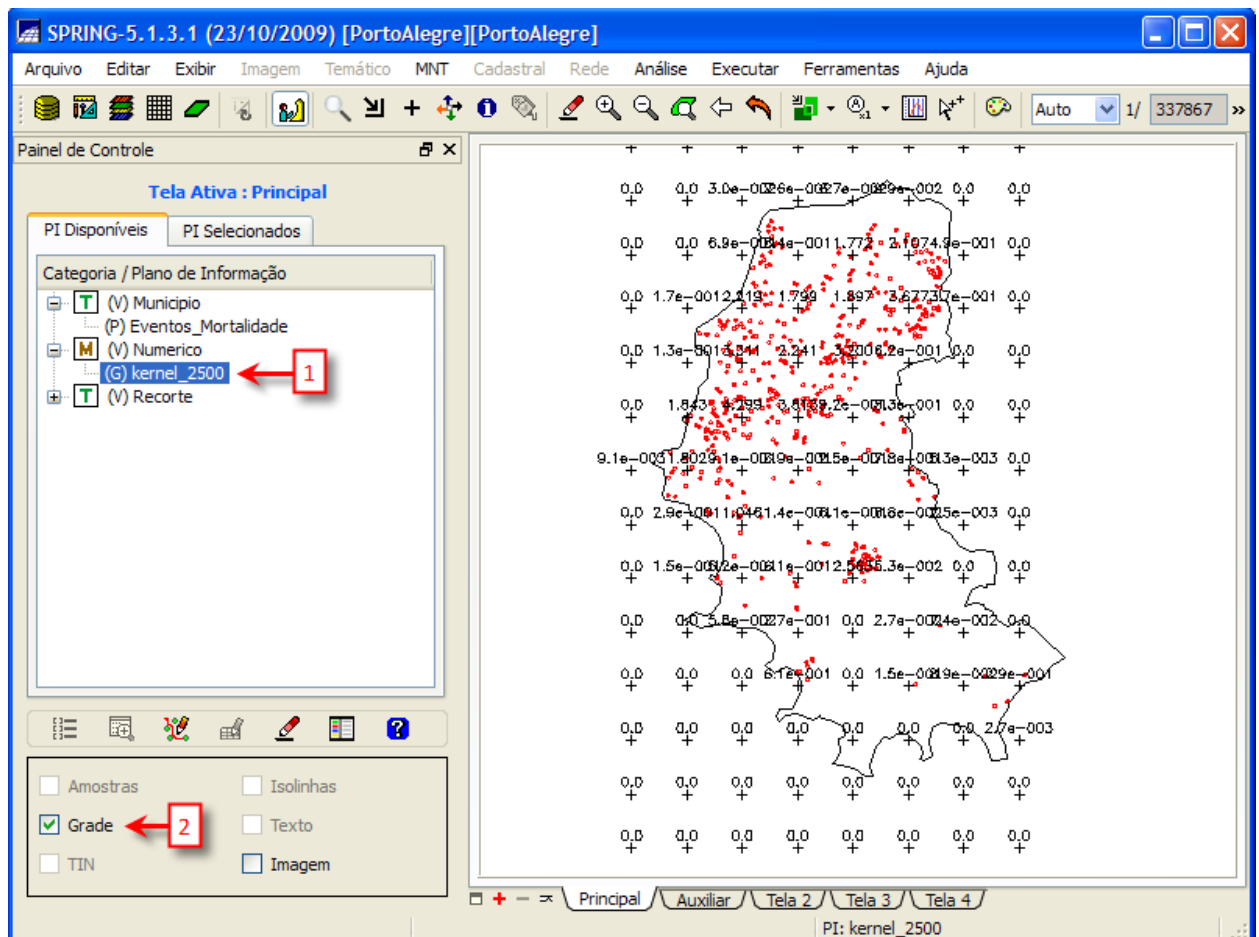


Figura 7.

A grade ilustrada na Figura 7 representa a superfície do evento investigado; está amostrada (caso deseje dê um zoom sobre a mesma). Para visualizar a sua variabilidade espacial é conveniente transformá-la em imagem. Isto é realizado conforme segue.

1.4.3. Transformar a Grade de Kernel em Imagem

Siga os passos de 1 a 9, conforme Figura 8.

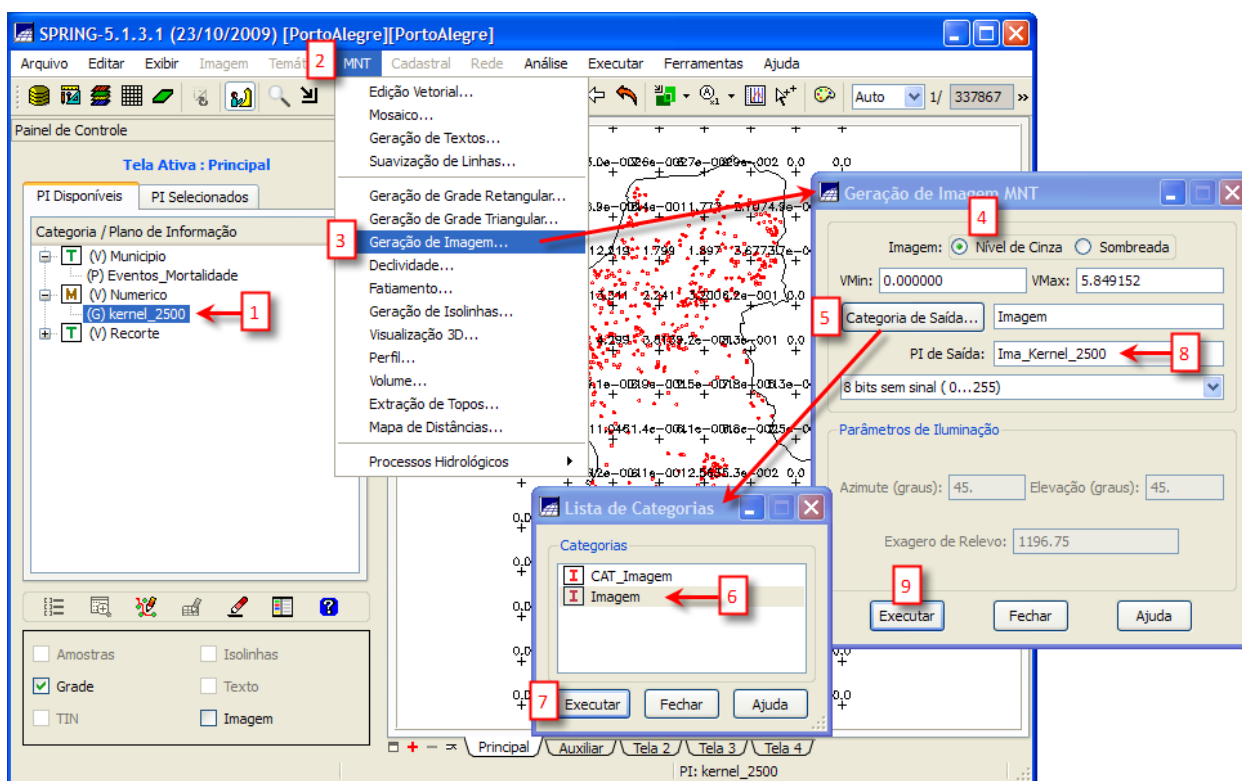


Figura 8.

Um novo PI da categoria *Imagem* é gerado (de nome *Ima_Kernel_2500*) e apresentado automaticamente na *Tela Auxiliar*. Feche a *Tela Auxiliar*. Para visualizá-lo na *Tela Principal* siga os passos 1 e 2, conforme Figura 9.

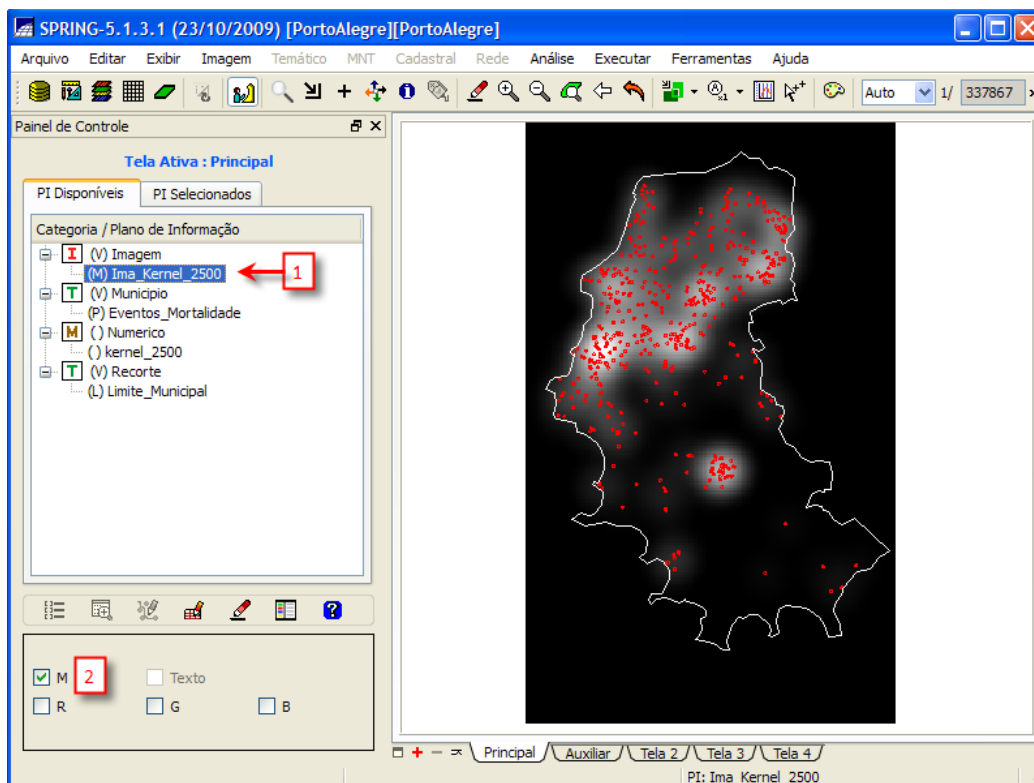


Figura 9.

1.4.4. Executar Recorte na Imagem do Kernel

Para melhor apresentação visual efetua-se o recorte na imagem gerada. Isto pode ser realizado via menu: *Ferramentas->Recortar Plano de Informação...* Siga os passos de 1 a 13, conforme indicados na Figura 10.

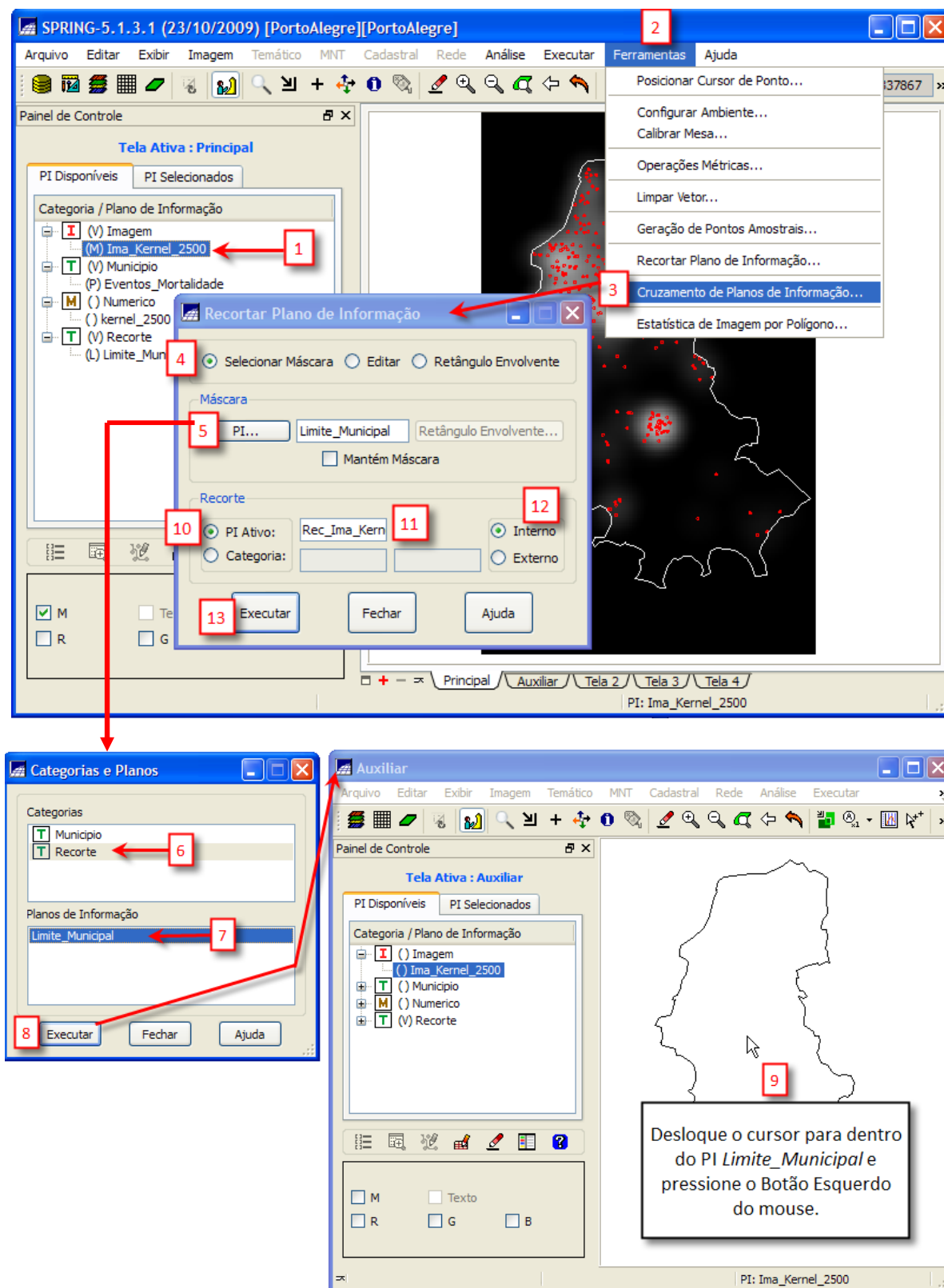


Figura 10.

1.4.5. Visualizar a Imagem Recortada

Para visualizar a imagem recortada siga os passos 1 e 2, conforme Figura 11. Observe que um novo plano de informação foi criado: *Rec_Ima_Kernel_2500*.

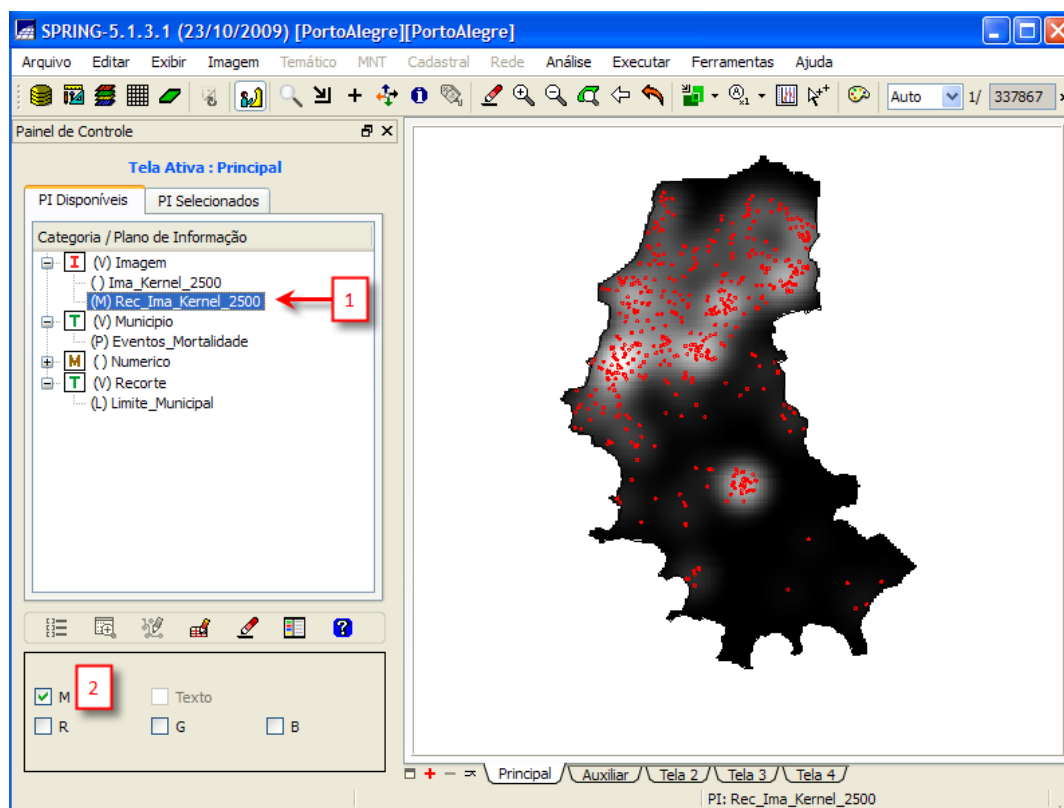


Figura 11.

Na Figura 11 a imagem de níveis de cinza representa a variabilidade espacial dos eventos de violência sobre a cidade de Porto Alegre-RS. As regiões mais claras da imagem indicam as localizações do município aonde o índice de violência são maiores e vice-versa.

Para visualizar em cores siga os passos de 1 a 5 conforme ilustrados na Figura 12.

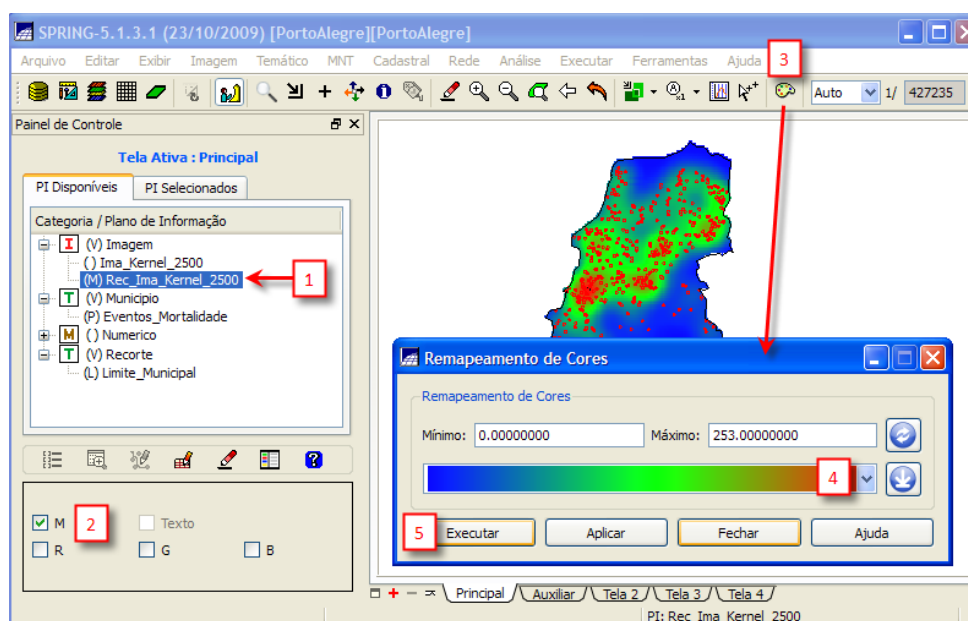


Figura 12.

1.4.6. Executar Fatiamento na Grade de Kernel

Uma outra forma de visualizar a grade de Kernel (PI *Kernel_2500*) é empregar a operação de Fatiamento. Isto é realizado conforme os passos de 1 a 8 ilustrados na Figura 13.

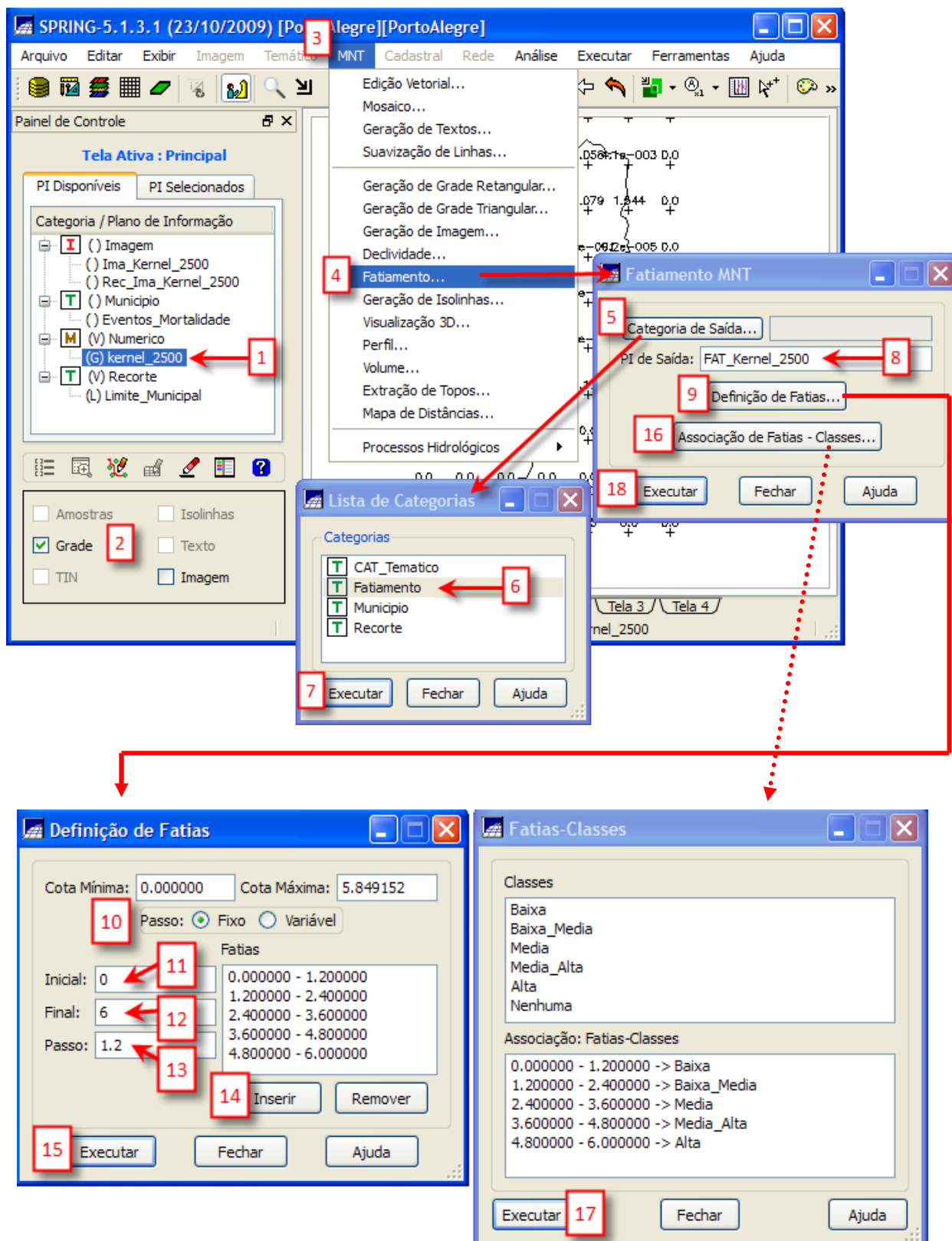


Figura 13.

Neste exemplo, o resultado da operação de Fatiamento é um novo PI do tipo Temático de nome **FAT_Kernel_2500**. Para visualizá-lo é conforme segue.

1.4.7. Visualizar o Fatiamento da Grade de Kernel

Siga os passos 1 e 2, conforme a Figura 14. Observe que um novo plano de informação foi criado: *Fat_Kernel_2500*, localizado abaixo da *Categoria Fatiamento*.

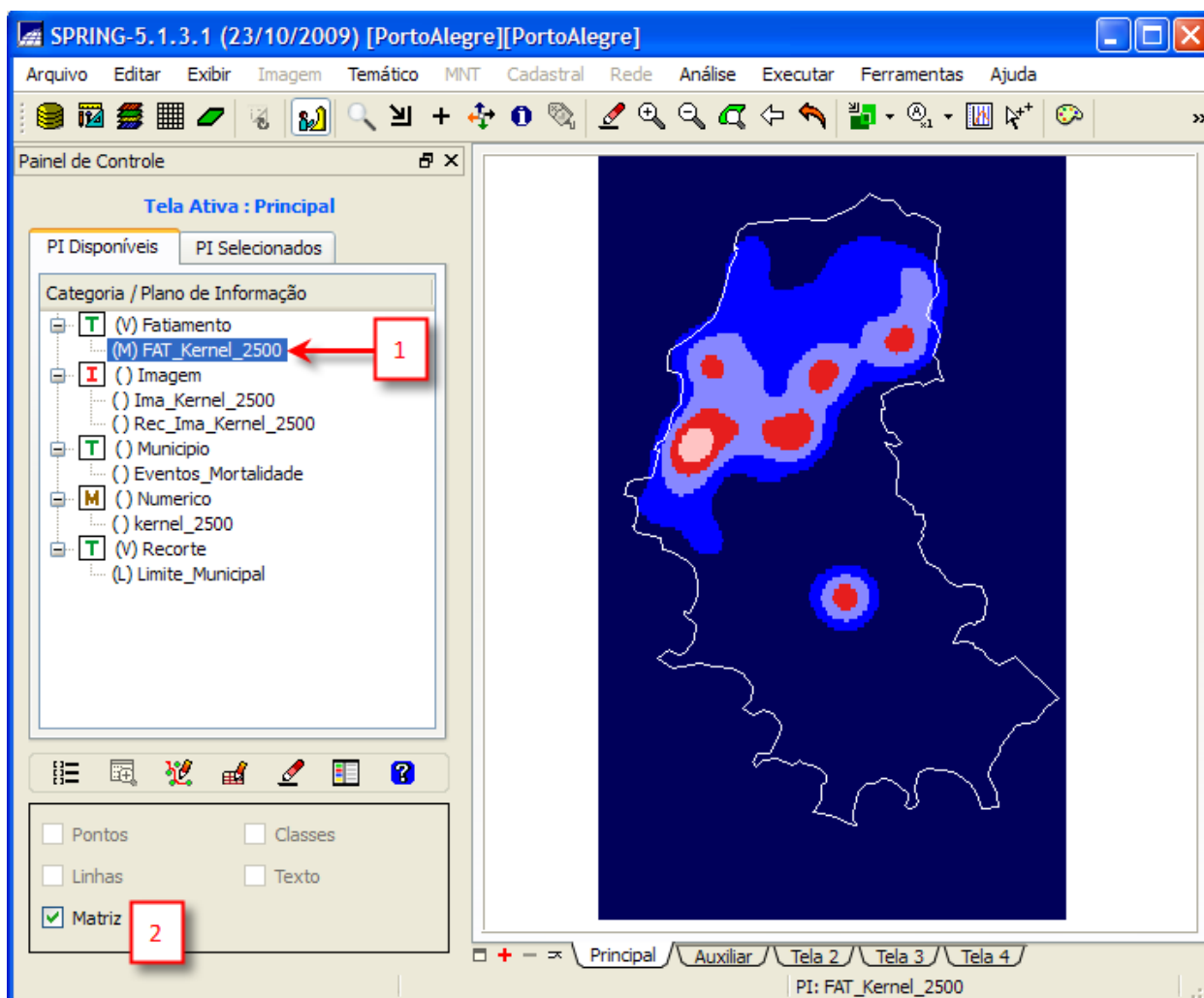
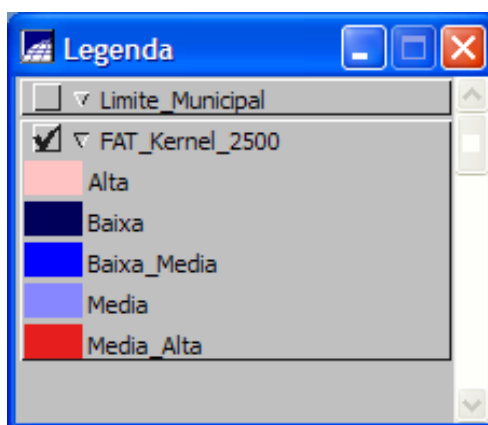


Figura 14.

Para exibir a legenda associada ao mapa temático, *Fat_Kernel_2500*, selecione no menu: *Exibir -> Legenda...* Esta ação leva à abertura da tela abaixo.



1.4.8. Executar Recorte do Mapa Temático Oriundo da Grade de Kernel

Para melhor apresentação visual do mapa temático gerado, **FAT_Kernel_2500**, efetua-se o recorte do mesmo. Isto pode ser realizado via menu principal, conforme visto anteriormente no item 1.4.6. Outra forma é através de um programa escrito em Linguagem LEGAL, conforme segue.

//Programa em Legal para executar o recorte de Mapa Temático.

```
{
  Tematico tem, tem1("Fatiamento");
  Tematico limite ("Recorte");
  tem= Recupere (Nome = "FAT_Kernel_2500");
  tem1= Novo (Nome = "REC_FAT_Kernel_2500", ResX=30, ResY=30, Escala=42000);
  limite = Recupere (Nome = "Limite_Municipal");
  tem1= limite.Class=="cl_limites" ? tem : tem1;
}
```

Para executar o programa LEGAL de recorte do mapa temático siga os passos de 1 a 8, conforme Figura 15. Caso ocorra algum erro na execução do programa LEGAL será necessário *Editar* o mesmo para eliminar os erros, depois *Salvar* e por fim *Executar*.

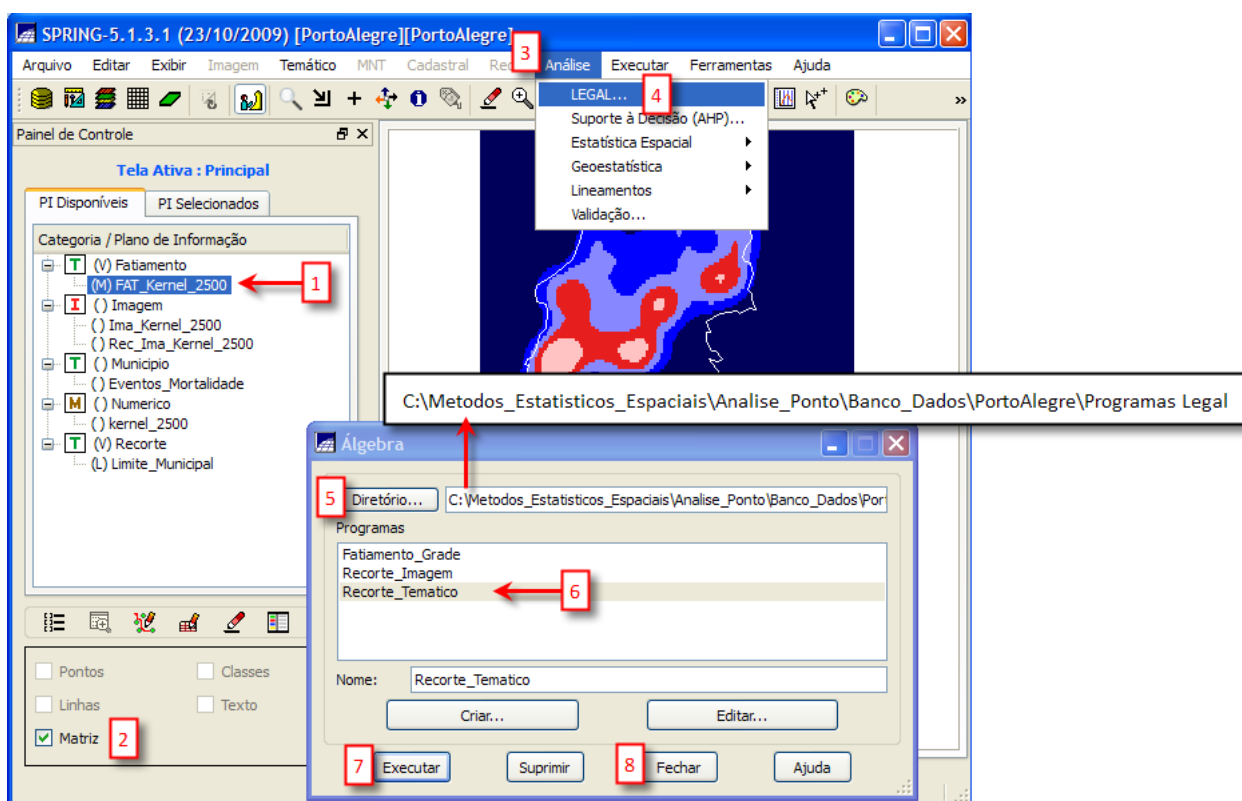


Figura 15.

1.4.9. Visualizar o Mapa Temático Recortado

Para visualizar o mapa temático recortado, PI: **REC_FAT_Kernel_2500**, siga os passos 1 e 2 conforme indicados na Figura 16.

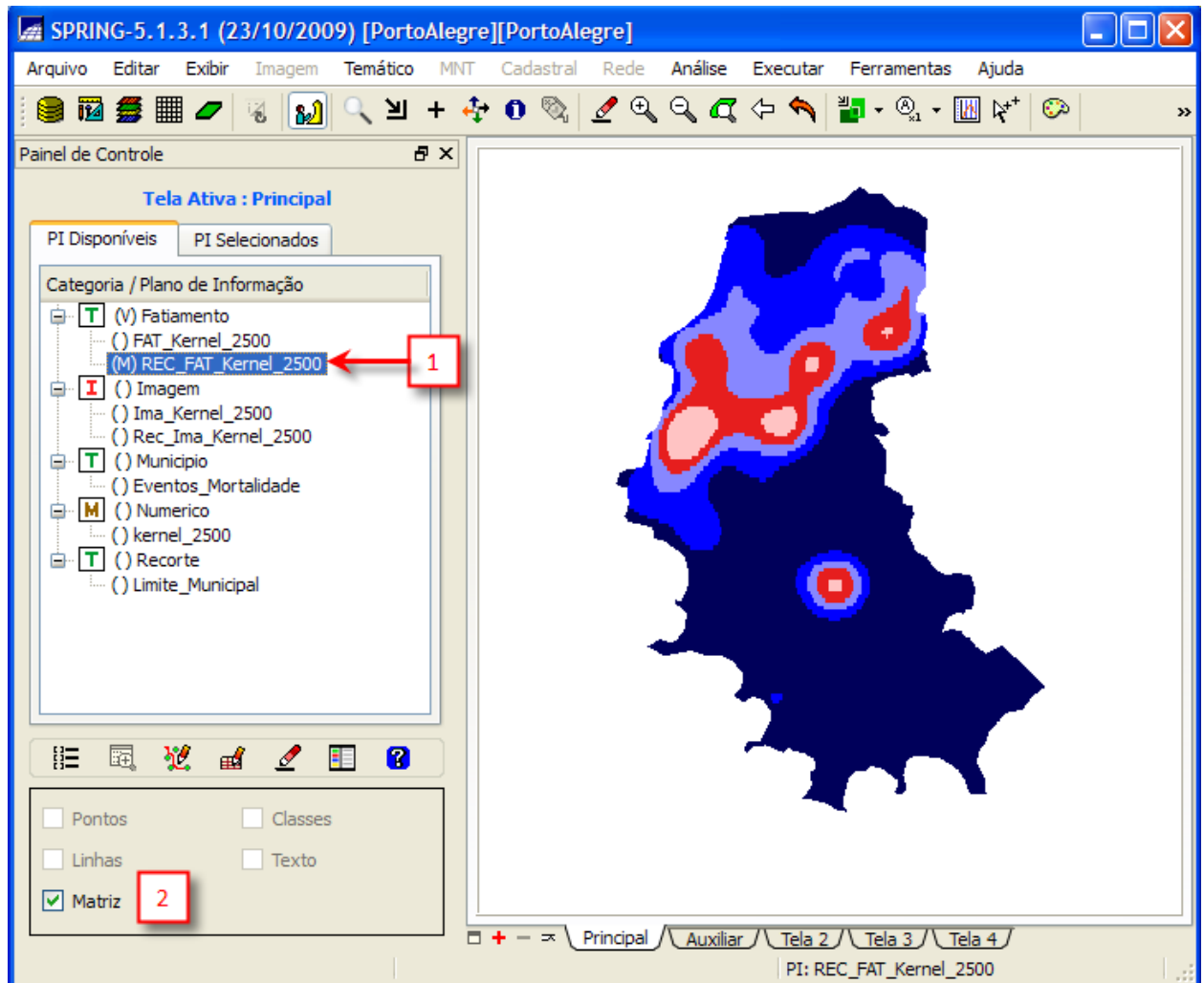


Figura 16.

1.4.10. Alterar a Largura da Banda do Kernel

- Repetir os itens de 1.4 a 1.4.9 para uma largura de banda igual a 1500m; e depois para uma largura de banda igual 5000m;
- Gerar os resultados e fazer uma análise comparativa.

2. Aplicação do Estimador de Densidade por Kernel - Banco Bairros_SP

Neste segundo exemplo será aplicado o estimador de densidade por Kernel para o banco de dados Bairros_SP. Os dados contidos neste banco abrangem as regiões Central e Leste da cidade de São Paulo, conforme Figura 17. Associado a cada bairro há um conjunto de atributos. O atributo a ser analisado será o percentual de idosos (pessoas com mais que 70 anos).

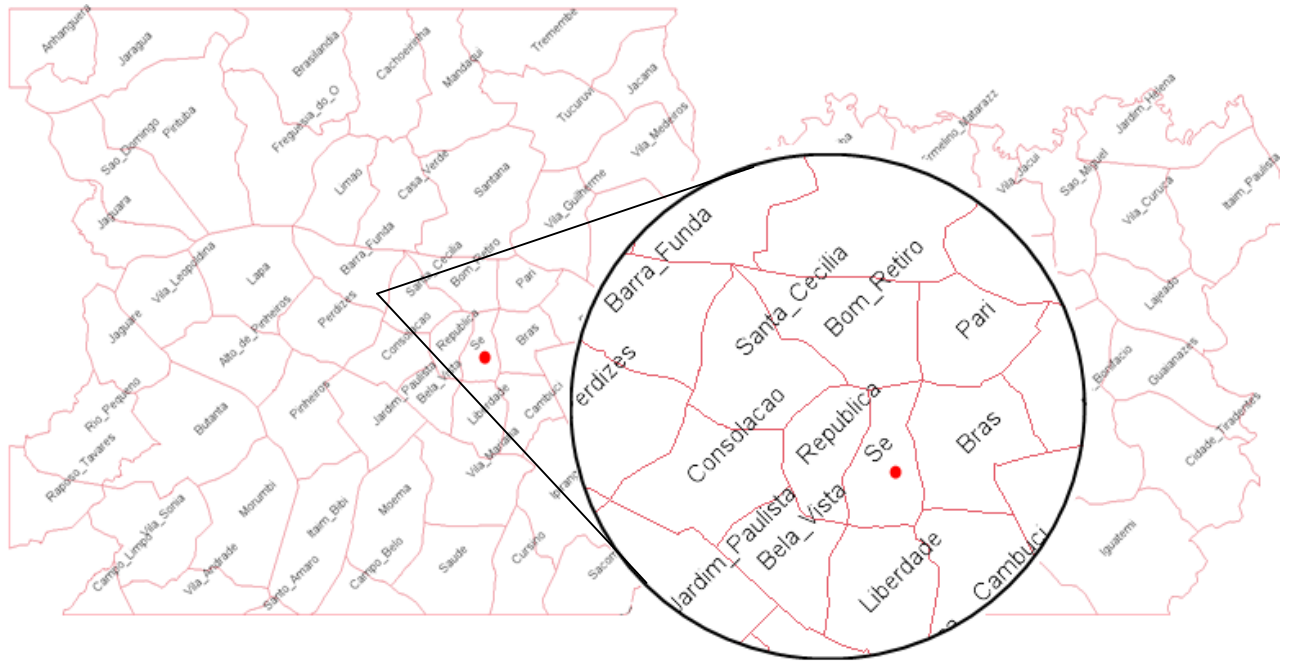


Figura 17.

Diferente do exemplo anterior, agora o Kernel refere-se à medida da quantidade total do atributo por unidade de área, conforme expresso:

$$\hat{\lambda}(s) = \sum_{h_i \leq \tau} \frac{3}{\pi \tau^2} \left(1 - \frac{h_i^2}{\tau^2} \right)^2 \cdot y_i$$

em que :

- $h_i = (S - S_i)$: é a distância entre o ponto S a estimar e a localização da observação S_i ;
- τ : é a largura da banda, definida pelo analista.
- y_i : é o valor do atributo agregado por área.

2.1. Ativar Banco de Dados Bairros_SP

Siga os passos de 1 a 4 conforme indicados na Figura 18.

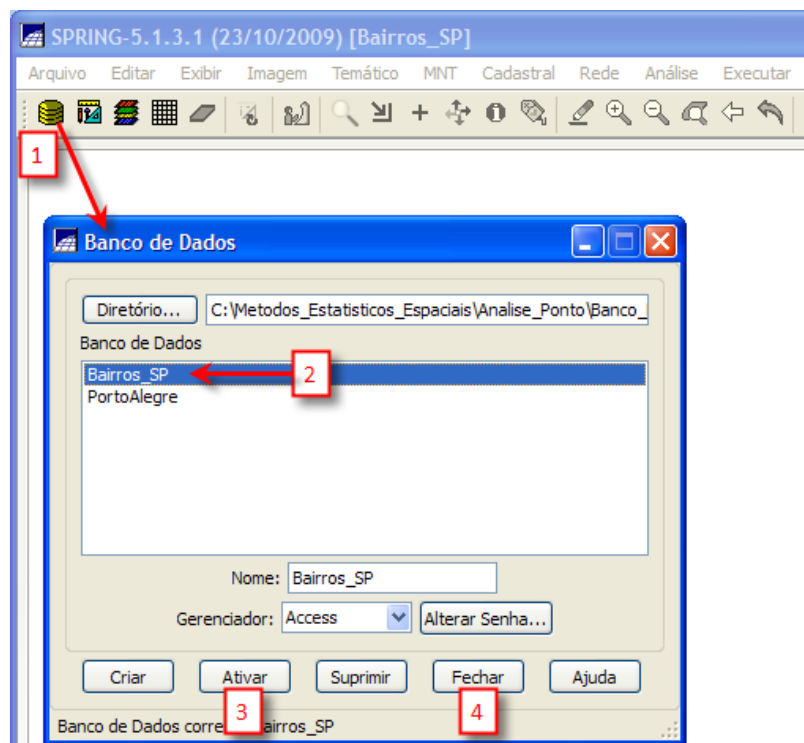


Figura 18.

2.2. Ativar Projeto Bairros_SP

Siga os passos de 1 a 3 conforme indicados na Figura 19.

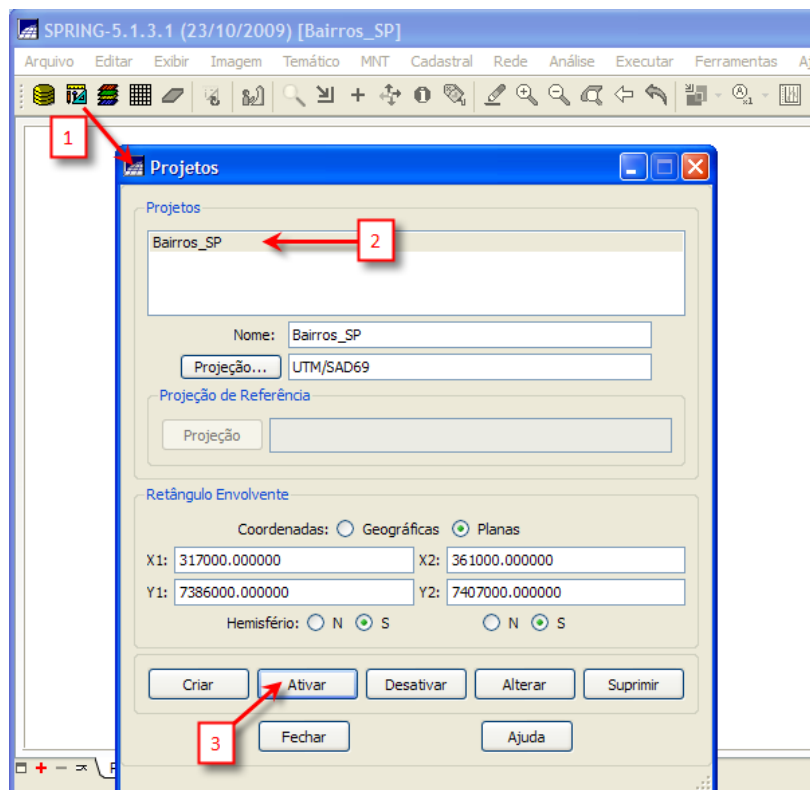


Figura 19.

2.3. Visualizar os Dados

Siga os passos 1 e 2 conforme indicados na Figura 20.

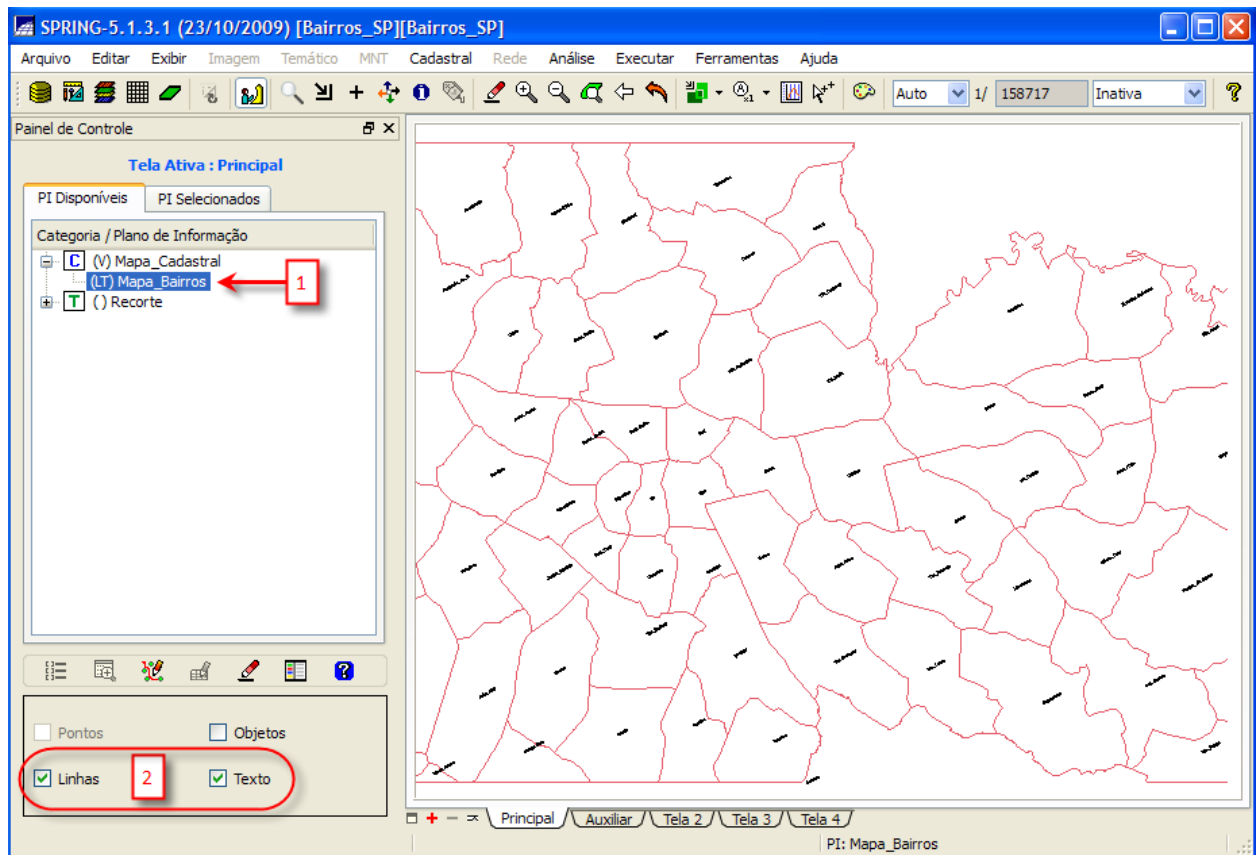


Figura 20.

2.4. Aplicar o Estimador de Densidade por Kernel

Siga os passos de 1 a 5 conforme indicados na Figura 21.

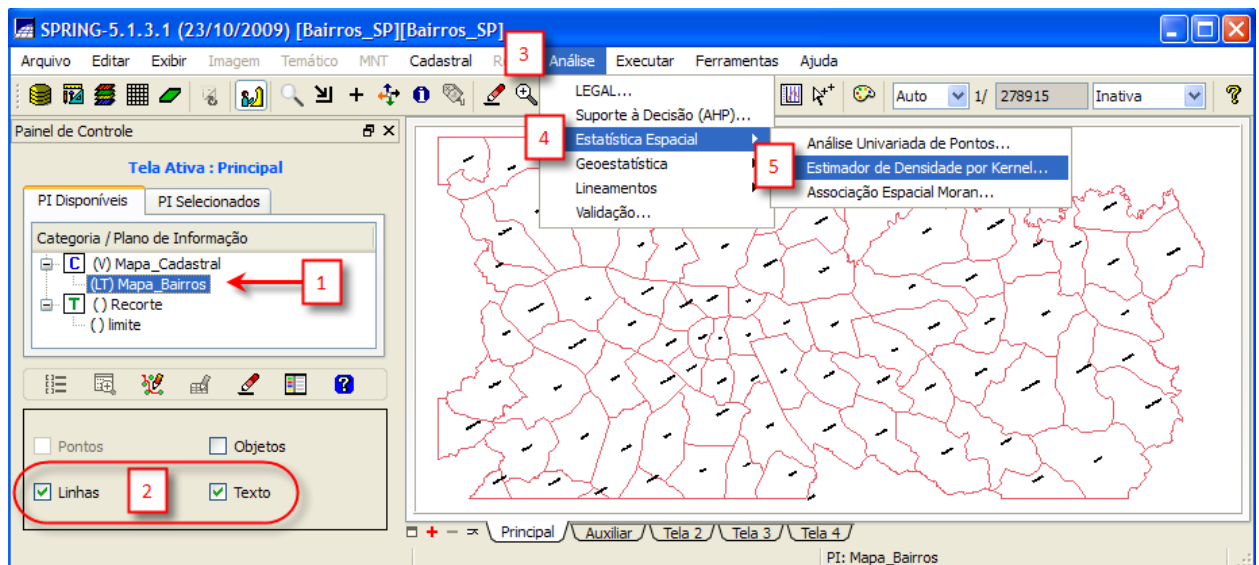


Figura 21.

O passo 5 da Figura 21 leva à abertura da interface do Kernel, conforme segue.

2.4.1. A Interface do Estimador de Densidade por Kernel

Selecionar os parâmetros conforme os passos de 1 a 12 conforme indicados na Figura 22.

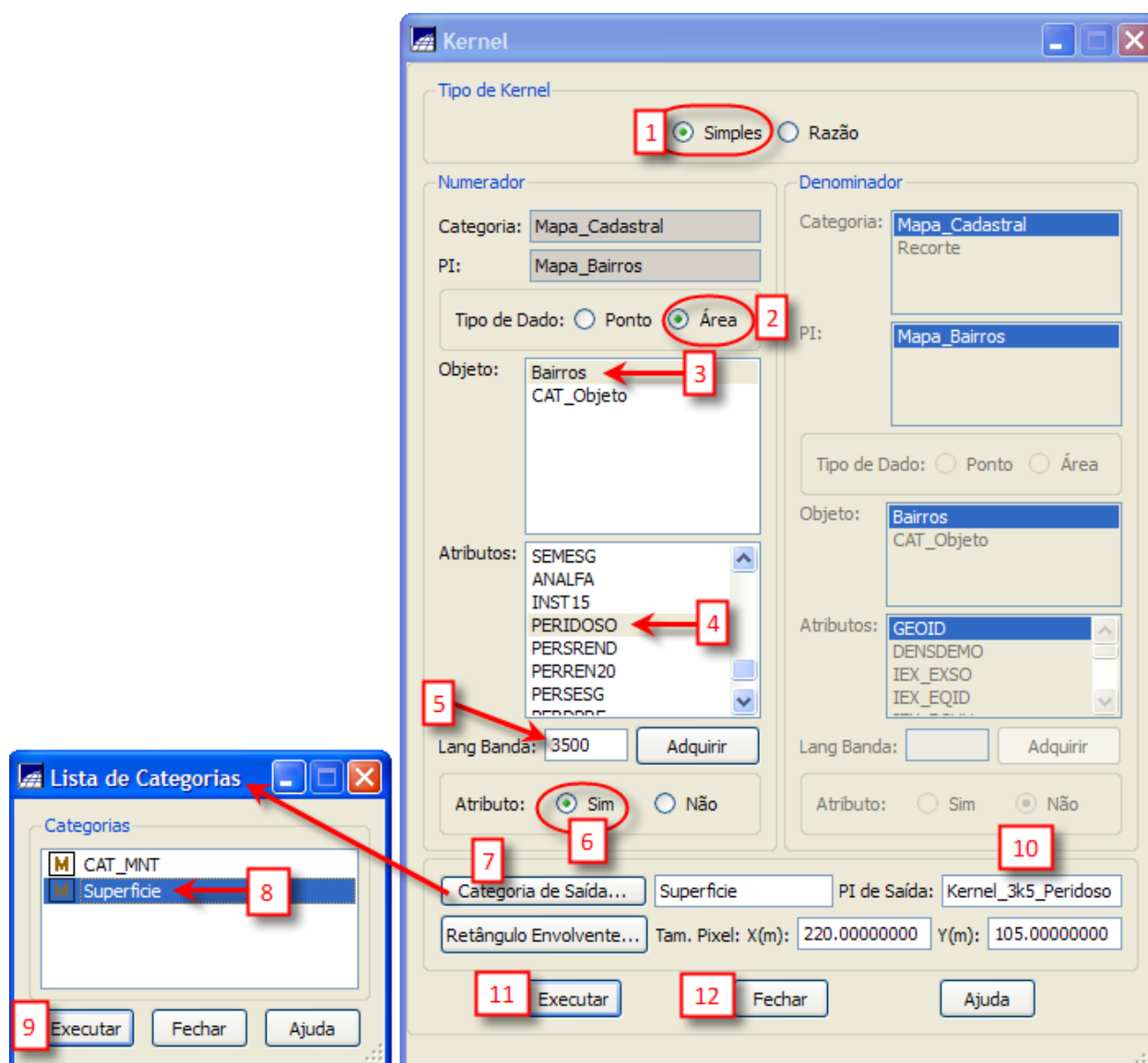


Figura 22.

Observações:

- k) O Tipo de Kernel por “default” é **Simples**.
- l) No contexto **Numerador** a interface apresenta os nomes da **Categoria** e do **PI** ativo. Neste exemplo: *Mapa_Cadastral* e *Mapa_Bairros*, respectivamente.
- m) Neste exemplo o **Tipo de Dado** que estamos tratando é do tipo **Área**, refere-se ao plano de informação *Mapa_Bairros*, que possui associado uma tabela de atributos. O atributo a ser investigado é o *PERIDOSO*.
- n) Há duas formas de definir o parâmetro **Larg Banda**: i) A primeira é escrever o valor diretamente no campo reservado; ii) A segunda é através o mouse. Neste caso, pressiona-se o botão **Adquirir**, move-se o cursor do mouse sobre PI ativo, pressiona-se o botão da esquerda para marcar o ponto inicial, pressiona-se novamente o botão da esquerda para

marcar o ponto final. A distância entre os pontos iniciais e finais é informada no campo **Larg Banda**.

- o) Pressione o botão **Categoria de Saída...**. Uma nova interface será apresentada para que se escolha a categoria desejada. Neste exemplo: *Superfície*.
- p) Defina o nome do **PI de saída**. Neste exemplo: *Kernel_3k5_Peridoso*.
- q) O botão **Retângulo Envolvente...** deve ser pressionado quando se deseja delimitar o cálculo do estimador de Kernel para uma subárea de trabalho.
- r) Os parâmetros **Tam. Pixel X(m)** e **Y(m)** são equivalentes as resoluções X e Y da grade de saída. Estes parâmetros são sempre inicializados, de modo a obter uma grade de saída com dimensão de 200 colunas por 200 linhas. Caso deseje outras resoluções basta informá-las nos respectivos campos **X(m)** e **Y(m)**.
- s) Para finalizar pressione o botão **Executar**. Esta ação irá gerar um novo PI do modelo MNT.

2.4.2. Visualizar o Resultado do Estimador de Densidade por Kernel

Siga os passos 1 e 2 conforme indicados na Figura 23.

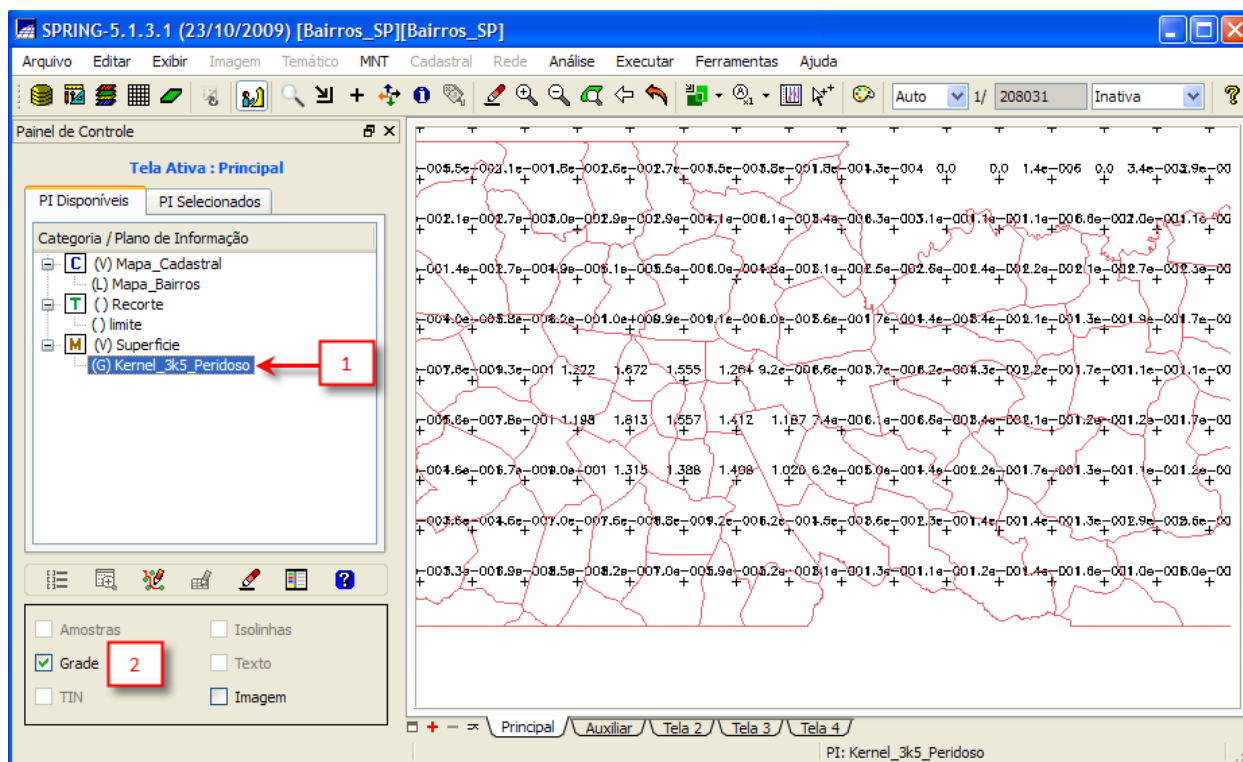


Figura 23.

A grade ilustrada na Figura 23 representa a superfície do evento investigado; está amostrada (caso deseje dê um zoom sobre a mesma). Para visualizar a sua variabilidade espacial é conveniente transformá-la em imagem. Isto é realizado conforme segue.

2.4.3. Transformar a Grade de Kernel em Imagem

Siga os passos de 1 a 8 conforme indicados na Figura 24.

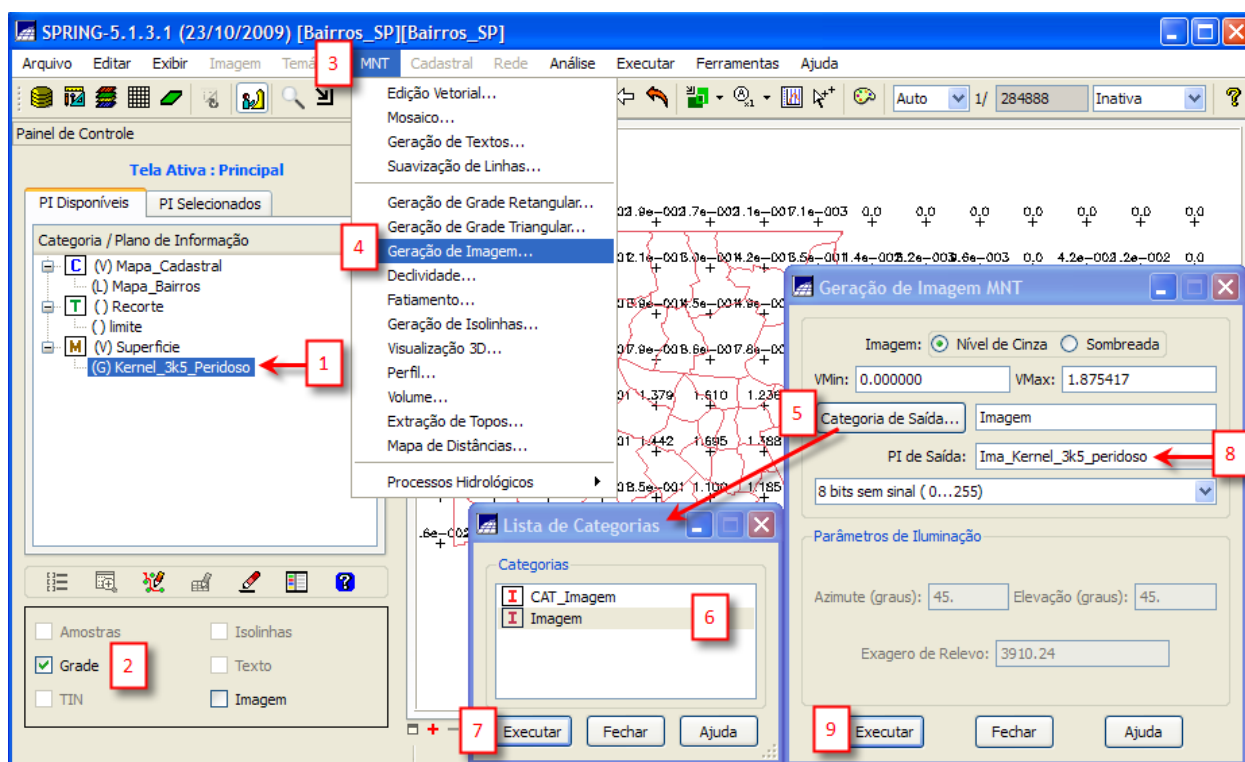


Figura 24.

Um novo PI da categoria *Imagem* é gerado (de nome *Ima_Kernel_3k5_Peridoso*) e apresentado automaticamente na *Tela Auxiliar*. Feche a *Tela Auxiliar*. Para visualizá-lo na *Tela Principal* siga os passos 1 e 2, conforme Figura 25.

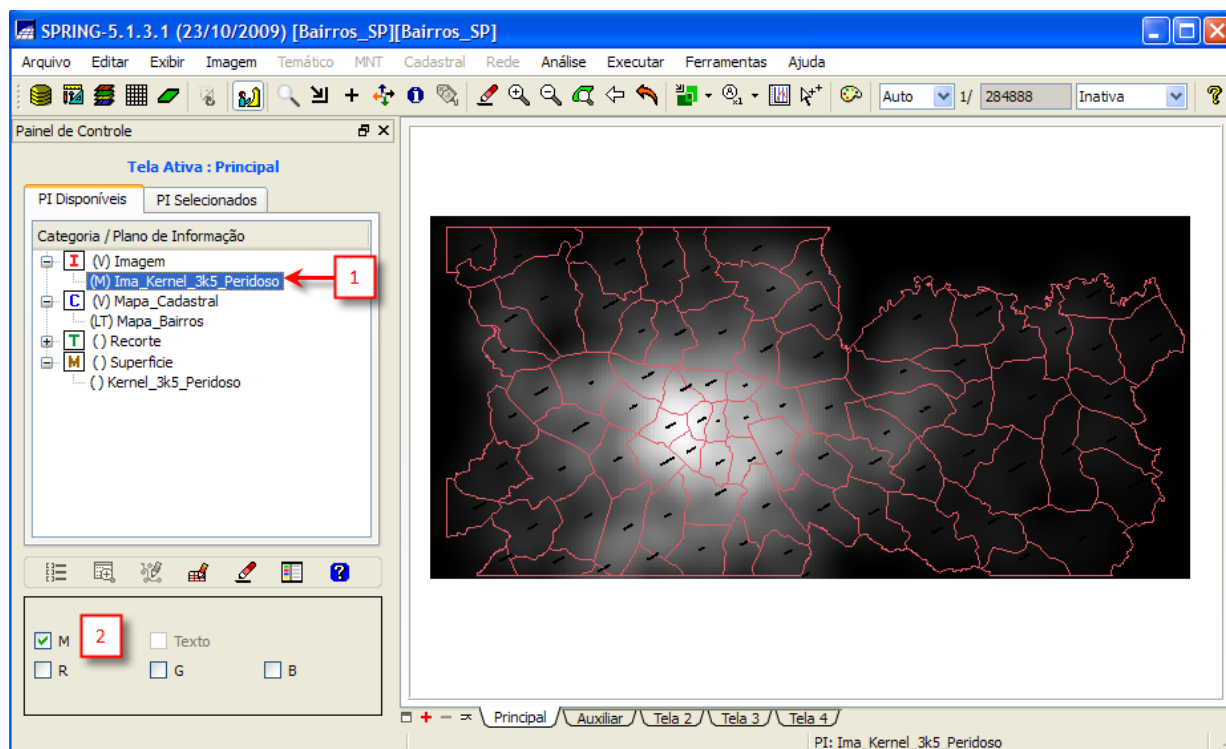


Figura 25.

2.4.4. Executar Recorte na Imagem do Kernel

Para melhor apresentação visual efetua-se o recorte na imagem gerada. Isto pode ser realizado via menu principal *Ferramentas->Recortar Plano de Informação...*, conforme apresentado no item 1.4.4. Outra forma é através de um programa escrito em linguagem LEGAL, conforme segue:

```
// Programa em LEGAL para Recorte de Imagem
// os destaques em negrito são palavras reservadas da linguagem LEGAL.
{
    Imagem ima, ima1("Imagem");

    Temático limite ("Recorte");

    ima= Recupere (Nome = "Ima_Kernel_3k5_Peridoso");

    ima1= Novo (Nome = "Rec_Ima_Kernel_3k5_Peridoso ", ResX=30, ResY=30);

    limite = Recupere (Nome = "limite");

    ima1= limite.Class=="recorte" ? ima : 255;
}
```

Para executar o programa LEGAL de recorte de imagens siga os passos de 1 a 5 conforme indicados na Figura 26. Caso ocorra algum erro na execução do programa LEGAL será necessário *Editar* o mesmo para eliminar os erros, depois *Salvar* e por fim *Executar*.

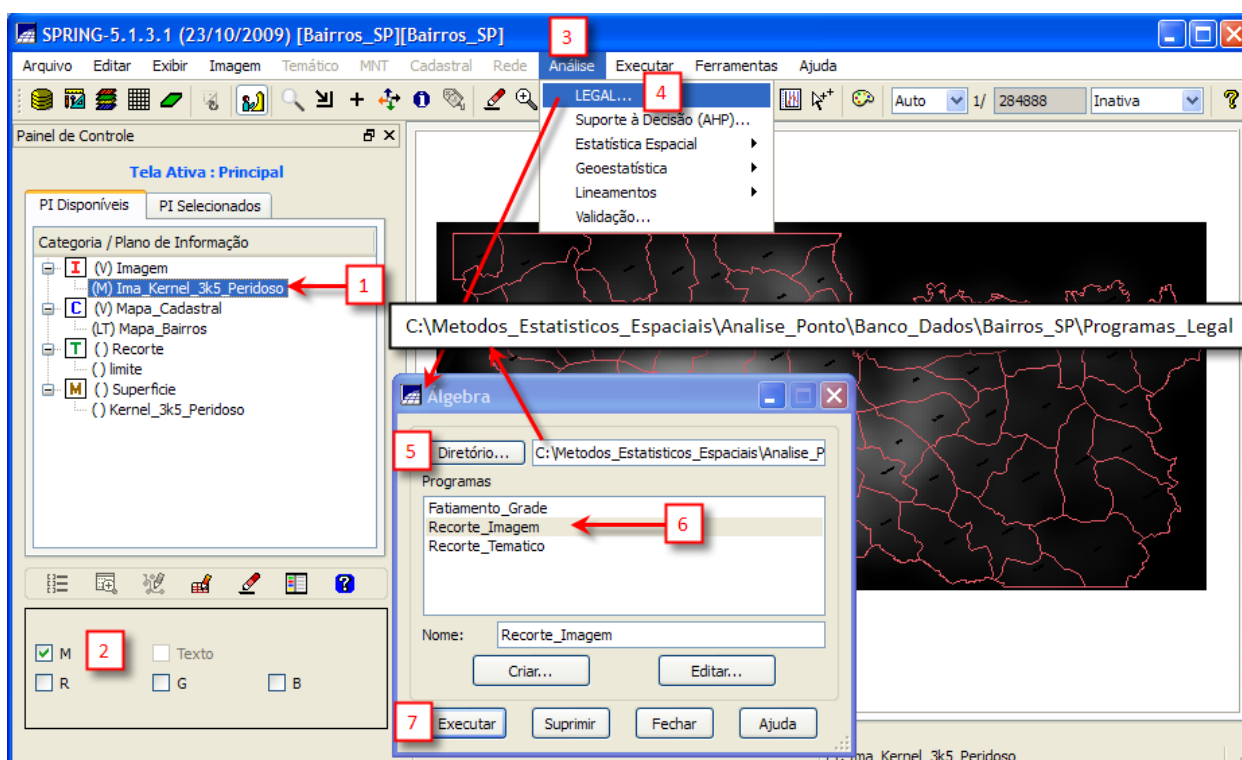


Figura 26.

2.4.5. Visualizar a Imagem Recortada

Para visualizar a imagem recortada siga os passos 1 e 2 conforme indicados na Figura 27. Observe que um novo plano de informação foi criado: *Rec_Ima_Kernel_3k5_Peridoso*.

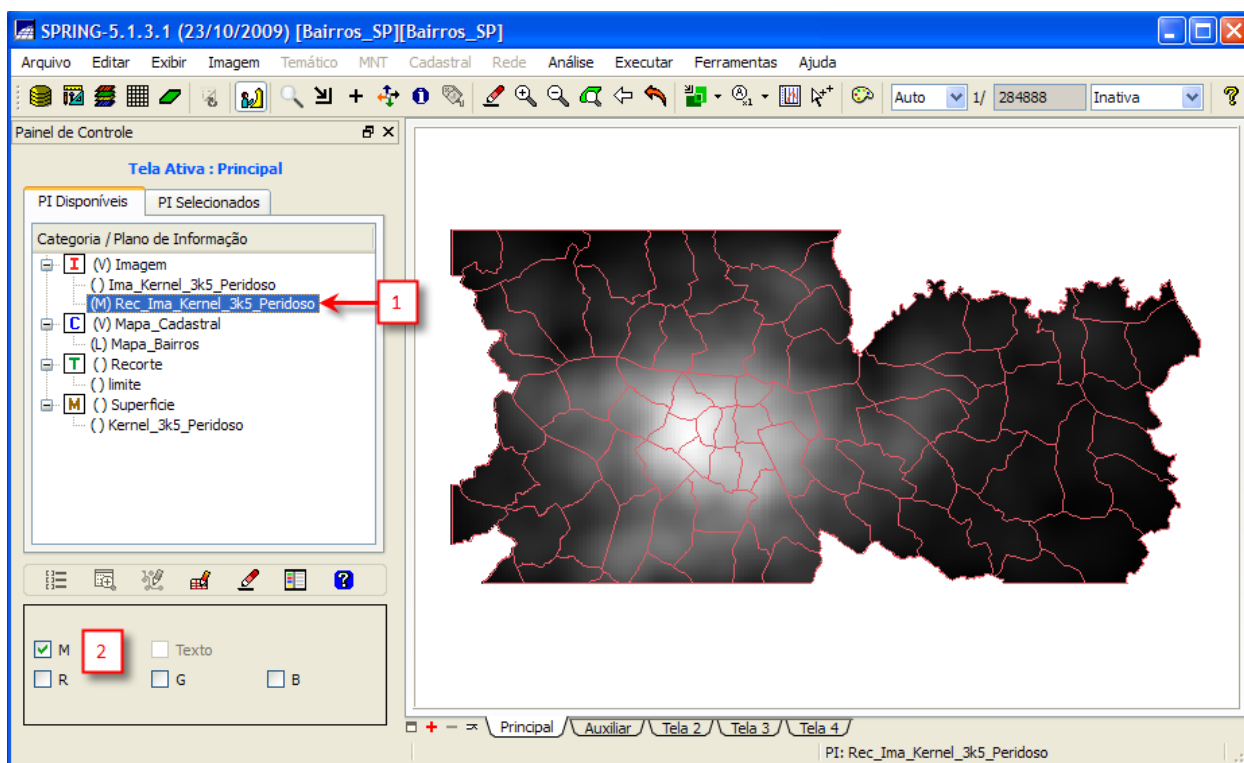

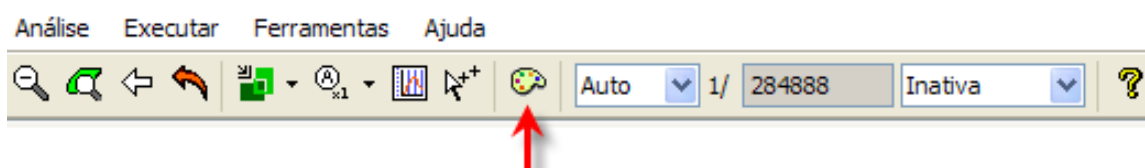


Figura 27.

Na Figura 27 a imagem de níveis de cinza representa a variabilidade espacial do percentual de idosos sobre parte da cidade de São Paulo - SP. As regiões mais claras da imagem indicam as localizações do município aonde o percentual de idosos são maiores e vice-versa.

Caso deseje visualizar com outros padrões de cores pressione sobre o ícone  conforme a figura abaixo:



Uma outra forma de visualizar a grade de Kernel (PI: *Kernel_3k5_Peridoso*) é empregar a operação de Fatiamento. Como resultado um Mapa Temático é gerado. Isto pode ser realizado conforme segue.

2.4.6. Executar Fatiamento na Grade de Kernel

No SPRING há duas formas de realizar o fatiamento de uma grade: i) a primeira é via menu principal, *MNT -> Fatiamento..*, conforme visto anteriormente no item 1.4.6; ii) a segunda é através de um programa em LEGAL, conforme segue.

//Programa em Legal para executar fatiamento de grade numérica.

```
{
  Numerico grd ("Superficie");
  Tematico fat ("Fatiamento");
  Tabela tab  (Fatiamento);
  grd = Recupere (Nome = "Kernel_3k5_Peridoso");
  tab = Novo (CategoriaFim = "Fatiamento",
    [0.0, 0.4] : "Baixa",
    [0.4, 0.8] : "Baixa_Media",
    [0.8, 1.2] : "Media",
    [1.2, 1.6] : "Media_Alta",
    [1.6, 2.0] : "Alta" );
  fat = Novo (Nome = "Fat_Kernel_3k5_Peridoso", ResX=30, ResY=30, Escala=420000);
  fat = Fatie (grd, tab);
}
```

Para executar o fatiamento da grade de Kernel via programa LEGAL siga os passos de 1 a 8 conforme indicados na Figura 28. Caso ocorra algum erro na execução do programa LEGAL será necessário *Editar* o mesmo para eliminar os erros, depois *Salvar* e por fim *Executar*.

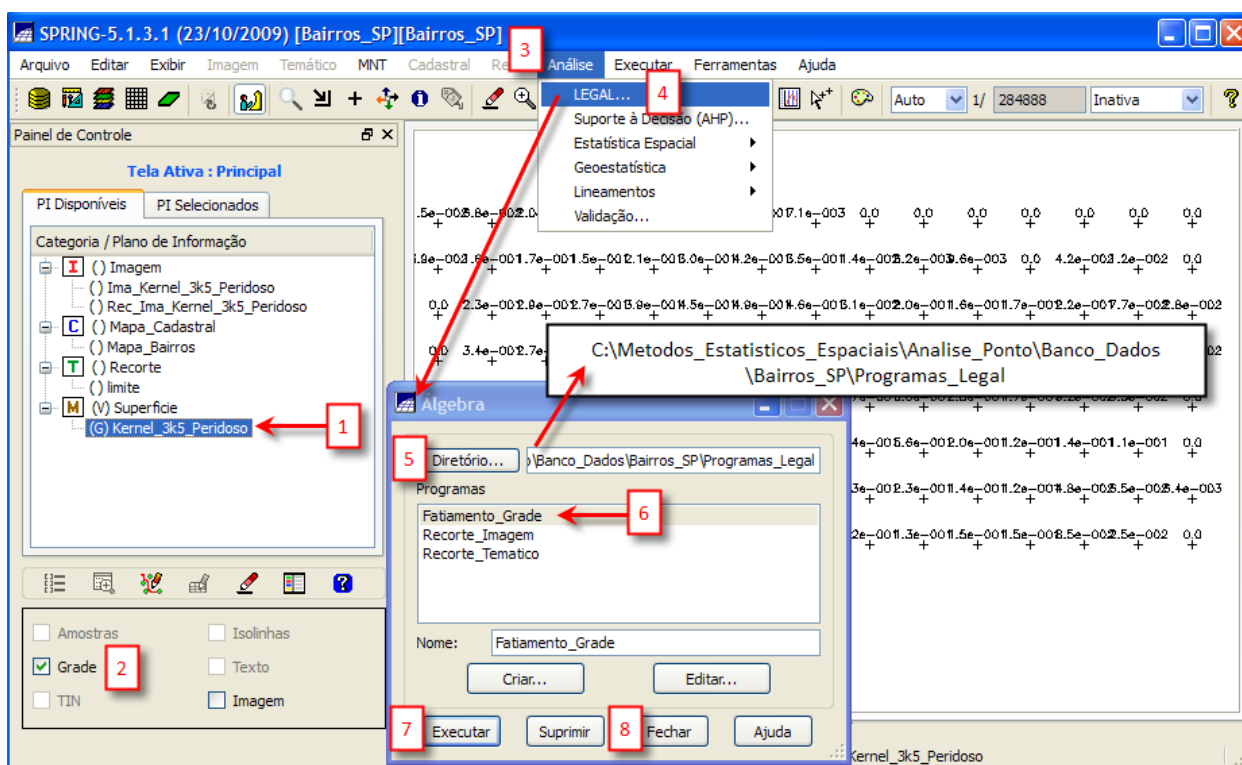


Figura 28.

O resultado do Fatiamento é um mapa temático, conforme segue.

2.4.7. Visualizar o Fatiamento da Grade de Kernel

Siga os passos 1 e 2 conforme indicados na Figura 29. Observe que um novo plano de informação foi criado: *Fat_Kernel_3k5_Peridoso*, localizado abaixo da *Categoria Fatiamento*.

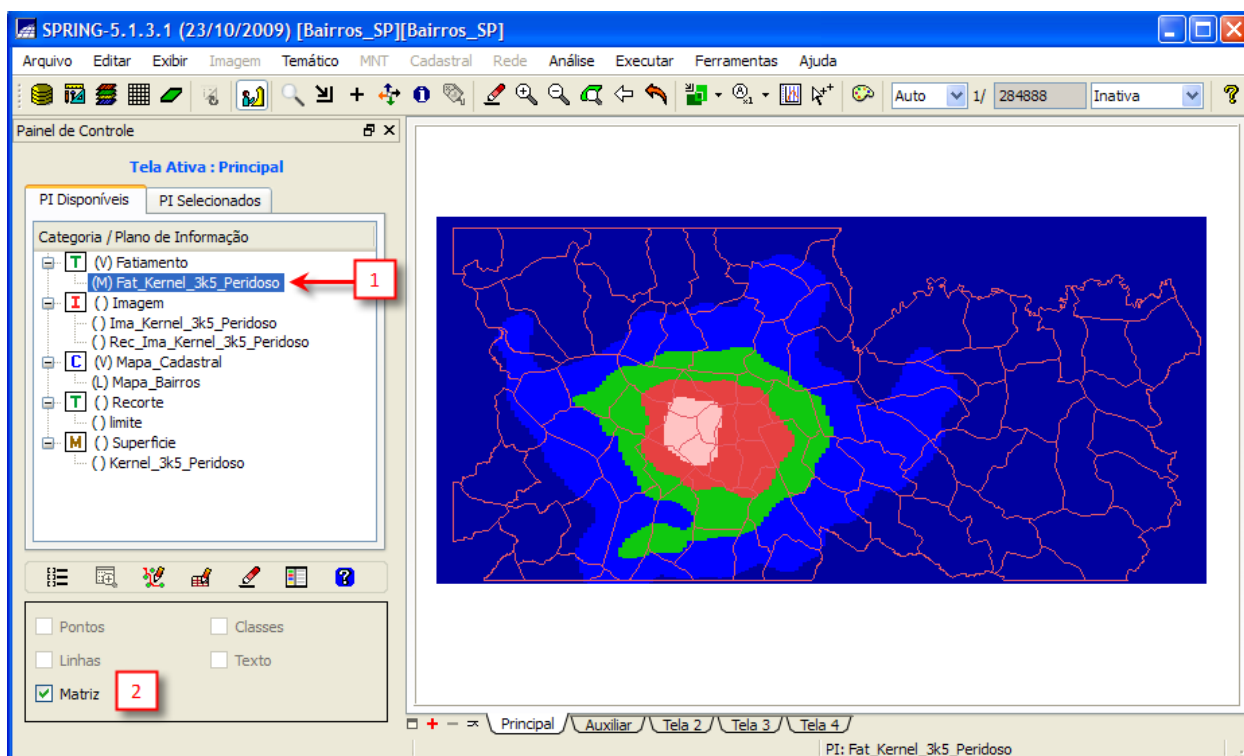
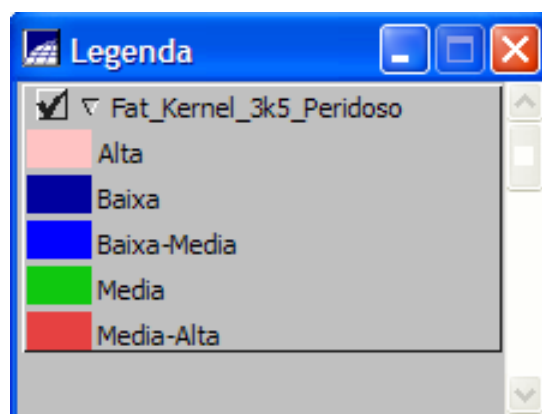


Figura 29.

Para exibir a legenda associada ao mapa temático, *Fat_Kernel_3k5_Peridoso*, selecione no menu: *Exibir -> Legenda...* Esta ação leva à abertura da tela abaixo.



2.4.8. Executar Recorte do Mapa Temático Oriundo da Grade de Kernel

Para melhor apresentação visual do mapa temático gerado, **Fat_Kernel_3k5_Peridoso**, efetua-se o recorte do mesmo. Isto pode ser realizado via menu principal, *Ferramentas->Recortar Plano de Informação...*, conforme visto no item 1.4.4. Outra forma é através de um programa escrito em linguagem LEGAL, conforme segue.

//Programa em Legal para executar o recorte de Mapa Temático.

```
{
    Tematico tem, tem1("Fatiamento");
    Tematico limite ("Recorte");
    tem= Recupere (Nome = "Fat_Kernel_3k5_Peridoso");
    tem1= Novo (Nome = "Rec_Fat_Kernel_3k5_Peridoso", ResX=30, ResY=30, Escala=420000);
    limite = Recupere (Nome = "limite");
    tem1= limite.Class=="recorte" ? tem : tem1;
}
```

Para executar o programa LEGAL de recorte do mapa temático siga os passos de 1 a 7 conforme indicados na Figura 30. Caso ocorra algum erro na execução do programa LEGAL será necessário *Editar* o mesmo para eliminar os erros, depois *Salvar* e por fim *Executar*.

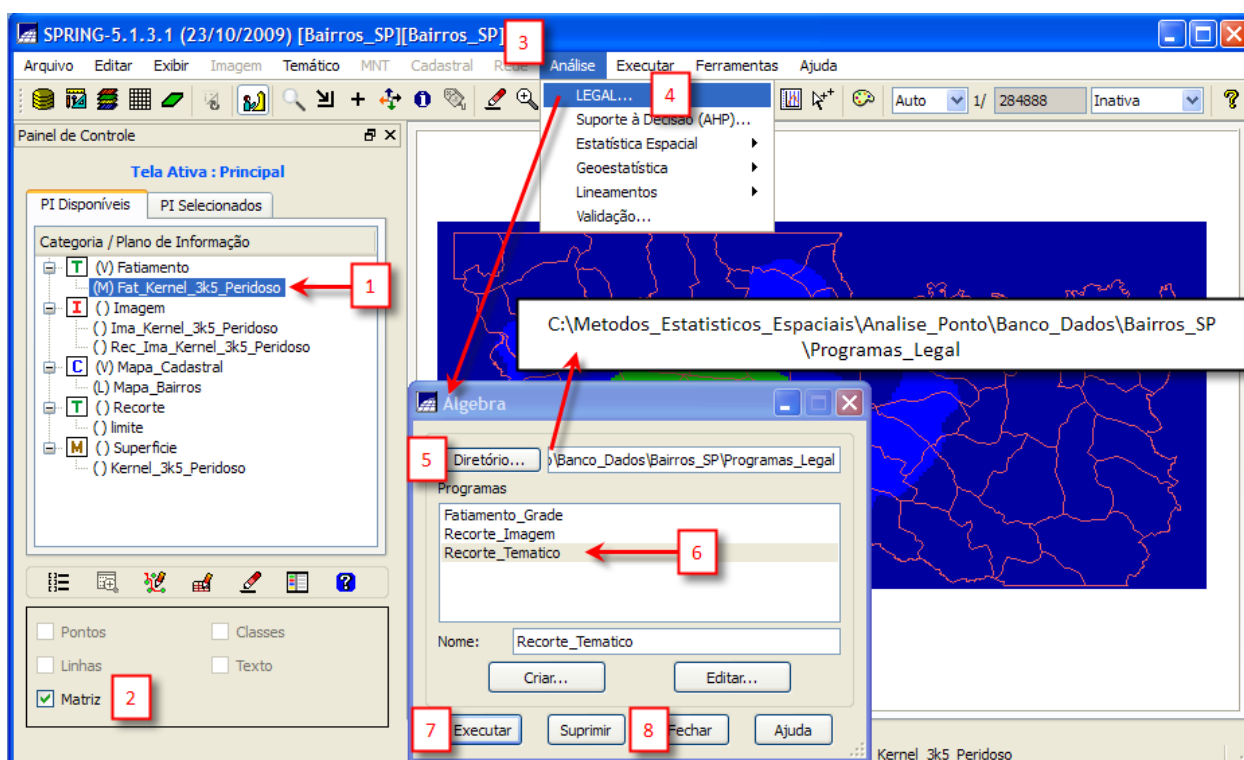


Figura 30.

O resultado desta operação é visualizado conforme segue.

2.4.9. Visualizar o Mapa Temático Recortado

Para visualizar o mapa temático recortado (*Rec_Fat_Kernel_3k5_Peridoso*) siga os passos 1 e 2 conforme indicados na Figura 31.

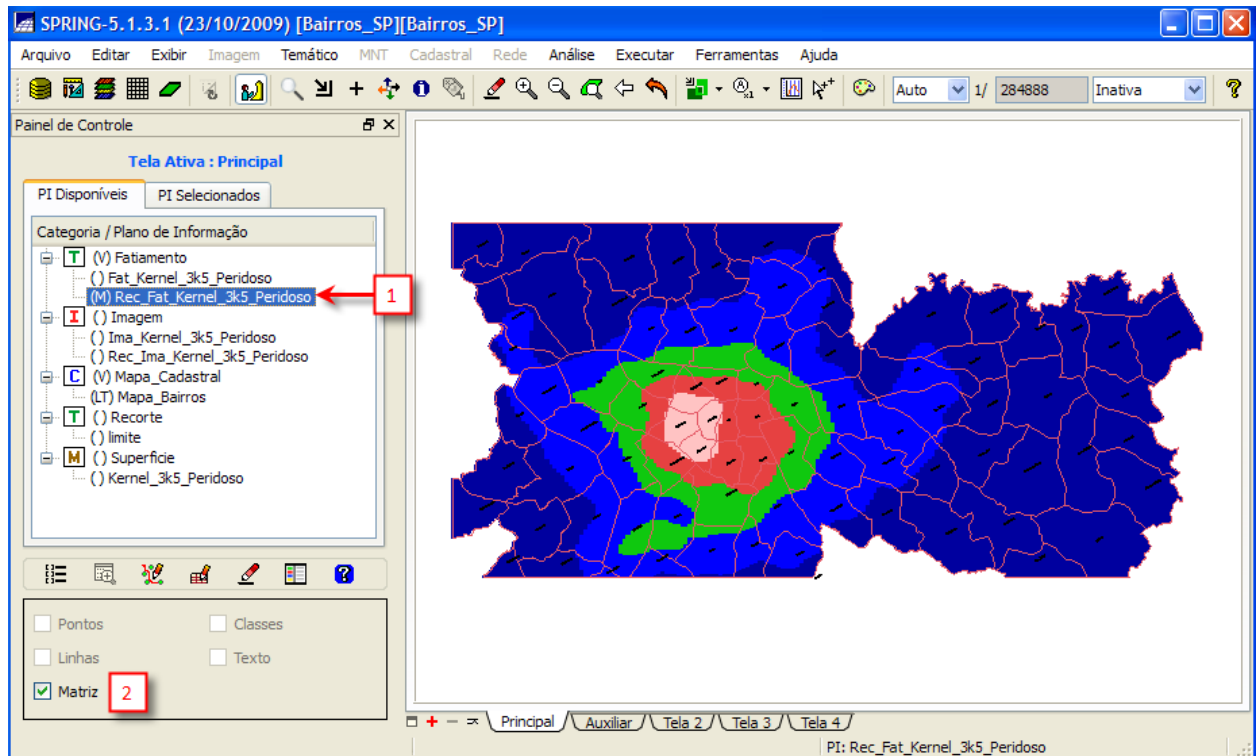


Figura 31.

2.4.10 Alterar a Largura da Banda do Kernel

- Repetir os itens de 2.4 a 2.4.9 para uma largura de banda menor que 3500m; e depois para uma largura de banda maior que 3500m;
- Gerar os resultados e fazer uma análise comparativa.

3. Aplicação do Método Vizinho Mais Próximo - Banco Dados Porto Alegre

O método do vizinho mais próximo estima a função de distribuição cumulativa $\hat{G}(h)$ baseado nas distâncias h entre eventos em uma região de análise. Esta função de distribuição pode ser estimada empiricamente da seguinte forma:

$$\hat{G}(h) = \frac{\# (d(u_i, u_j) \leq h)}{n}$$

em que: o valor normalizado acumulado para uma distância h corresponde à soma dos vizinhos mais próximos de cada evento cuja distância é menor ou igual a h , dividido pelo número de eventos na região (n).

A plotagem dos resultados de $\hat{G}(h)$ pode ser usada como um método exploratório para verificar se existe evidência de interação entre os eventos. Tome como referência a Figura 32:

- se o gráfico apresentar um crescimento rápido para pequenos valores de distância, esta situação aponta para interação entre os eventos, caracterizando agrupamentos nestas escalas (Figura 32 – linha sólida);
- por outro lado, se o gráfico apresentar valores pequenos no seu início, e só crescer rapidamente para valores maiores de distância, esta situação aponta para uma distribuição mais regular (Figura 32 – linha pontilhada).

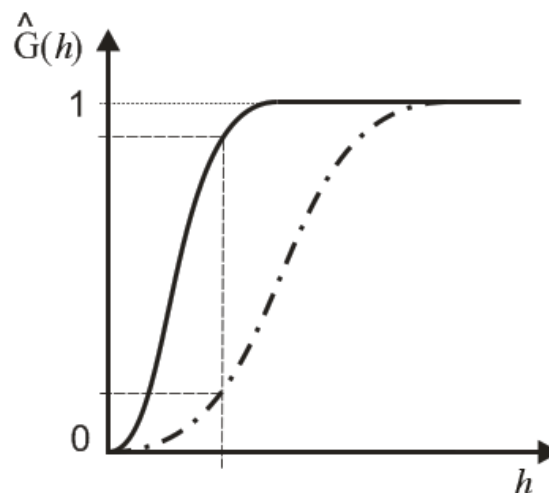


Figura 32.

3.1. Ativar Banco de Dados Porto Alegre

Inicialize o SPRING e siga os passos de 1 a 4 conforme indicados na Figura 33.

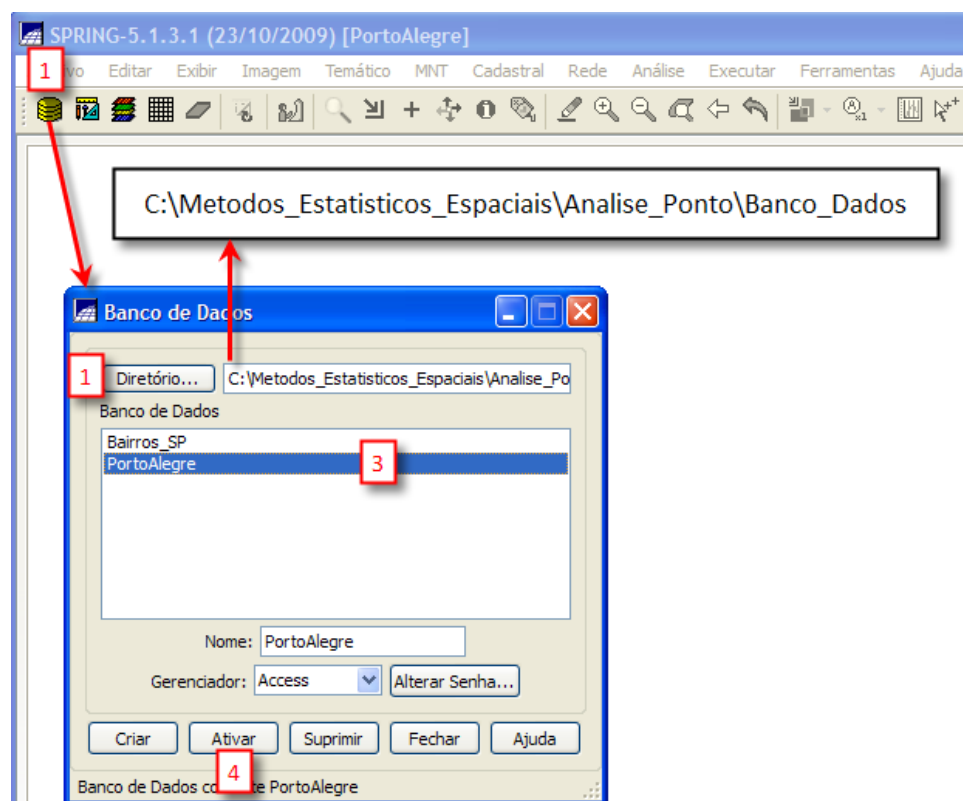


Figura 33.

3.2. Ativar Projeto

Siga os passos de 1 a 3 conforme indicados na Figura 34.

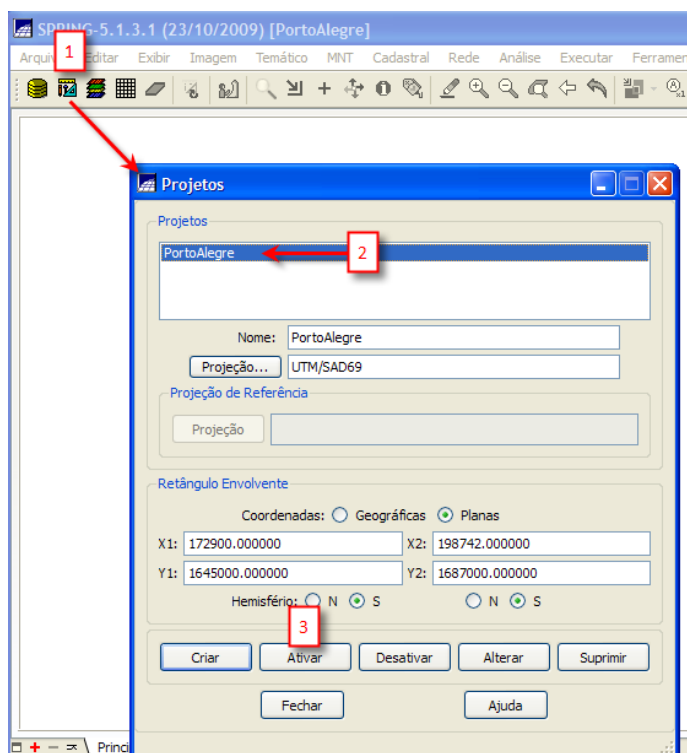


Figura 34.

3.3. Executar o Método do Vizinho Mais Próximo

Siga os passos de 1 a 7 conforme indicados na Figura 35.

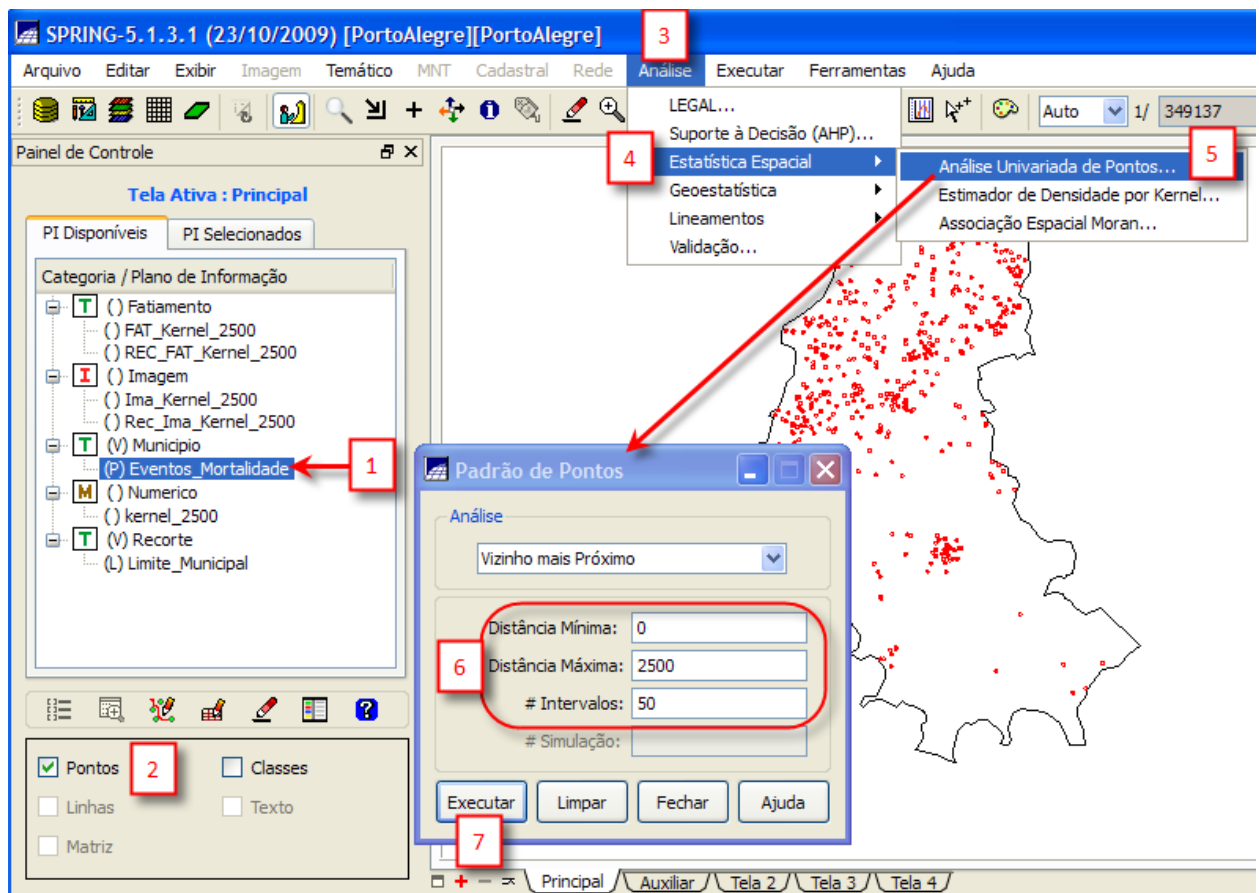


Figura 35.

O passo 7 indicado na Figura 35 leva à abertura da tela gráfica conforme Figura 36.

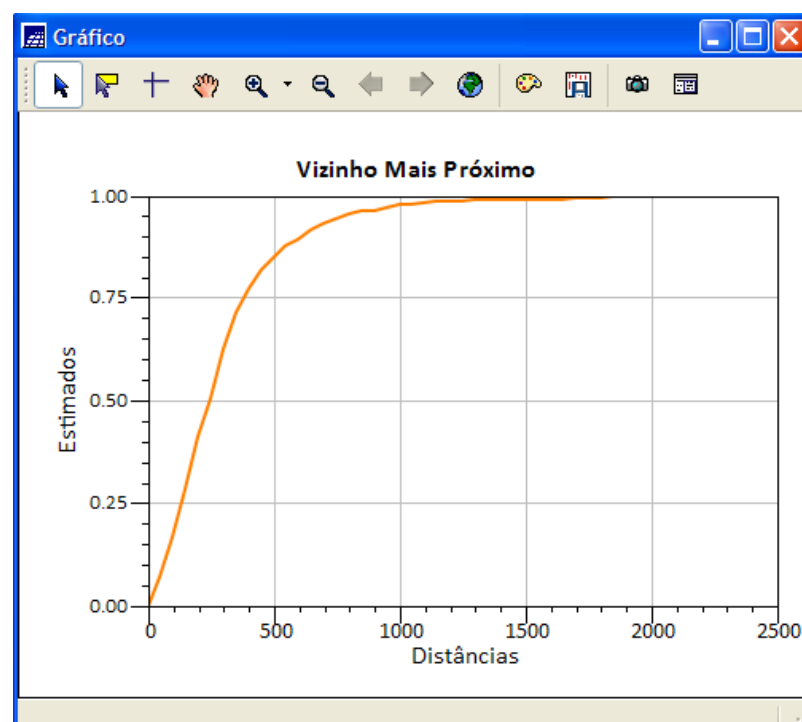


Figura 36.

3.4. Aplicação do Método do Vizinho Mais Próximo com Simulação

O método do vizinho mais próximo com simulação é usado para se comparar estatisticamente a distribuição dos eventos observados com o que se esperaria na hipótese da aleatoriedade espacial completa (CSR). A estimação simulada para a distribuição $\hat{G}(h)$ assumindo-se CSR é calculada como:

$$\overline{G}(h) = \frac{\sum_{i=1}^k \hat{G}_i(h)}{k}$$

em que: $\overline{G}(h)$ é a média da simulação e $\hat{G}_i(h): i=1,2,\dots,k$, são funções de distribuição empíricas estimadas a partir das k simulações independentes dos n eventos, na hipótese de CSR (n eventos independentes e uniformemente distribuídos).

Para verificar a condição de aleatoriedade, calculam-se ainda os envelopes de simulação superior e inferior, definidos como:

$$U(h) = \max \{ \hat{G}_i(h) \}, i=1,2,\dots,k$$

$$L(h) = \min \{ \hat{G}_i(h) \}, i=1,2,\dots,k$$

A plotagem da distribuição estimada $\hat{G}(h)$ versus a média da distribuição simulada $\overline{G}(h)$, com a adição dos envelopes inferior e superior, permite medir a significância dos desvios relativos à aleatoriedade. Se a condição CSR for válida para os dados observados, o gráfico da curva de $\hat{G}(h)$ versus $\overline{G}(h)$ deve ser praticamente linear com um ângulo de 45 graus, conforme Figura 37. Se o dado apresenta tendências para agrupamentos, os traçados no gráfico estarão acima da linha de 45 graus, ao passo que para padrões de regularidade os traçados ficarão abaixo da linha de 45 graus.

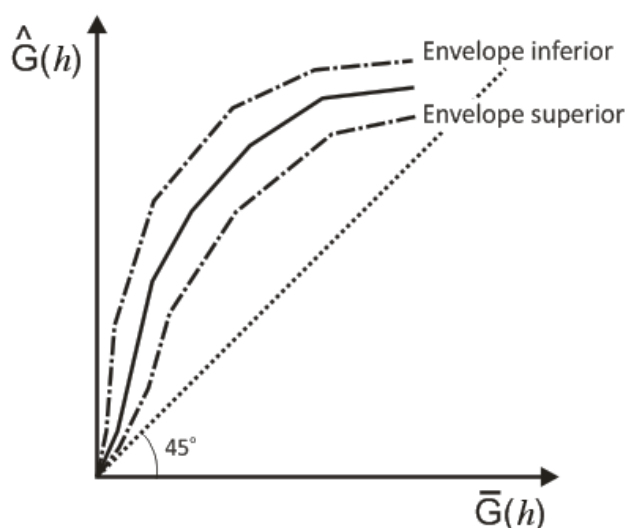


Figura 37.

3.5. Executar o Método do Vizinho Mais Próximo com Simulação

Siga os passos de 1 a 9 conforme indicados na Figura 38.

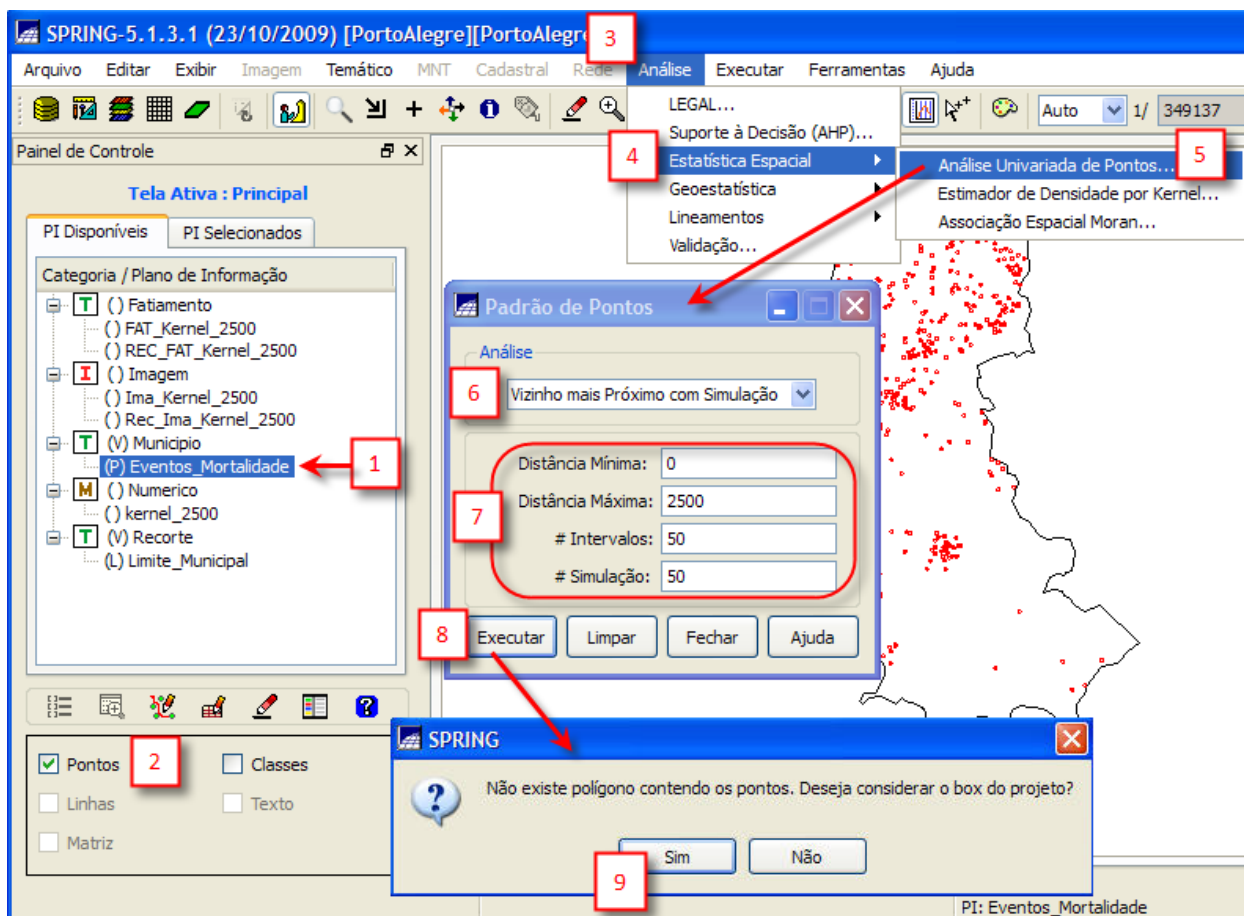


Figura 38.

O passo 9 indicado na Figura 38 leva à abertura da tela gráfica conforme Figura 39.

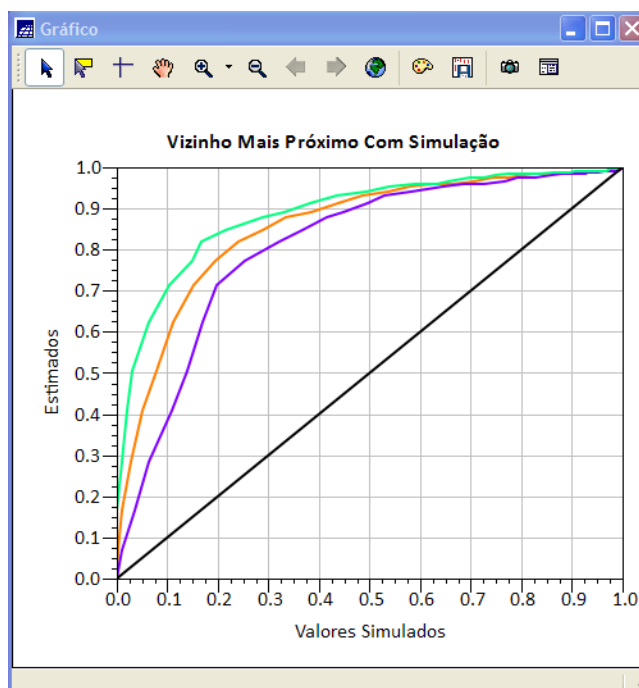


Figura 39.

4. Aplicação da Função L (oriunda da Função K) – Banco de Dados Porto Alegre

Ao contrário do método do vizinho mais próximo, a função K considera escalas maiores para análise de padrões pontuais. O gráfico da função K não é tão intuitivo quanto ao gráfico do vizinho mais próximo. Para facilitar a sua interpretação utiliza-se uma função auxiliar L. O estimador da função L é dado por:

$$\hat{L}(h) = \frac{\sqrt{\hat{K}(h)}}{\pi} - h$$

A Figura 39 exhibe conjuntamente três situações possíveis para o gráfico do estimador $\hat{L}(h)$ em função da distância h .

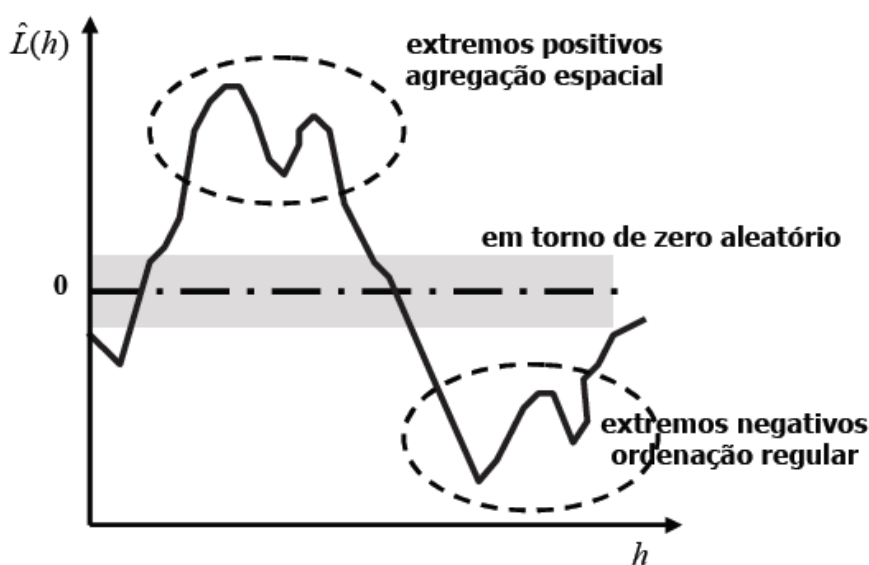


Figura 39.

A interpretação do gráfico acima é como segue:

- 1) **Extremos positivos:** corresponde a faixa de distância (h) para a qual há evidências de agregação na distribuição espacial dos eventos;
- 2) **Em torno de zero:** há evidências que a distribuição espacial dos eventos é aleatória;
- 3) **Extremos negativos:** corresponde a faixa de distância (h) para a qual há evidências de ordenação regular na distribuição espacial dos eventos.

4.1. Executar a Função L

Siga os passos de 1 a 11 conforme indicados na Figura 40.

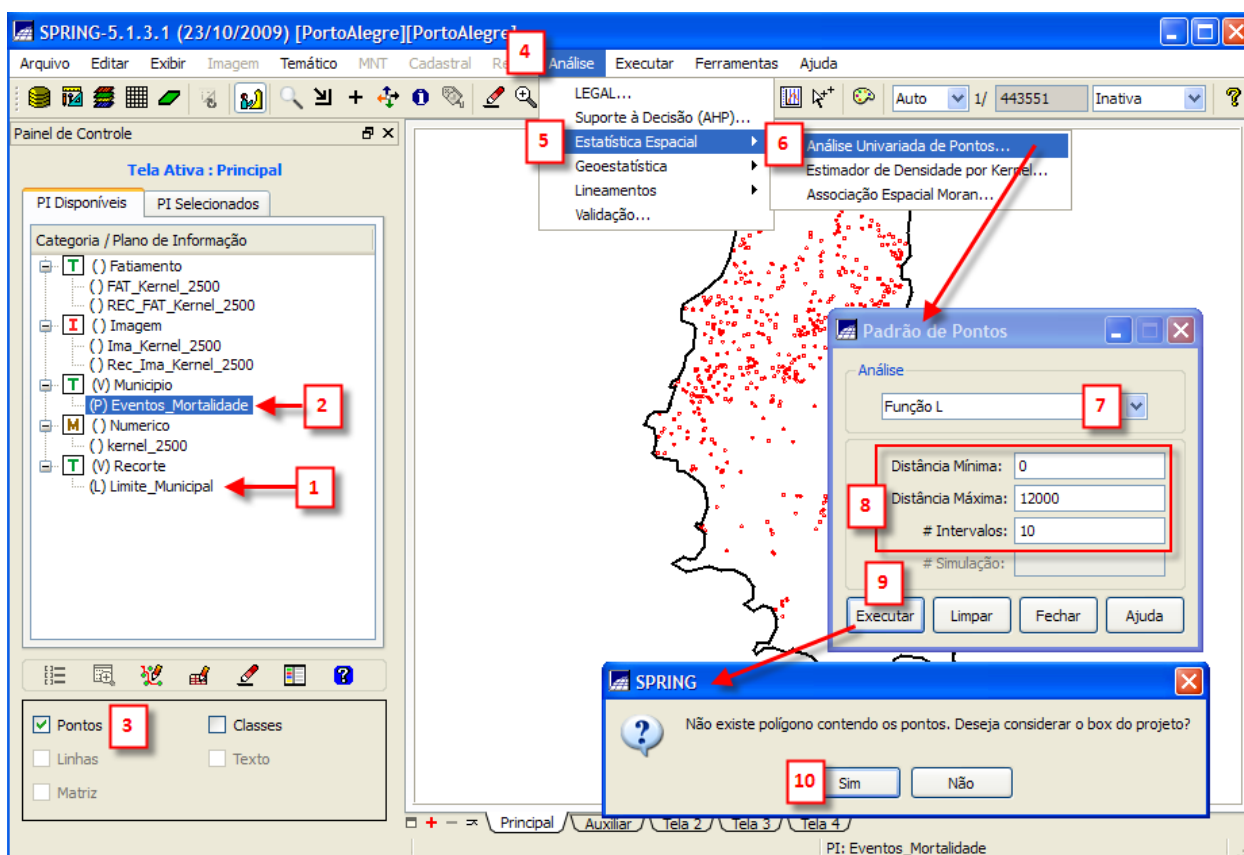


Figura 40.

O passo 10 indicado na Figura 40 leva à abertura da tela gráfica conforme Figura 41.

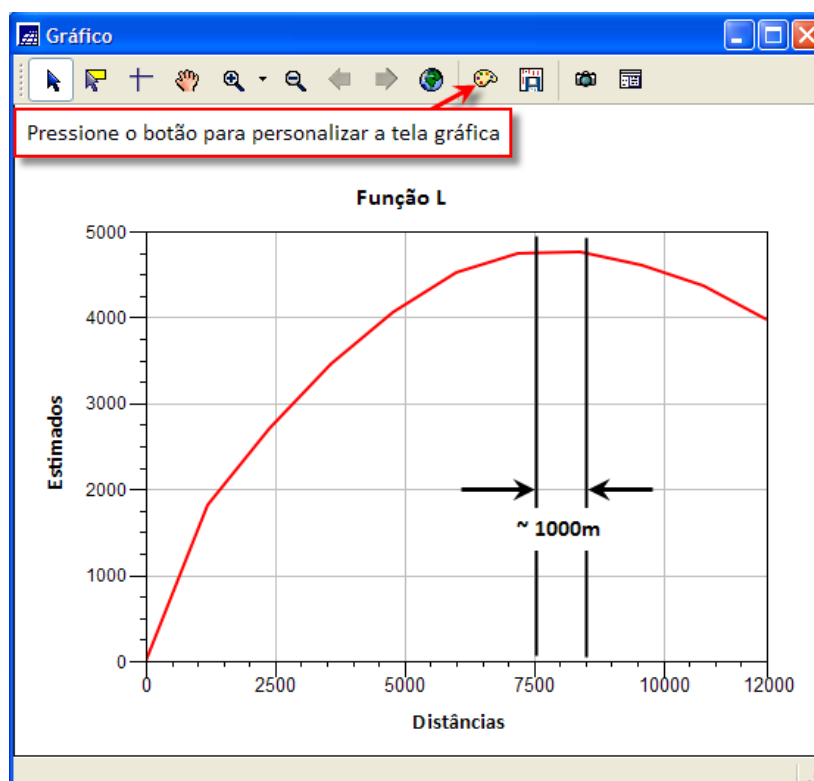


Figura 41.

4.2. Aplicação da Função L com Simulação

Uma abordagem similar a do vizinho mais próximo pode ser feita para se estimar a significância dos desvios da distribuição $\hat{L}(h)$ em relação à condição de aleatoriedade (CSR). Os envelopes, inferior e superior, são construídos a partir de k simulações independentes de n eventos na região A .

A Figura 42 ilustra um exemplo da função e dos envelopes de simulação

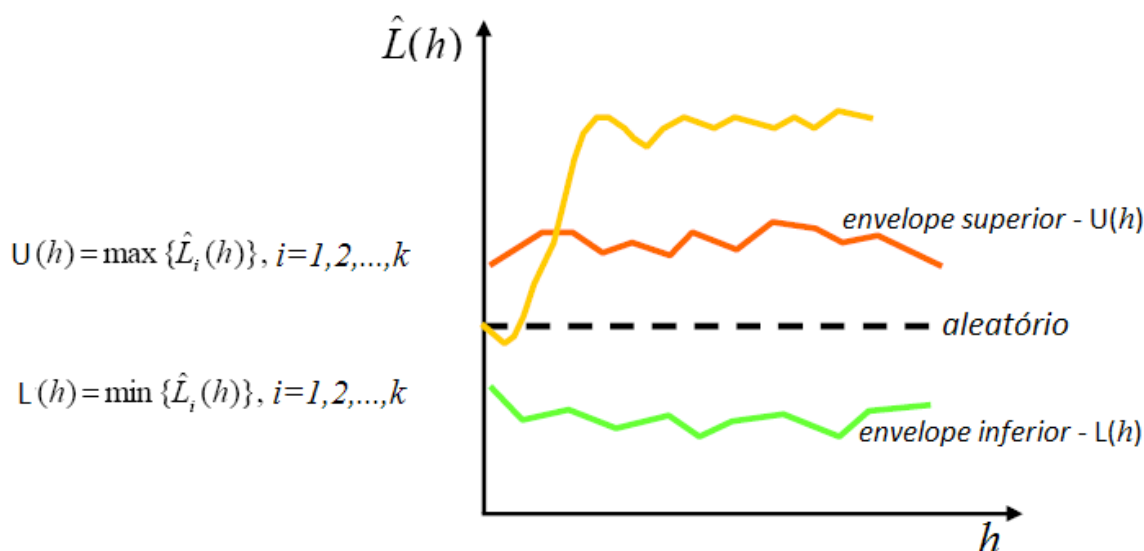


Figura 42.

Análise do gráfico com a distribuição e os envelopes:

- 1) Picos positivos na função estimada $\hat{L}(h)$ que estão acima do envelope superior evidenciam ocorrência de agrupamento na escala considerada;
- 2) Depressões negativas na função estimada $\hat{L}(h)$ que estiverem abaixo do envelope inferior, evidenciam regularidade nessa escala;
- 3) Por fim, se $\hat{L}(h)$ estiver entre os envelopes superior e inferior há evidências de que a distribuição espacial dos eventos é aleatória.

4.3. Executar a Função L com Simulação

Siga os passos de 1 a 11 conforme indicados na Figura 42.

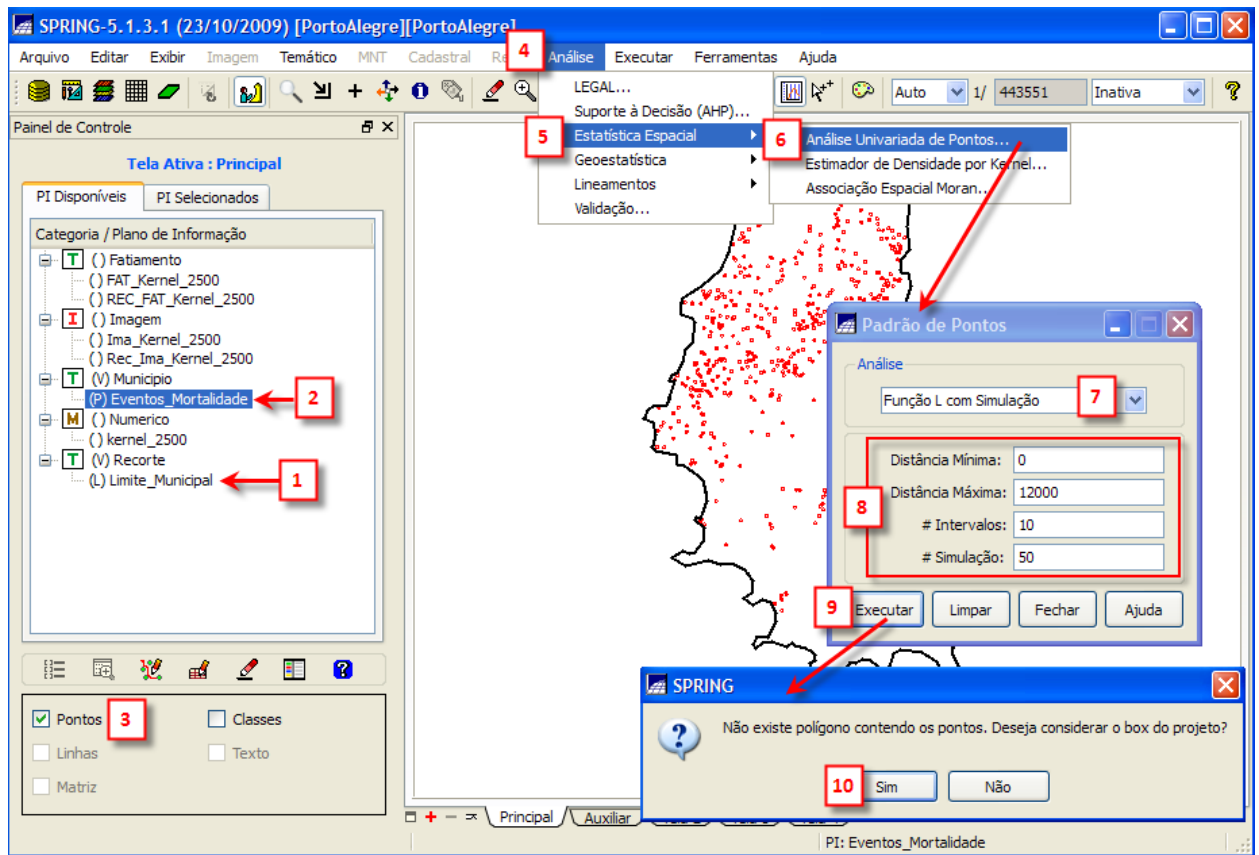


Figura 42.

O passo 11 indicado na Figura 42 leva à abertura da tela gráfica conforme Figura 43.

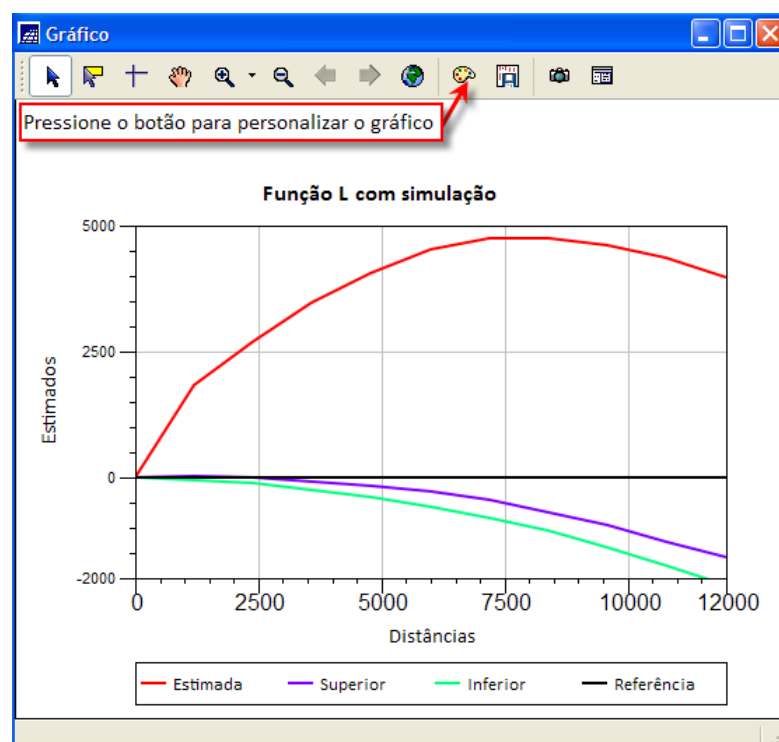


Figura 43.

BIBLIOGRAFIAS DE APOIO

- ANSELIN, L. (1998) "Exploratory Spatial Data Analysis in a Geocomputational Environment". In: LONGLEY, P. A.; BROOKS, S. M.; MCDONNELL, R.; MACMILLIAN, B. *Geocomputation: a primer*. Chichester, John Willey, p 77-94.
- BAILEY, T.C., GATRELL, A.C., *Interactive spatial data analysis*. Essex, Longman Scientific & Technical, 1995.
- BESAG, C.; NEWELL, J. (1991) The detection of clusters in rare diseases. *Journal of the Royal Statistical Society, A*, 154. pp. 143-155.
- CRESSIE, N. (1991.) *Statistics for Spatial Data*. Chichester, John Wiley.
- CRUZ, O.G. (1996) *Homicídios no Estado do Rio de Janeiro: análise da distribuição espacial e sua evolução*. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, USP, 1996. (Dissertação de mestrado).
- FISCHER, M.; GETIS, A. (1996). *Recent developments in spatial analysis*. New York, Springer.
- FISCHER, M.; SCHOLTEN, H.; UNWIN, D. (1996) *Spatial Analytical Perspectives on GIS*. London: Taylor & Francis.
- HERBERT, D. T. (1980). The British experience. In Georges-Abeyie, D. E. e Harries, K. D. (Eds.), *Crime: a Spatial Perspective*, Columbia University Press.
- HAINING, R.P. (1990). *Spatial data analysis in the social and environmental sciences*. Cambridge University Press, Cambridge.
- LONGLEY, P. A.; BROOKS, S. M.; MCDONNELL, R.; MACMILLIAN, B. (1998) *Geocomputation: a primer*. Chichester, John Wiley.
- SANTOS, M.S. "Análise da distribuição espacial dos homicídios no ano de 1996 em Porto Alegre/RS". Dissertação de Mestrado em Epidemiologia, Escola Nacional de Saúde Pública, 1999.
- SANTOS, S. M., FLÔRES, R., CARVALHO, M. S., BARCELLOS, C. "Distribuição espacial das mortes violentas em Porto Alegre-RS, 1996". In: Livro de Resumos do IV Congresso Brasileiro de Epidemiologia, Rio de Janeiro, 1 a 5 de agosto de 1998, pag. 52 (comunicação coordenada).