

Ministèrio da Ciência e Tecnologia Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais



Análise Espacial de Dados Geográficos

Laboratório

Módulo: Geoestatística Linear

Referência	Banco de dados FioCruz		Doc	LAB1_G	EO.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 (Krigeagem 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.

4

2. CARREGAR OS DADOS NO SISTEMA SPRING

- Iniciar o programa Spring
- Ativar Banco de Dados Fiocruz

	SPRING-3.4				
	<u>Arquivo E</u> ditar Exi <u>b</u> ir <u>I</u> magem <u>T</u> emático <u>M</u> NT <u>C</u> ada	astral <u>R</u> ec			
	📔 💆 💋 🗾 Auto 🔽 1/ 400062 Inativa	-			
1					
	Diretório C:\SpringDB				
	Banco de Dados				
	SaoCarlos				
Fiocruz 2					
	Nome: Fiocruz				
	Gerenciador: DBase 💌 Alterar Senha				
	Criar Ativar Suprimir Fechar Ajuda 3				

• Ativar Projeto Rio de janeiro

🚅 SPRING-3.4[Fiocruz]
<u>Arquivo Editar Exibir</u> Imagem <u>T</u> emático <u>M</u> NT <u>C</u> adastre
😫 🔯 💋 🔰 Auto 🔽 1/ 400062 Inativa
Rio_de_Janeiro 2
Nome: Rio_de_Janeiro
Projeção UTM/SAD69
Retângulo Envolvente
Coordenadas: O Geográficas 🕜 Planas
×1: 620000.000 ×2: 700000.000
Y1: 7445000.000 Y2: 7485500.000
Hemisfério: CN CS CN CS
Criar Ativar Desativar Alterar Suprimir
harAjuda

• 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

SPRING-3.4[FIOCRUZ][Rio_de_Janeiro]
Arquivo Editar Exi <u>b</u> ir Imagem Temático <u>M</u> NT <u>C</u> adastral <u>R</u> ede <mark>Análise</mark> Executar <u>F</u> erramentas Ajuda
🛢 🔟 💆 🛩 🔊 Auto 💌 1/ 476090 Geográficas 💌 🔣 LEGAL
Estatística Espacial
Geoestatística <u>A</u> nálise Exploratória
<u>G</u> eração de Semivariograma ¹
Ajuste de Semivariogranfa
$\left(\begin{array}{c} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\$
+ A&
V_{τ} + V_{τ} + V_{τ} + V_{τ}
Análise Exploratória de Amostras
Plano de Informação
Selecionar outro Pl
Executar Fechar Ajuda

• 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





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 krigeagem.

• Inicializando a interface de geração de semivariograma

BPRING-3.4[FIOCRUZ][Rio_de_Janeiro]	
Arquivo Editar Exibir Imagem Temático MNT Cadastral Rede Análise Executar	r <u>F</u> erramentas Aj <u>u</u> da
関 📴 💋 😡 Auto 💌 1/ 400062 Inativa 💌 🔟 LEGAL Suporte à Decis	_{ão (AHP)}
<u>E</u> statística Espa	cial •
<u>G</u> eoestatistica	▲nalise Exploratoria Geração de Semivariograma
	Aj <u>u</u> ste de Semivariograma ¹⁷
	<u>v</u> alidação do Modelo de Ajuste <u>K</u> rigeagem
man and the	
Geração de Semivariograma	
Análise: Unidirecional 💌 Amostragem: Irregular 💌	
Upções Semivariograma	
Pi de Cruzamento Corte:	$\begin{array}{c} & & \\$
	- E
Parâmetros de Lag	
No lag Incremento Toloxâncio	
10 + 2025 000000 + 1012 500000 +1	
Parâmetros de Direção	
Anális	Pl ativo: APGAR
□ 3 Dir3: 90.000	
Tol4: Dir4: 135.00 + Tol4: 35.000 + Bw4: MAX +	
Padronizar Besultado Numérico	
Executar Fechar Ajuda	

• Geração de semivariograma

Gerando semivariograma com os valores default.

Plativo: APGAR Análise; Unidirecional Análise; Unidirecional Opções Semivariograma Pide Cruzemento: Corre Direção: 0.00 Parâmetros de Lag No. Lag No. Lag Incremento Tolerância 101:2.500000 10 2025.00000 10 2025.00000 101:2.500000 1012.500000 10:2.2025.00000 1012.500000 10:2.2025.00000 1012.500000 10:2.2025.00000 1012.500000 10:2.2025.00000 1012.500000 10:2.2025.00000 1012.500000 10:1:1:0.0000 EW1: 10:1:1:0.0000 EW1: 10:1:2:35.000 EW2: 10:1:2:35.000 EW2: 10:1:3:35.000 EW2: 10:1:3:35.000 EW2: 10:1:3:35.000 EW3: 10:1:3:35.000 EW4: 10:1:3:35.000 EW3: 10:1:4:135.00 Told: 35.000 2:3:5:5:5:5:5:5:5:5:5:5:5:5:5:5:5:5:5:5:			
Análise! Unidirecional Amostragem: Irregular Opções Semivariograma Pide Crazamento. Corte Parâmetros de Lag No. Lag No. Lag Incremento 10 2025.000000 10 2025.000000 10 2025.000000 11 00000 12 2162 13 1012.500000 14 1012.500000 15 1012.500000 16 2148 17 1011 18 1012.200000 19 1012.200000 10 1012.500000 11 122.2 12 1012.2 14 1014.5460 15 1012.2 16 1413.3506 17 1012.3 18 1012.2 19.000 1012.3 100 1012.3 11 122.2 12 12.3 13 12.3 14 135.000 15 1014.3 <t< th=""><th></th></t<>			
Opções Semivariograma Pide Cruzamento Corie Parâmetros de Lag No. Lag No. Lag Incremento Tolerância Tolerância 10 2025.000000 * 10 2025.000000 * 10 2025.000000 * 10 2025.000000 * 10 2025.000000 * 101 90.000 * 10 2025.000000 * 10 2025.000000 * 1012.500000 * 1012.500000 * 11 122.021.00000 * 10 2025.000000 * 10 1012.500000 * 11 122.021.00.000 * 10 1012.500000 * 10 1012.500000 * 10 154.8 11 1222.21152.713 12 1014 13 1012.35.000 * 14 1014 135.00 Bwa? 12 970 13 Dird: 13 Dird: 13 Dird: 13 Dird:	, <u> </u>		
Pi de Cruzemento Corte Parâmetros de Lag 1 No. Lag Incremento 10 102500000 10 1012500000 10 1012500000 10 1012500000 10 1012500000 1012500000 1012500000 10 1012500000 100 1012500000 11 1222 12 1112500000 1012500000 1012500000 1012500000 1012500000 1012 1012500000 1012 1012500000 1012 1012500000 1012 1012 1012 1012 1012 1012 1011 100000 1012 10000 1011 100000 1011 100000 1011 1222 1012 135.000 111 1222 12 1012 13 135.000 14 135.000 15 13 16<			
Parâmetros de Lag 2 986 2154.389 12.02859 No. Lag Incremento Tolerância 1 18.98800 10 ± 2025.000000 ± 11012.500000 ± 10 ± 2025.000000 ± 11012.500000 ± 10 ± 2025.000000 ± 11012.500000 ± 10 ± 2025.000000 ± 11012.500000 ± 10 ± 2025.000000 ± 11012.500000 ± 10 ± 2025.000000 ± 1012.500000 ± 7 2162 12152.713 45.55494 8 1966 14133.506 59.52235 9 1792 16151.773 72.84007 10 1548 18172.140 88.64866 11 1222 20190.669 93.95585 12 970 22213.871 120.00208 14 Dir4: 135.000 ± Bw4: MAX ± 4 Dir4: 135.000 ± Bw4: MA			
No. Lag Incremento Tolerância 10 2025.000000 1012.500000 10 2025.000000 1012.500000 10 2025.000000 1012.500000 10 2025.000000 1012.500000 10 2025.000000 1012.500000 10 1012.500000 1012.500000 10 1012.500000 1012.500000 10 1012.500000 1012.500000 10 1012.500000 1012.500000 10 1012.500000 1012.500000 10 1548 18172.140 8 1966 14133.506 9 1792 16151.773 10 1548 18172.140 88.64866 11 1222 11 1222 20190.669 9 1702 26151.773 12 970 22213.871 12 970 22213.871 12 970 22213.871 12 970 22213.871 12 970 22213.871 12 970 <td< th=""><th></th></td<>			
10 10 <td< th=""><th></th></td<>			
Parâmetros de Direção 1 1 Dir1: 0.0000 * Tol1: 90.000 * Bw1: MAX * 1 2 Dir2: 45.000 * Tol2: 35.000 * Bw2: MAX * 1 3 Dir3: 90.000 * Tol4: 35.000 * Bw4: MAX * 1 4 Dir4: 135.000 * Tol4: 35.000 * Bw4: MAX * 1 Eliminar Lag No.: CR Restaurar Salva			
1 Dir1: 0.0000 * Tol1: 90.000 * Bw1: MAX * 2 Dir2: 45.000 * Tol2: 35.000 * Bw2: MAX * 3 Dir3: 90.000 * Tol3: 35.000 * Bw3: MAX * 4 Dir4: 135.00 * Tol4: 35.000 * Bw4: MAX * Budication and the second a			
Image: 2 Dir2: 45.000 * Tol2: 35.000 * Bw2: MAX * Image: 2 MAX *			
3 Dir3: 90.000 * Tol3: 35.000 * Bw3: MAX * 4 Dir4: 135.00 * Tol4: 35.000 * Bw4: MAX * F Padronizar 3 Resultado Numérico Eliminar Lag No.: CR Restaurar Salva			
Image: Dir4: 135.00 + Tol4: 35.000 + Bw4: MAX + - Eliminar Lag No.: CR Restaurar Salva	-		
Eliminar Lag No.: CR Restaurar Salva			
	r		
Apagar Fechar Ajuda	1		
2 Fechar Ajuda			
Semivariograma: APGAR_SEMZERO			
98			
Y 84			
(h 70			
) 56			
42			
0 6000 12000 18000 24000 30000 Distância			
Variância APGAR_SEMZERO=68.19 //			
\downarrow			

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, $\hat{\gamma}(\mathbf{h})$, 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 $\hat{\gamma}(\mathbf{h})$ em relação a **h**. Deste modo, as estimativas obtidas a partir da krigeagem 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:

Geração de Semivariograma Image: Construction PI Ativo: APGAR	Semivariograma Omnidirecional
Análise: Unidirecional Amostragem: Irregular Opções Semivariograma. Pi de Cruzamento Corte:	Semivariograma: APGAR_SEMZERO
No. Lag Incremento Tolerância 12 + 4400.000000 + 2200.000000 + Parâmetros de Direção Parâmetros de Direção 2 1 Dir1: 0.0000 + Tol1: 90.000 + # 2 Dir2: 45.000 + Tol2: 35.000 + Bw2: MAX + 3 Dir3: 90.000 + Tol3: 35.000 + Bw4: MAX + 4 Dir4: 135.00 + Tol4: 35.000 + Bw4: MAX +	128 112 Y 96 (80) 64 48 32 16 0 0 12000 24000 36000 48000 60000 Distância
Padronizar	JVanancia APGAR_SEMZERO=68.19

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

SPRING-3.4[FIOCRUZ][Rio_de_Janeiro]	
Arquivo Editar Exibir Imogern Temático MNT Codastrol Bede	Agálise Executar Eerramentas Ajuda
🔋 🖬 🚅 🖬 🗛 🔹 11/ 400062 Instiva 💌 🛄	LEGAL Suporte à Decisióo (AHP)
	Geoestatistica Análise Exploratória Geração de Semivariograma <u>Ajuste de Semivariograma Validação do Modelo de Ajustê Kinesnem</u>

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.



sempre referentes ao menor valor de Akaike

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

Ajuste de Semivariogr C ×					
Automático C Visual					
©1 C2 C3					
Modelos	(Copie os va	lores dos	parâmetro	os do
Modelo 1: Gaussiano	r	nodelo, ap	resentados	na tel	a de
Modelo 2: Esterico	F (ampos da	interface	a os respe de Parâr	netros
Modelo 3: Estérico	E	Estruturais, co	onforme ilus	strado abai	ixo.
Verificar Ajustes					
Parâmetros Estruturais		🛱 Relatório de E	ados		_ 🗆 ×
Executar Fechar Ajuda			Rio de Janeiro	/GeoStatistic\A	
10		3	(riio_de_soliteito		
		s: 14			
Parâmetros Estruturais Parâmetros Número de Estruturas: © 1 © 2	_ 	8.570 tivo: Esférico 111.236 .050			
S Efeito Pepita: 2.358		ograma Esférico	Contribuição	Alconco	
Primeira Estrutura		5.002	117.666	40083.646	
5 Contribuição: 118.854 Ângulo Anis.:	0 6	2.065 2.358	118.581 118.854	37252.915 38220.608	
Alcance Máx.: 38220.6 Alcance Mín.:	38220.6	•			
Segunda E 7 a 8			Salvar.		
Tipo: Estérico			1		
Contribuição: Ângulo Anis.:		Apagar	Fecha	r Aj	uda
Alcance Máx.: Alcance Mín.:					
- Terceira Estrutura					
Tipo: Estérico 💌					
Contribuição: Ângulo Anis.:					
Alcance Máx.: Alcance Mín.:					
Executa 9 Fechar /	Ajuda				

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

PI Ativo Nome: APGAR Verificar Modelo Parâmetros de Interpolação Número de Pontos no Elipsóide de Busca Mínimo: 4 Máximo: 16 Elipsóide de Busca (Raio e Orientação) R.Min.: 89667.4 R.Max.: 89667.4 Ángulo: 0 Resultados Estatisticas do Erro Diagrama Espacial do Erro Histograma do Erro Diagrama Observado X Estimado Numérico
Parâmetros de Interpolação Número de Pontos no Elipsóide de Busca Mínimo: 4 Máximo: 16 Elipsóide de Busca (Raio e Orientação) R.Min.: 89667.4 R.Max.: 89667.4 Ángulo: 0 Resultados Estatísticas do Erro Diagrama Espacial do Erro Histograma do Erro Diagrama Observado X Estimado Numérico
Número de Pontos no Elipsóide de Busca Mínimo: 4 Máximo: 16 Elipsóide de Busca (Raio e Orientação) R.Min.: 89667.4 R.Max.: 89667.4 Ángulo: 0 Resultados Estatisticas do Erro Diagrama Espacial do Erro Histograma Observado X Estimado Numérico
Mínimo: 4 Máximo: 16 Elipsóide de Busca (Raio e Orientação) R.Min.: 89667.4 R.Max.: 89667.4 Ângulo: 0 Resultados Estatisticas do Erro Diagrama Espacial do Erro Histograma do Erro Estatísticas do Erro Diagrama Observado X Estimado Numérico
Elipsóide de Busca (Raio e Orientação) R.Min.: 89667.4 R.Max.: 89667.4 Ángulo: 0 Resultados Estatisticas do Erro Diagrama Espacial do Erro Histograma do Erro Estatísticas do Erro Diagrama Observado X Estimado Numérico
R.Min.: 89667.4 R.Max.: 89667.4 Ângulo: 0 Resultados Estatisticas do Erro Diagrama Espacial do Erro Histograma do Erro Diagrama Observado X Estimado Numérico
Resultados Estatisticas do Erro Diagrama Espacial do Erro Histograma do Erro Diagrama Observado X Estimado Numérico
Estatisticas do Erro Diagrama Espacial do Erro Histograma do Erro Estatisticas do Erro Diagrama Observado X Estimado Numérico
Diagrama Espacial do Erro Histograma do Erro Diagrama Observado X Estimado Numérico
Estatisticas do Erro Diagrama Observado X Estimado Numérico
Numérico
Relatório de Dados
🔒 Relatório de Dados
🔒 Relatório de Dados 📃 🗖
Relatório de Dados
Relatório de Dados 📃 📃
ESTATÍSTICAS DO ERRO
=> Plano de Informação: APGAR
=> Número de amostras 152 => Média
=> Variância
 Coeficiente de Variação
 Coeficiente de Assimenta
=> Valor Minimo
Salvar

• 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 Krigeagem

Krigeagem Image: Constraint of the second	
-Krigeagem Tipo: Ordinária 💌 Média:	
Definição da Grade Res.X: 400.000000 Res.Y: 202.500000	🗱 Lista de Categorias 📃 🗆 🗙
Retângulo Envolvente Parâmetros de Interpolação Número de Pontos no Elipsóide de Busca Mínimo: 4 Máximo: 16 Elipsóide de Busca (Raio e Orienteção) R.Min.: 89667.44 R.Min.: 89667.44 Numero 0	Categorias Campo_de_Amostras Grades Executar Executar Executar Executar Campo_de_Amostras Campo_de_Amostras Campo_de_Amostras Campo_de_Amostras Campo_de_Amostras Categorias
Categoria Grades Plano de Informação: KRIG_APGAR Executar Fechar Ajuda	

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

🗱 Painel de Controle 📃 🔲 🗙
Categorias
(V) Campo_de_Amostras
() Imagens () Recorte
(Ŭ) Unidades_de_Analise
Planos de Informação
(G) KRIG_APGAR
Prioridade: 300 CR
🗖 Amostras 🗖 TIN 🗖 Texto
🔽 Grade 🗖 Isolinhas 🗖 Imagem
Selecionar Consultar
CONTROLE DE TELAS
Ativar: © 1 © 2 © 3 © 4 © 5
Exibir: 🗖 2 🗖 3 🗖 4 🗖 5
Acoplar: 🗖 2 🗂 3 🗂 4 🗂 5
Ampliar: 1 2 2 4 2
Fechar Ajuda

• 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 Krigeagem do APGAR em IMAGEM



• 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 Espacial para **G**eoprocessamento **AL**gébrico), a qual é intrínseca do sistema **SPRING**. A seqüência 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 seqüência 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.



