

Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia

Análise Espacial da Informação Geográfica

Laboratório

Módulo: Métodos de Interpolação

Referência	APLICAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE INTERPOLAÇÃO		Doc	LABS_INTERPOLAÇÃO.PDF	
Autor	Cristina Catita	Versão	1.0	Data	Mai / 2009
Revisão		Versão		Data	

RESUMO

Interpolação é uma estimativa do valor de um atributo em locais não amostrados, a partir de locais amostrados na mesma área ou região. Sendo que, a interpolação espacial converte dados de observações pontuais para campos contínuos (transforma imagens vectoriais em raster) e assim produzindo padrões espaciais que podem ser comparados com outras entidades espaciais contínuas.

A base do raciocínio da interpolação é que, em média, os valores de um atributo tendem a ser semelhantes em locais próximos, por comparação com locais afastados (Seixas, 2007). A interpolação espacial é um procedimento de extrema importância nas Ciências da Informação Geográfica, e pode ser usada para fornecer isolinhas que permitam uma visualização gráfica, calcular o atributo da superfície num determinado ponto(s), alterar a unidade espacial que permite a comparação quando se usa diferentes estruturas de dados em diferentes layers, e ainda ajudar no processo de decisão espacial (Seixas, 2007).

Para uma análise de interpolação espacial existem vários métodos que se passa a enunciar e a explicar o que acontece em cada um deles.

Exercício 1 – Interpolação

Para a realização de uma interpolação espacial existem vários métodos possíveis. Neste exercício vamos explorar os seguintes métodos: Polígonos de Thiessen, Inverso do quadrado da distância; Análise de tendências, Kriging.

A resolução deste exercício usa dados de precipitação numa região em Africa. Se quiser usar outro conjunto de dados meteorológico, pode aceder ao site <http://www.retscreen.net/pt/databases.php> que apresenta uma base de dados mundial disponível para download.

O exercício está todo resolvido em IDRISI, mas pode usar o ARCGIS, SURFER ou QGIS.

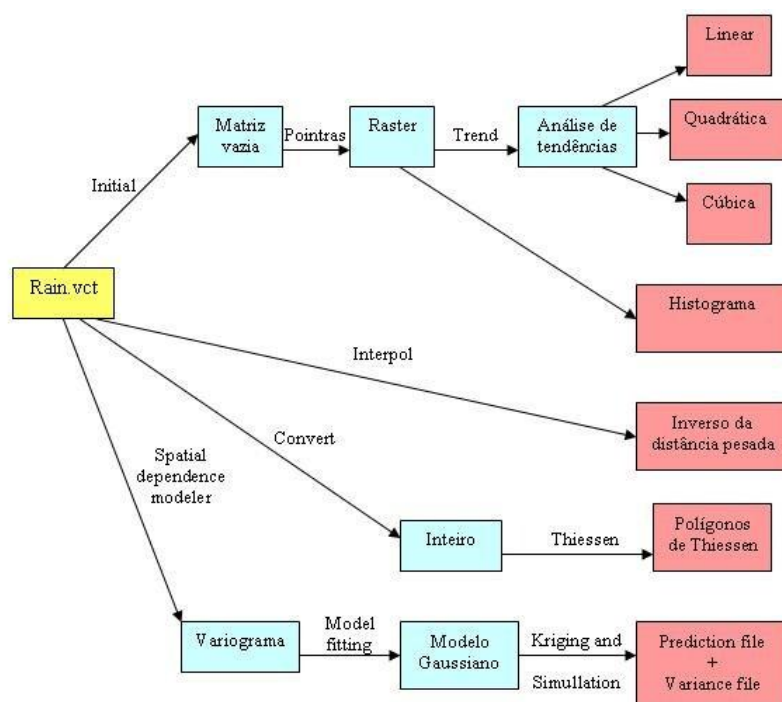
O Sahel é a região compreendida entre o deserto do Sahara e as terras mais férteis a Sul, este inclui países como o Senegal, a Mauritânia, o Mali, o Burkina Faso, o Níger, a parte norte da Nigéria, Chade, o Sudão, a Etiópia, a Eritreia, o Djibouti e a Somália.

A vegetação dominante é de savana, mas como possui uma zona envolvente com flora muito diversificada, esta protege-a dos ventos proveniente do Sahara, mas apesar disso essa região já tem sido afectada por longos períodos de seca, com graves consequências a nível Humano.



Figura 1: Mapa do Sahel

O fluxograma que se segue apresenta os processos intervenientes na interpolação espacial do ficheiro dos dados de precipitação (rain.vct) relativos às médias mensais dos meses de Julho, entre os anos 1961 e 1990, em 261 estações meteorológicas distribuídas pela área de estudo.



Caso não queira converter o ficheiro vectorial rain para raster, este encontra-se já em formato raster na directoria Tutorial>Advanced GIS com o nome **rain-samples**

Para validar os seus resultados considere as seguintes observações de precipitação (mm) nas coordenadas correspondentes (estes pontos não são considerados na amostra para as interpolações):

	Coordenada X	Coordenada Y	mm
1	605,215641	348,270738	151
2	404,633015	566,470339	102
3	752,546242	204,578318	165
4	346,055788	676,4513	65
5	891,001505	149,584922	180
6	315,879641	34,27619	184

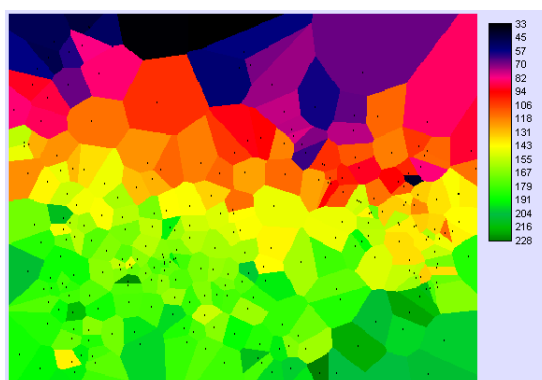
Quadro 1 – Pontos para validação das interpolações

1. Método de Interpolação: Polígonos de Thiessen

O método Polígonos de Thiessen permite a determinação, numa área, da região mais próxima de um ponto. Todo o polígono é caracterizado pelo valor do atributo do ponto interno. Estes não são apropriados para parâmetros contínuos mas sim para dados nominais. O método trabalha com interpoladores do tipo local, determinístico e exacto, isto é, interpoladores que aplicam algoritmos a cada uma das parcelas do conjunto total de dados, não usam quaisquer elementos da teoria de probabilidades e respeitam os dados dos pontos. Os polígonos têm alterações abruptas nas fronteiras, isto porque os valores dos polígonos podem ter uma variação muito grande.

Os polígonos são formados a partir da união de todos os pares de pontos com segmentos de recta e depois é traçado a perpendicular a cada segmento de recta.

1. No menu Reformat>Convert converta a imagem rain-samples para integer, e designe a imagem output por rain-samples-int.
2. GIS Analysis>Surface Analysis>Interpolation>Thiessen. A imagem input será a rain-samples-int e o output terá o nome de rain-thiessen.
3. Sobreponha ao layer de saída (rain-thiessen) o ficheiro vectorial rain (ficheiro de pontos correspondentes aos pixels da imagem rain-samples).



Verifique que cada polígono tem o atributo do ponto que nele está contido.

4. Método de Interpolação: Inverso da distância ponderada

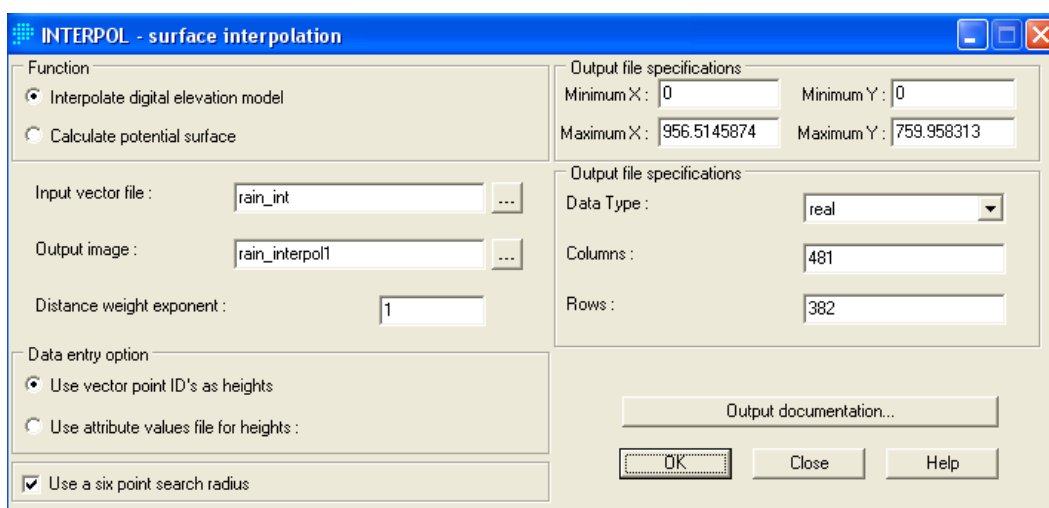
É um interpolador local, determinístico e exacto. É usado em Sistemas de Informação Geográfica para gerar mapas raster a partir de dados pontuais. O algoritmo do Inverso do Quadrado da Distância calcula estimativas de valores desconhecidos dependendo dos valores vizinhos. A distância actua como o peso e o expoente usado permite ajustamentos a esse peso: maiores expoentes implica uma maior influência do valor vizinho conhecido.

7. Converta o ficheiro vectorial rain para um ficheiro de valores inteiros.

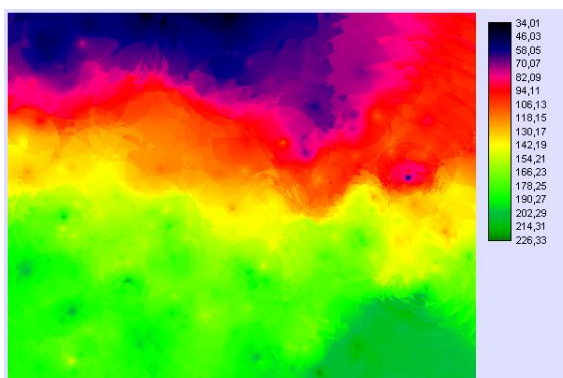
8. Data Entry>Surface Interpolation>Interpol. A imagem input será a rain-samples-int.

Experimente com expoente=1 (output= rain-interpol1) e expoente=2 (output=rain-interpol2).

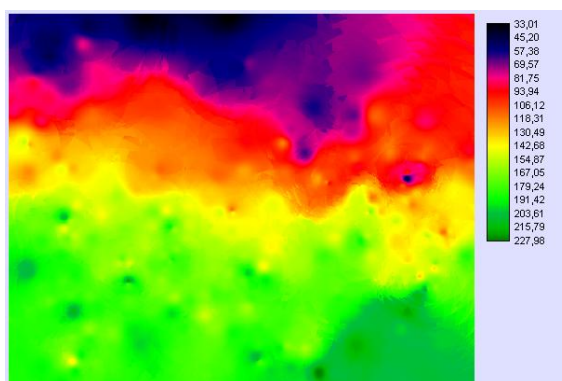
Nota: Aparentemente o algoritmo em GIS Analysis>Surface Analysis>Interpolation>Interpol difere do algoritmo em Data Entry>Surface Interpolation>Interpol. Experimente e veja os resultados.



Pode usar apenas 6 pontos vizinhos para a interpolação, ou se não seleccionar esta opção, obterá uma superfície mais suavizada pois todos os pontos da amostra são considerados para a estimação de qualquer ponto da imagem de saída.



Expoente = 1



Expoente = 2

9. Método de Interpolação: Superfícies de tendência

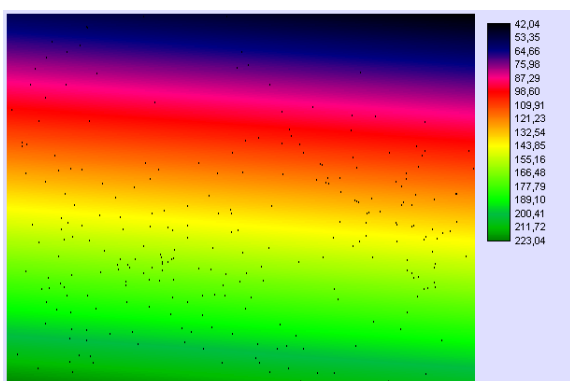
Ajusta um polinômio aos dados pontuais, esse ajustamento do modelo pode ser avaliado por parâmetros estatísticos, isto é feito através de uma regressão múltipla dos valores do atributo em função da localização geográfica. O polinômio é então usado para estimar valores de pontos numa grelha de estrutura *raster* ou num dado local. A análise de tendência é sensível à existência de *outliers* nos dados e são funções suaves. É um interpolador global, uma vez que assume que a tendência geral da superfície é independente de erros aleatórios encontrados em cada ponto amostrado. O atributo *z* num dado ponto (*x,y*) na superfície é dado pela equação de *z* em função de *x* e *y*. Pode usar equações polinomiais de três tipos: linear que descrevem uma superfície plana, quadrática descreve um vale ou monte, e pode ainda ser cúbica. Cada uma das equações é apresentada a seguir.

- Linear: $z = a + bx + cy$
- Quadrática: $z = a + bx + cy + dx^2 + ey^2 + fxy$
- Cúbica: $z = a + bx + cy + dx^2 + exy + fy^2 + gx^3 + hx^2y + ixy^2 + jy^3$

Usualmente só produz bons resultados quando existe uma relação conhecida entre o parâmetro e outras variáveis.

9. Data Entry>Surface Interpolation>Trend. A imagem input será a rain-samples-int. (output= rain-trend) e expoente=2 (output=rain-interpol2).

Resultados da interpolação TREND com equação polinomial de 1º grau:

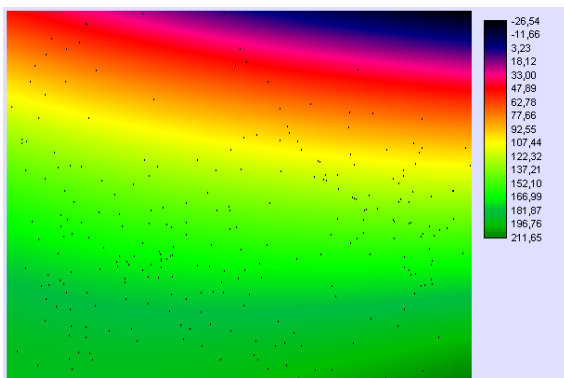


Number of cells used to determine the surface : 261

Surface Coefficients :
 b0 : 56,7691012191336
 b1 : -0,0311100192594046
 b2 : 0,435868532560569

Goodness of fit (R2) = 79.26 %
 F ratio = 493.03
 df (numerator) = 2
 df (denominator) = 258

Resultados da interpolação TREND com equação polinomial de 2º grau:

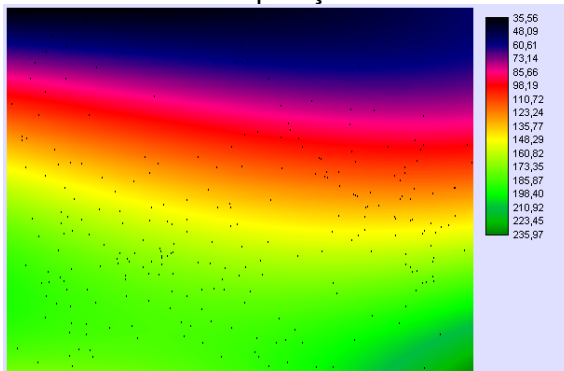


Number of cells used to determine the surface : 261

Surface Coefficients :
 b0 : 50,1761477834226
 b1 : -0,208378323193678
 b2 : 0,744735364398816
 b3 : 9,92089321013724E-5
 b4 : 0,000531480597783759
 b5 : -0,000981515061416464

Goodness of fit (R2) = 84.37 %
 F ratio = 275.39
 df (numerator) = 5
 df (denominator) = 255

Resultados da interpolação TREND com equação polinomial de 3º grau:



```

Number of cells used to determine the surface :      261

Surface Coefficients :
b0 : 35,2171806938335
b1 : 0,0119182798256519
b2 : 0,673318198784496
b3 : -1,50672363808907E-5
b4 : -0,00172335684800605
b5 : 0,00077519400892583
b6 : 1,73340759446626E-7
b7 : 4,9239143979388E-7
b8 : 4,53111528760478E-6
b9 : -4,22787345986867E-6

Goodness of fit (R2) =      85.95 %
F ratio              =      170.66
df (numerator)       =      9
df (denominator)    =      251

```

Fazendo a análise de cada uma das ordens para este método, pode concluir-se que a melhor ordem a ser utilizada é a de terceira ordem, uma vez que é a que tem maior R^2 .

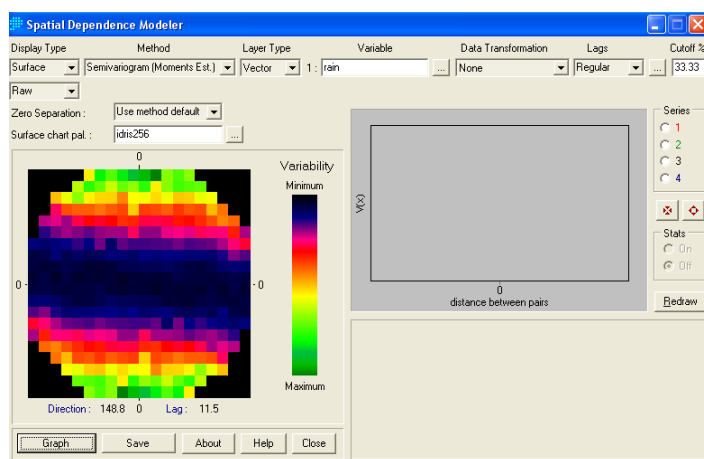
10. Método de Interpolação: Kriging

O kriging é um interpolador estocástico. Baseia-se na taxa de alteração da variância com a distância entre pontos observados, ou seja, à medida que aumenta a distância a um ponto de medição de um atributo, aumenta a probabilidade dos valores desse atributo serem diferentes. Estima um valor de $Z(x)$ num ponto x_0 . A média móvel ponderada é: $Z^*(x_0) = \sum a_i Z(x_i)$, em que os pesos (a_i), atribuídos às amostras, são calculados de maneira que a variância estimada seja mínima:

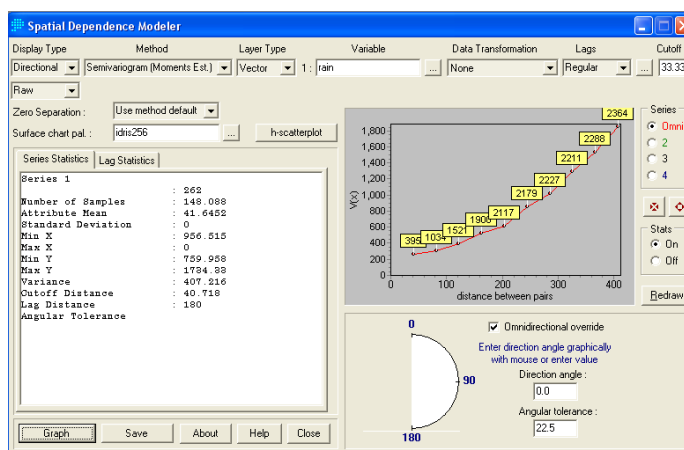
$$\partial^2 k = \text{var}[Z(x_0) - Z^*(x_0)].$$

O primeiro passo do Kriging em IDRISI é analisar os padrões espaciais do conjunto de dados. Para isso obteve-se o variograma que traduz a forma como os valores da semivariância estão dispostos no espaço. Através da nuvem do variograma percebe-se que os dados apresentam um comportamento direccional. A variabilidade é mínima na direcção Este-Oeste e é máxima na direcção Norte-Sul.

11. Em IDRISI, faça DATA ENTRY>Surface Interpolation>KRIGING> Spatial Dependence Modeler

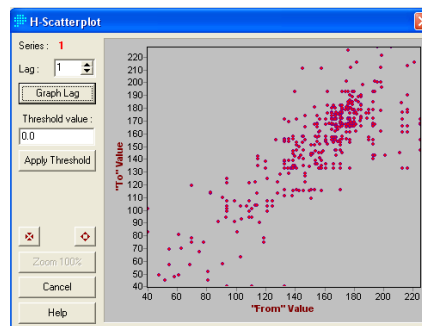


12. De modo a analisar as direcções em que a variabilidade espacial ocorre construiu-se um variograma omnidireccional que tem em conta todas as direcções (active as opções Omnidirectional override e Stats ON):

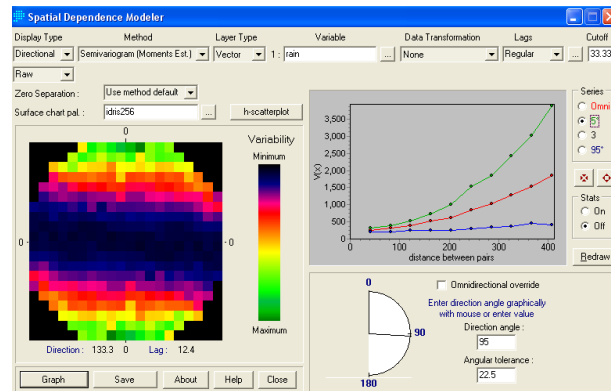


Verifica-se que a variabilidade aumenta quando aumenta a distância entre os pares de pontos. As distâncias são agrupadas em intervalos e designadas por uma ordem sequencial a que correspondem as Lag (neste caso Lag width = 40.718 e Number of lags = 10).

Clicando em h-scatterplot obteve-se o gráfico da figura seguinte. Este gráfico mostra os pares de pontos com os respectivos valores da precipitação no primeiro lag (lag=1). Pela forma como os pontos estão dispostos no gráfico (na linha 45°), indica que estão correlacionados no espaço. Verifica-se que existem pontos que estão mais distantes dos restantes mas nenhum que se possa considerar outlier.



De seguida construíram-se 2 variogramas direccionais, a 95° e a 5° os quais foram comparados com o variograma omnidireccional.



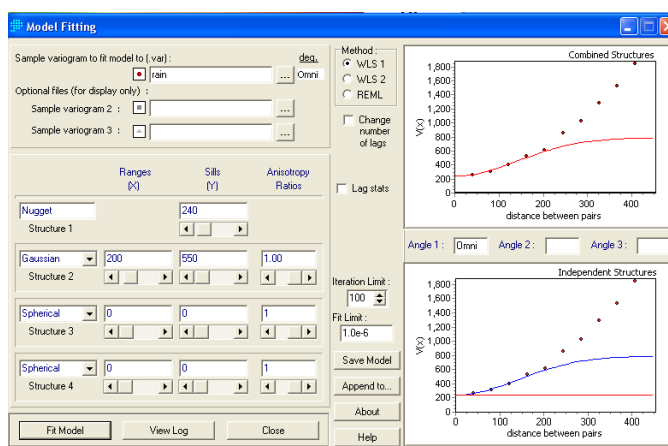
Pode-se observar que existem alterações aos 200 e 300 km. Isto pode dever-se ao facto de existirem 3 padrões de variabilidade em diferentes escalas, que podem estar dependentes de razões de ordem climatológica na região. A partir do variograma omnidireccional retiram-se 3 valores dos parâmetros que servem para fazer o ajuste de um modelo aos pontos. Os valores são:

Nugget (efeito de pepita) = 240

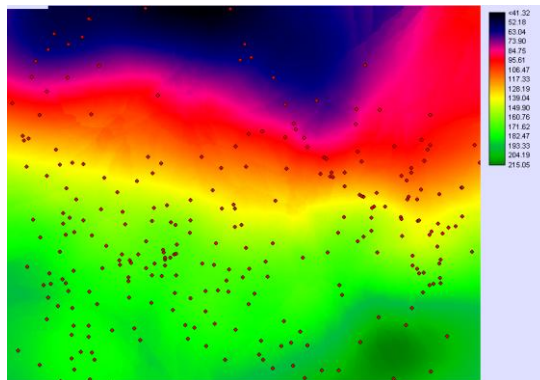
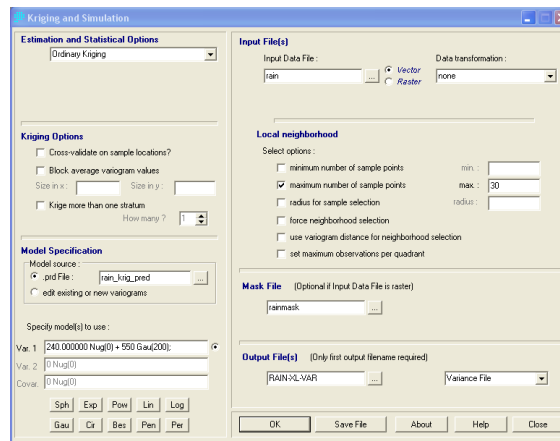
Range (Distância) = 200

Sill (Patamar) = 550

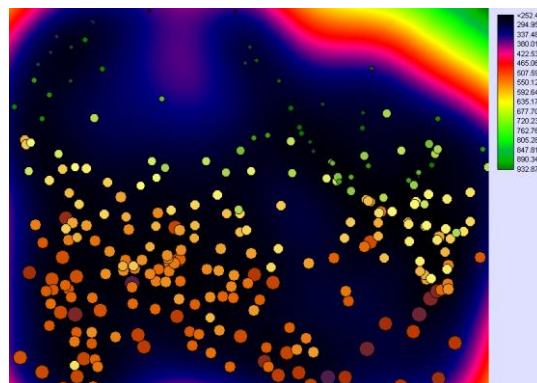
13. Mantenha apenas o variograma Omnidireccional activo e faça SAVE na janela do Spatial Dependence Modeler para gravar os parâmetros num ficheiro .var (rain.var).
14. Faça DATA ENTRY>Surface Interpolation>KRIGING>Model Fitting e seleccione o ficheiro rain.var indicando ainda os parâmetros do variograma experimental que extraiu, tal como a seguir se mostra (aumente o número de iterações de modo a que o ajustamento leve à convergência, e.g. 100):



15. O modelo Gaussian, é o que mais se aproxima à curva. Este modelo ajustou-se apenas até a distâncias entre pares de 200 km, aproximadamente. Para pares com distâncias superiores a este valor o modelo não apresenta um bom ajuste. Faça na janela do Model Fitting o **Fit Model** e **SAVE MODEL** (rain_krig_pred.prd)
16. O passo seguinte é a realização do kriging. O método utilizado será o Ordinary kriging (DATA ENTRY>Surface Interpolation>KRIGING>Kriging and Simulation) para se obter o padrão de variabilidade espacial do atributo analisado. O resultado fornece-nos 2 imagens: uma com os valores estimados da variável regionalizada e outra com os erros de estimação, sendo esta útil para avaliar a qualidade dos valores estimados e inferir as áreas onde a estimação não foi satisfatória. Para tal, seleccione o ficheiro rain_krig_pred.prd como modelo input e depois clique em edit na opção Model Specifications. Analise o formato da equação do modelo matemático guardada no Model Fitting. De seguida seleccione o ficheiro vectorial RAIN como ficheiro input do (input data file). Seleccione 30 como número máximo de pontos vizinhos usados na estimação de novos valores. Neste quadro, seleccione ainda um ficheiro máscara (encontra-se na directoria IDRISI Tutorial > Advanced GIS > **rainmask**) para especificar as linhas, colunas e o sistema de referência da área a ser estimada. Designe o ficheiro output Prediction, por RAIN-XL-PRED. Clique na caixa que lê o Prediction File e seleccione o Variance File designando-o por RAIN-XL-VAR. Faça OK e examine os resultados deste módulo.



Interpolador Kriging: Rain-XL-pred



Variância: Rain-XL-var

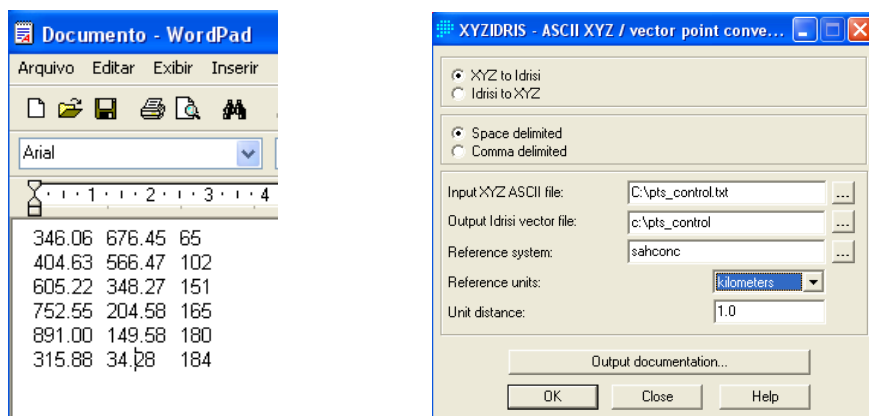
O erro aumenta consoante a quantidade de pontos disponíveis. Ao analisar o ficheiro vectorial rain, verifica-se que na zona em que existem poucos pontos para a interpolação, o erro associado é superior às restantes regiões do mapa. Verifica-se ainda que a variância aumenta à medida que nos afastamos dos pontos da amostra.

17. Faça agora o seguinte exercício. Efectue um overlay (GIS Analysis > Database Query > Overlay) e escolha a opção COVER (First Image: Rain_xl_pred, second image: Rain-samples, Output: Cover, Opção: First covers second except where zero option). Verifique quais dos pixels originais são significativamente diferentes dos seus vizinhos na imagem interpolada.

Referência: IDRISI Tutorial (Exercício 3-5 Geostatistics, pp. 165-180)

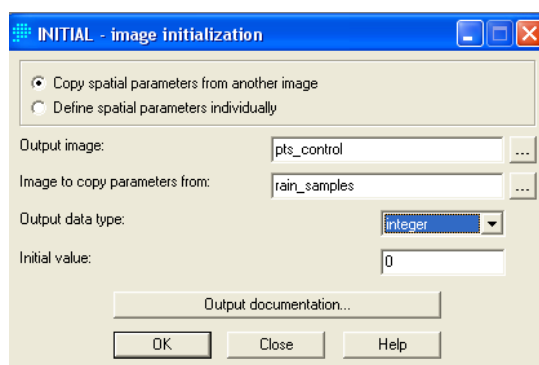
Para avaliar a qualidade de cada superfície terá que validá-la com os 6 pontos do quadro 1 apresentado no início do exercício. Repare que estes pontos não foram utilizados na interpolação.

1. a) Crie um ficheiro .txt com as respectivas coordenadas x, y e o valor de precipitação (mm) dos 6 pontos usados para validação e importe-o para o IDRISI através do comando File>Import>General Conversion Tools>XYZIDRISI. Com este comando irá criar um ficheiro vectorial pts_control.vct no formato IDRISI:



NOTA: Verifique se a versão do IDRISI que tem contém o sistema de referência **sahconc** (dir Idrisi\Georef). Este é o sistema que está associado aos dados rain.vct e rain-samples.rst. Caso não encontre, escolha o sistema de referência **plane** e depois terá de alterá-lo para **sahconc** editando o ficheiro documentation manualmente.

- b) Crie agora uma imagem vazia à semelhança da imagem rain-samples através do comando Data Entry > INITIAL :



- c) Edite o ficheiro documentation do vectorial (pts_control.vdc) com o wordpad de modo a apresentar os seguintes parâmetros:

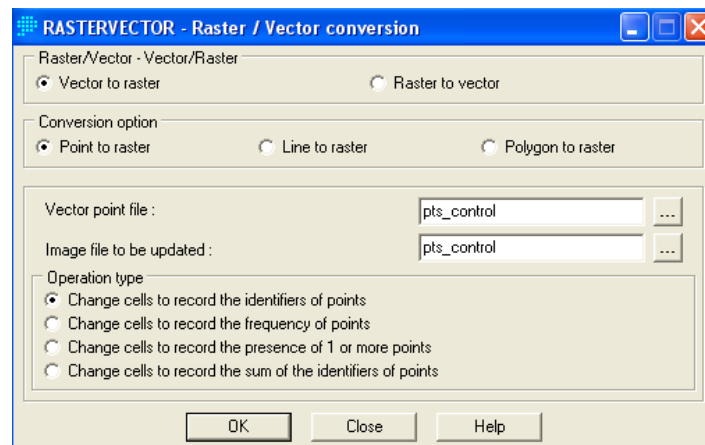
```
file format : IDRISI Vector A.1
file title  : Pontos de Controlo
id type     : integer
file type   : binary
```

```

object type : point
ref. system : sahconc
ref. units : km
unit dist. : 1
min. X : 0
max. X : 956.5145874
min. Y : 0
max. Y : 759.9583130
pos'n error : unknown
resolution : unknown
min. value : 1
max. value : 1
display min : 1
display max : 1
value units : unspecified
value error : unknown
flag value : none
flag def'n : none
legend cats : 0

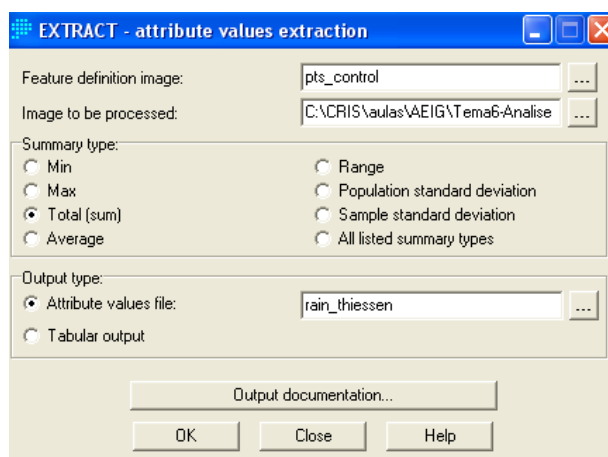
```

d) De seguida, converta o ficheiro pts_control.vct para raster através do comando Reformat>RasterVector:



Os ficheiros vector e raster podem ter o mesmo nome, pois têm extensões diferentes. Verifique se os *pixels* dos 6 pontos de controlo mantiveram os seus respectivos atributos (coord x, coord y e respectivo valor de precipitação).

e) De seguida irá extrair os valores dos *pixels* correspondentes aos dos pontos de controlo, nas coordenadas, mas em cada uma das superfícies interpoladas. Par tal, terá que usar o comando GIS ANALYSIS > DATABASE QUERY > EXTRACT:



A **feature definition image** é a imagem *raster* que contém os 6 pontos de controlo (pts_control) e a **Image to be processed** será uma das imagens interpoladas por um dos métodos propostos no exercício. Este comando irá criar um Attribute values file (ficheiro de texto) onde poderá analisar o valor de cada pixel da imagem interpolada na localização dos pontos de controlo. Efectue este procedimento para as 7 imagens interpoladas.

e) Junte cada um destes ficheiros em EXCEL (por exemplo), numa mesma folha, e calcule o RMS para o conjunto de pontos de cada Attribute Values File, tal como a seguir se apresenta (Nota: verifique com cuidado quais os pixels que correspondem a cada coordenada, para não se enganar na correspondência dos pontos!).

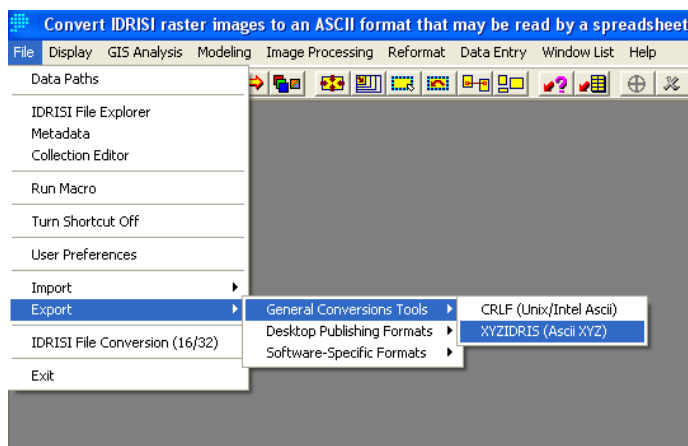
O quadro que se segue apresenta os valores de precipitação de cada um dos métodos de interpolação obtidos para as coordenadas referentes aos 6 pontos teóricos dados no início do exercício e o respectivo erro médio quadrático (RMS) em cada um desses métodos em relação aos valores teóricos. Nesta tabela, os valores *z* correspondem às observações (valores teóricos, O_i), os valores nas colunas Thiessen, IDW1, etc... correspondem aos valores estimados (E_i) nas mesmas coordenadas, e *n* corresponde ao nº total de pontos de controlo ($n=6$).

~~Desta análise, verifica-se que a melhor superfície de interpolação obtida para estes dados corresponde ao inverso do quadrado da distância.~~

	Thiessen	IDW1	IDW2	IDW3	IDW4	IDW5	IDW6	IDW7	IDW8	IDW9	IDW10	IDW11	IDW12	IDW13	IDW14	IDW15	IDW16	IDW17	IDW18	IDW19	IDW20	IDW21	IDW22	IDW23	IDW24	IDW25	IDW26	IDW27	IDW28	IDW29	IDW30	IDW31	IDW32	IDW33	IDW34	IDW35	IDW36	IDW37	IDW38	IDW39	IDW40	IDW41	IDW42	IDW43	IDW44	IDW45	IDW46	IDW47	IDW48	IDW49	IDW50	IDW51	IDW52	IDW53	IDW54	IDW55	IDW56	IDW57	IDW58	IDW59	IDW60	IDW61	IDW62	IDW63	IDW64	IDW65	IDW66	IDW67	IDW68	IDW69	IDW70	IDW71	IDW72	IDW73	IDW74	IDW75	IDW76	IDW77	IDW78	IDW79	IDW80	IDW81	IDW82	IDW83	IDW84	IDW85	IDW86	IDW87	IDW88	IDW89	IDW90	IDW91	IDW92	IDW93	IDW94	IDW95	IDW96	IDW97	IDW98	IDW99	IDW100	IDW101	IDW102	IDW103	IDW104	IDW105	IDW106	IDW107	IDW108	IDW109	IDW110	IDW111	IDW112	IDW113	IDW114	IDW115	IDW116	IDW117	IDW118	IDW119	IDW120	IDW121	IDW122	IDW123	IDW124	IDW125	IDW126	IDW127	IDW128	IDW129	IDW130	IDW131	IDW132	IDW133	IDW134	IDW135	IDW136	IDW137	IDW138	IDW139	IDW140	IDW141	IDW142	IDW143	IDW144	IDW145	IDW146	IDW147	IDW148	IDW149	IDW150	IDW151	IDW152	IDW153	IDW154	IDW155	IDW156	IDW157	IDW158	IDW159	IDW160	IDW161	IDW162	IDW163	IDW164	IDW165	IDW166	IDW167	IDW168	IDW169	IDW170	IDW171	IDW172	IDW173	IDW174	IDW175	IDW176	IDW177	IDW178	IDW179	IDW180	IDW181	IDW182	IDW183	IDW184	IDW185	IDW186	IDW187	IDW188	IDW189	IDW190	IDW191	IDW192	IDW193	IDW194	IDW195	IDW196	IDW197	IDW198	IDW199	IDW200	IDW201	IDW202	IDW203	IDW204	IDW205	IDW206	IDW207	IDW208	IDW209	IDW210	IDW211	IDW212	IDW213	IDW214	IDW215	IDW216	IDW217	IDW218	IDW219	IDW220	IDW221	IDW222	IDW223	IDW224	IDW225	IDW226	IDW227	IDW228	IDW229	IDW230	IDW231	IDW232	IDW233	IDW234	IDW235	IDW236	IDW237	IDW238	IDW239	IDW240	IDW241	IDW242	IDW243	IDW244	IDW245	IDW246	IDW247	IDW248	IDW249	IDW250	IDW251	IDW252	IDW253	IDW254	IDW255	IDW256	IDW257	IDW258	IDW259	IDW260	IDW261	IDW262	IDW263	IDW264	IDW265	IDW266	IDW267	IDW268	IDW269	IDW270	IDW271	IDW272	IDW273	IDW274	IDW275	IDW276	IDW277	IDW278	IDW279	IDW280	IDW281	IDW282	IDW283	IDW284	IDW285	IDW286	IDW287	IDW288	IDW289	IDW290	IDW291	IDW292	IDW293	IDW294	IDW295	IDW296	IDW297	IDW298	IDW299	IDW300	IDW301	IDW302	IDW303	IDW304	IDW305	IDW306	IDW307	IDW308	IDW309	IDW310	IDW311	IDW312	IDW313	IDW314	IDW315	IDW316	IDW317	IDW318	IDW319	IDW320	IDW321	IDW322	IDW323	IDW324	IDW325	IDW326	IDW327	IDW328	IDW329	IDW330	IDW331	IDW332	IDW333	IDW334	IDW335	IDW336	IDW337	IDW338	IDW339	IDW340	IDW341	IDW342	IDW343	IDW344	IDW345	IDW346	IDW347	IDW348	IDW349	IDW350	IDW351	IDW352	IDW353	IDW354	IDW355	IDW356	IDW357	IDW358	IDW359	IDW360	IDW361	IDW362	IDW363	IDW364	IDW365	IDW366	IDW367	IDW368	IDW369	IDW370	IDW371	IDW372	IDW373	IDW374	IDW375	IDW376	IDW377	IDW378	IDW379	IDW380	IDW381	IDW382	IDW383	IDW384	IDW385	IDW386	IDW387	IDW388	IDW389	IDW390	IDW391	IDW392	IDW393	IDW394	IDW395	IDW396	IDW397	IDW398	IDW399	IDW400	IDW401	IDW402	IDW403	IDW404	IDW405	IDW406	IDW407	IDW408	IDW409	IDW410	IDW411	IDW412	IDW413	IDW414	IDW415	IDW416	IDW417	IDW418	IDW419	IDW420	IDW421	IDW422	IDW423	IDW424	IDW425	IDW426	IDW427	IDW428	IDW429	IDW430	IDW431	IDW432	IDW433	IDW434	IDW435	IDW436	IDW437	IDW438	IDW439	IDW440	IDW441	IDW442	IDW443	IDW444	IDW445	IDW446	IDW447	IDW448	IDW449	IDW450	IDW451	IDW452	IDW453	IDW454	IDW455	IDW456	IDW457	IDW458	IDW459	IDW460	IDW461	IDW462	IDW463	IDW464	IDW465	IDW466	IDW467	IDW468	IDW469	IDW470	IDW471	IDW472	IDW473	IDW474	IDW475	IDW476	IDW477	IDW478	IDW479	IDW480	IDW481	IDW482	IDW483	IDW484	IDW485	IDW486	IDW487	IDW488	IDW489	IDW490	IDW491	IDW492	IDW493	IDW494	IDW495	IDW496	IDW497	IDW498	IDW499	IDW500	IDW501	IDW502	IDW503	IDW504	IDW505	IDW506	IDW507	IDW508	IDW509	IDW510	IDW511	IDW512	IDW513	IDW514	IDW515	IDW516	IDW517	IDW518	IDW519	IDW520	IDW521	IDW522	IDW523	IDW524	IDW525	IDW526	IDW527	IDW528	IDW529	IDW530	IDW531	IDW532	IDW533	IDW534	IDW535	IDW536	IDW537	IDW538	IDW539	IDW540	IDW541	IDW542	IDW543	IDW544	IDW545	IDW546	IDW547	IDW548	IDW549	IDW550	IDW551	IDW552	IDW553	IDW554	IDW555	IDW556	IDW557	IDW558	IDW559	IDW560	IDW561	IDW562	IDW563	IDW564	IDW565	IDW566	IDW567	IDW568	IDW569	IDW570	IDW571	IDW572	IDW573	IDW574	IDW575	IDW576	IDW577	IDW578	IDW579	IDW580	IDW581	IDW582	IDW583	IDW584	IDW585	IDW586	IDW587	IDW588	IDW589	IDW590	IDW591	IDW592	IDW593	IDW594	IDW595	IDW596	IDW597	IDW598	IDW599	IDW600	IDW601	IDW602	IDW603	IDW604	IDW605	IDW606	IDW607	IDW608	IDW609	IDW610	IDW611	IDW612	IDW613	IDW614	IDW615	IDW616	IDW617	IDW618	IDW619	IDW620	IDW621	IDW622	IDW623	IDW624	IDW625	IDW626	IDW627	IDW628	IDW629	IDW630	IDW631	IDW632	IDW633	IDW634	IDW635	IDW636	IDW637	IDW638	IDW639	IDW640	IDW641	IDW642	IDW643	IDW644	IDW645	IDW646	IDW647	IDW648	IDW649	IDW650	IDW651	IDW652	IDW653	IDW654	IDW655	IDW656	IDW657	IDW658	IDW659	IDW660	IDW661	IDW662	IDW663	IDW664	IDW665	IDW666	IDW667	IDW668	IDW669	IDW670	IDW671	IDW672	IDW673	IDW674	IDW675	IDW676	IDW677	IDW678	IDW679	IDW680	IDW681	IDW682	IDW683	IDW684	IDW685	IDW686	IDW687	IDW688	IDW689	IDW690	IDW691	IDW692	IDW693	IDW694	IDW695	IDW696	IDW697	IDW698	IDW699	IDW700	IDW701	IDW702	IDW703	IDW704	IDW705	IDW706	IDW707	IDW708	IDW709	IDW710	IDW711	IDW712	IDW713	IDW714	IDW715	IDW716	IDW717	IDW718	IDW719	IDW720	IDW721	IDW722	IDW723	IDW724	IDW725	IDW726	IDW727	IDW728	IDW729	IDW730	IDW731	IDW732	IDW733	IDW734	IDW735	IDW736	IDW737	IDW738	IDW739	IDW740	IDW741	IDW742	IDW743	IDW744	IDW745	IDW746	IDW747	IDW748	IDW749	IDW750	IDW751	IDW752	IDW753	IDW754	IDW755	IDW756	IDW757	IDW758	IDW759	IDW760	IDW761	IDW762	IDW763	IDW764	IDW765	IDW766	IDW767	IDW768	IDW769	IDW770	IDW771	IDW772	IDW773	IDW774	IDW775	IDW776	IDW777	IDW778	IDW779	IDW780	IDW781	IDW782	IDW783	IDW784	IDW785	IDW786	IDW787	IDW788	IDW789	IDW790	IDW791	IDW792	IDW793	IDW794	IDW795	IDW796	IDW797	IDW798	IDW799	IDW800	IDW801	IDW802	IDW803	IDW804	IDW805	IDW806	IDW807	IDW808	IDW809	IDW810	IDW811	IDW812	IDW813	IDW814	IDW815	IDW816	IDW817	IDW818	IDW819	IDW820	IDW821	IDW822	IDW823	IDW824	IDW825	IDW826	IDW827	IDW828	IDW829	IDW830	IDW831	IDW832	IDW833	IDW834	IDW835	IDW836	IDW837	IDW838	IDW839	IDW840	IDW841	IDW842	IDW843	IDW844	IDW845	IDW846	IDW847	IDW848	IDW849	IDW850	IDW851	IDW852	IDW853	IDW854	IDW855	IDW856	IDW857	IDW858	IDW859	IDW860	IDW861	IDW862	IDW863	IDW864	IDW865	IDW866	IDW867	IDW868	IDW869	IDW870	IDW871	IDW872	IDW873	IDW874	IDW875	IDW876	IDW877	IDW878	IDW879	IDW880	IDW881	IDW882	IDW883	IDW884	IDW885	IDW886	IDW887	IDW888	IDW889	IDW890	IDW891	IDW892	IDW893	IDW894	IDW895	IDW896	IDW897	IDW898	IDW899	IDW900	IDW901	IDW902	IDW903	IDW904	IDW905	IDW906	IDW907	IDW908	IDW909	IDW910	IDW911	IDW912	IDW913	IDW914	IDW915	IDW916	IDW917	IDW918	IDW919	IDW920	IDW921	IDW922	IDW923	IDW924	IDW925	IDW926	IDW927	IDW928	IDW929	IDW930	IDW931	IDW932	IDW933	IDW934	IDW935	IDW936	IDW937	IDW938	IDW939	IDW940	IDW941	IDW942	IDW943	IDW944	IDW945	IDW946	IDW947	IDW948	IDW949	IDW950	IDW951	IDW952	IDW953	IDW954	IDW955	IDW956	IDW957	IDW958	IDW959	IDW960	IDW961	IDW962	IDW963	IDW964	IDW965	IDW966	IDW967	IDW968	IDW969	IDW970	IDW971	IDW972	IDW973	IDW974	IDW975	IDW976	IDW977	IDW978	IDW979	IDW980	IDW981	IDW982	IDW983	IDW984	IDW985	IDW986	IDW987	IDW988	IDW989	IDW990	IDW991	IDW992	IDW993	IDW994	IDW995	IDW996	IDW997	IDW998	IDW999	IDW1000	IDW1001	IDW1002	IDW1003	IDW1004	IDW1005	IDW1006	IDW1007	IDW1008	IDW1009	IDW1010	IDW1011	IDW1012	IDW1013	IDW1014	IDW1015	IDW1016	IDW1017	IDW1018	IDW1019	IDW1020	IDW1021	IDW1022	IDW1023	IDW1024	IDW1025	IDW1026	IDW1027	IDW1028	IDW1029	IDW1030	IDW1031	IDW1032	IDW1033	IDW1034	IDW1035	IDW1036	IDW1037	IDW1038	IDW1039	IDW1040	IDW1041	IDW1042	IDW1043	IDW1044	IDW1045	IDW1046	IDW1047	IDW1048	IDW1049	IDW1050	IDW1051	IDW1052	IDW1053	IDW1054	IDW1055	IDW1056	IDW1057	IDW1058	IDW1059	IDW1060	IDW1061	IDW1062	IDW1063	IDW1064	IDW1065	IDW1066	IDW1067	IDW1068	IDW1069	IDW1070	IDW1071	IDW1072	IDW1073	IDW1074	IDW1075	IDW1076	IDW1077	IDW1078	IDW1079	IDW1080	IDW1081	IDW1082	IDW1083	IDW1084	IDW1085	IDW1086	IDW1087	IDW1088	IDW1089	IDW1090	IDW1091	IDW1092	IDW1093	IDW1094	IDW1095	IDW1096	IDW1097	IDW1098	IDW1099	IDW1100	IDW1101	IDW1102	IDW1103	IDW1104	IDW1105	IDW1106	IDW1107	IDW1108	IDW1109	IDW1110	IDW1111	IDW1112	IDW1113	IDW1114	IDW1115	IDW1116	IDW1117	IDW1118	IDW1119	IDW1120	IDW1121	IDW1122	IDW1123	IDW1124	IDW1125	IDW1126	IDW1127	IDW1128	IDW1129	IDW1130	IDW1131	IDW1132	IDW1133	IDW1134	IDW1135	IDW1136	IDW1137	IDW1138	IDW1139	IDW1140	IDW1141	IDW1142	IDW1143	IDW1144	IDW1145	IDW1146	IDW1147	IDW1148	IDW1149	IDW1150	IDW1151	IDW1152	IDW1153	IDW1154	IDW1155	IDW1156	IDW1157	IDW1158	IDW1159	IDW1160	IDW1161	IDW1162	IDW1163	IDW1164	IDW1165	IDW1166	IDW1167	IDW1168	IDW1169	IDW1170	IDW1171	IDW1172	IDW1173	IDW1174	IDW1175	IDW1176	IDW1177	IDW1178	IDW1179	IDW1180	IDW1181	IDW1182	IDW1183	IDW1184	IDW1185	IDW1186	IDW1187	IDW1188	IDW1189	IDW1190	IDW1191	IDW1192	IDW1193	IDW1194	IDW1195	IDW1196	IDW1197	IDW1198	IDW1199	IDW1200	IDW1201	IDW1202	IDW1203	IDW1204	IDW1205	IDW1206	IDW1207	IDW1208	IDW1209	IDW1210	IDW1211	IDW1212	IDW1213	IDW1214	IDW1215	IDW1216	IDW1217	IDW1218	IDW1219	IDW1220	IDW1221	IDW1222	IDW1223	IDW1224	IDW1225	IDW1226	IDW1227	IDW1228	IDW1229	IDW1230	IDW1231	IDW1232	IDW1233	IDW1234	IDW1235	IDW1236	IDW1237	IDW1238	IDW1239	IDW1240	IDW1241	IDW1242	IDW1243	IDW1244	IDW1245	IDW1246	IDW1247	IDW1248	IDW1249	IDW1250	IDW1251	IDW1252	IDW1253	IDW1254	IDW1255	IDW1256	IDW1257	IDW1258	IDW1259	IDW1260	IDW1261	IDW1262	IDW1263	IDW1264	IDW1265	IDW1266	IDW1267	IDW1268	IDW1269	IDW1270	IDW1271	IDW1272	IDW1273	IDW1274	IDW1275	IDW1276	IDW1277	IDW1278	IDW1279	IDW1280	IDW1
--	----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	------

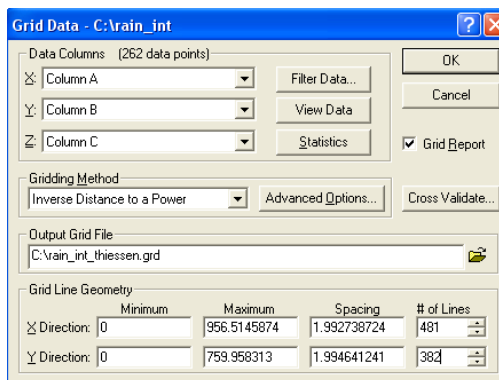
Para realizar o mesmo exercício em SURFER terá que exportar o seu conjunto de dados para o SURFER.

18. Em IDRISI, faça FILE>Export>Software specific formats>XYZIDRISI

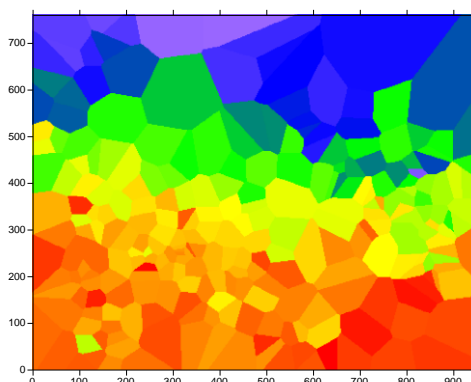


19. Exporte o ficheiro vectorial rain (já convertido em valores Inteiros).

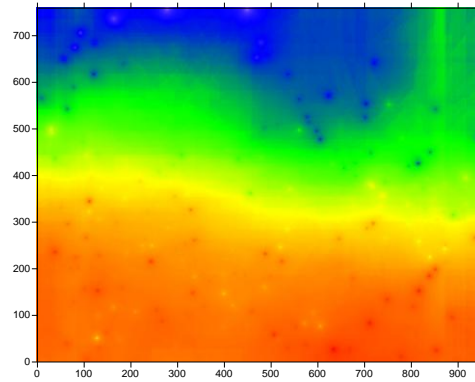
20. Para efectuar as Interpolações faça GRID > Data e abra o ficheiro que exportou do IDRISI (.dat) e altere os valores X e Y, Max e Min e o nº de linhas e colunas, tal como na está na seguinte figura. Escolha também o método de interpolação desejado em Gridding Method, e especifique algumas opções am Advanced Options.



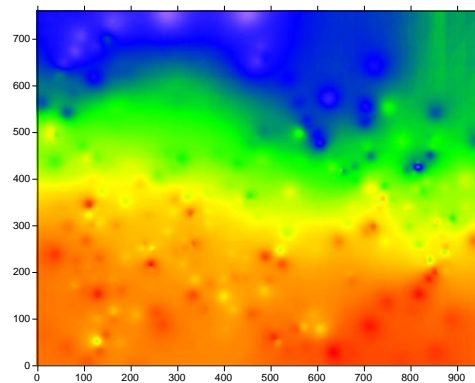
Os resultados devem ser semelhantes aos seguintes, para cada um dos métodos de interpolação :



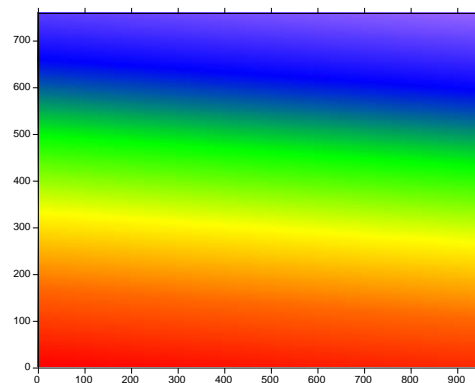
Thiessen (Nearest Neighbor)



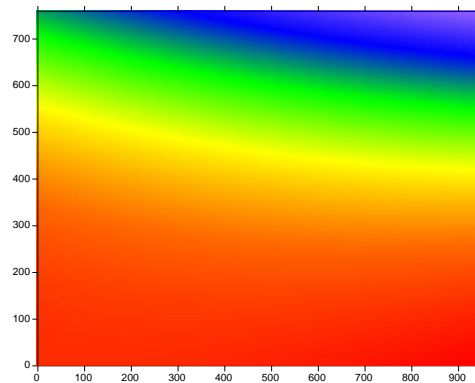
IDW1 (Inverse Distance to a power, power=1)



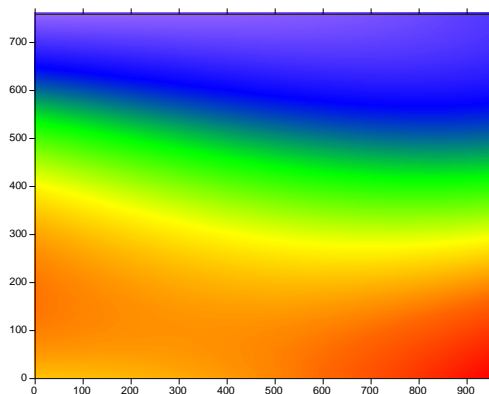
IDW2 (Inverse Distance to a power, power=2)



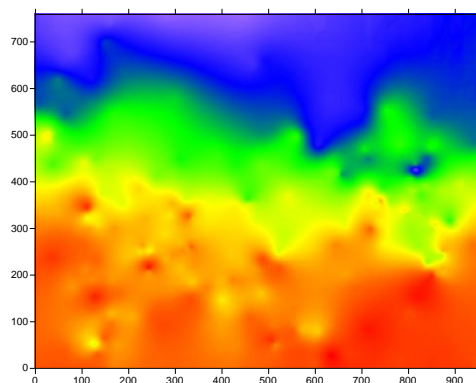
Trend1 (polynomial regression, simple planar surface)



Trend2 (polynomial regression, quadratic surface)

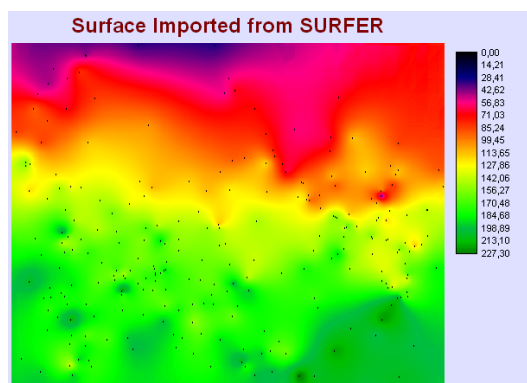


Trend3 (polynomial regression, cubic surface)

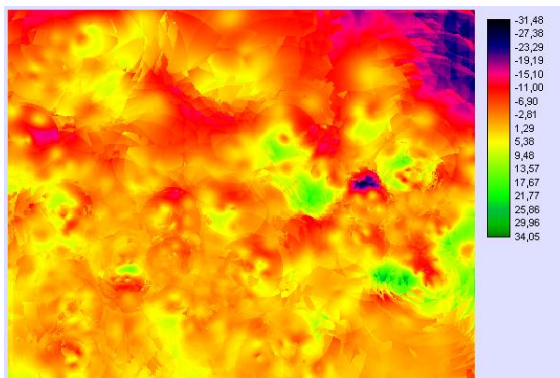


Kriging

No fim, se quiser comparar as grelhas surfer com as grelhas do IDRISI, poderá abrir a grelha no SURFER e gravá-la no formato GS ASCII (.grd). De seguida em IDRISI, faça o IMPORT>Software-Specific formats>SRFIDRIS e import a grelha surfer com o mesmo Reference System e as mesmas Reference Units (Km) que as grelhas originais do Idrisi.



Efectue uma comparação dos resultados calculando a diferença (GIS ANALYSIS > OVERLAY, Operação: First - Second) entre as grelhas de interpolações similares, mas realizadas em *software* distintos. Por exemplo, de seguida poderá avaliar as diferenças da grelha rain_idw2 (inverso do quadrado da distância, Interpol com expoente=2) do IDRISI com a correspondente calculada em SURFER (Inverse distance to a Power, Power=2):



Como pode verificar existem diferenças!

Quais as zonas onde existem maiores diferenças? Como justifica esta diferença?

Se quiser efectuar o mesmo exercício em ARCGIS terá que exportar o ficheiro rain-samples (raster), no IDRISI, para o formato ARCINFO raster ASCII em **File>Export>software specific formats>Esri Formats>ARC raster>Idrisi to ArcInfo raster ASCII format (cria um ficheiro de extensão .ASC)**. De seguida, depois de abrir o ArcMAP, utilize a toolbox Conversion Tools > To raster > ASCII to Raster e importe o ficheiro .ASC. Verifique se o ficheiro foi bem importado e se os pixels correspondentes às estações mantêm o respectivo atributo.

Para a realização dos métodos de interpolação em ArcGIS use o Toolbox Geostatistical Analyst > Geostatistical Wizard e escolha um dos métodos disponíveis.