



Escola Politécnica

Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental



Universidade de São Paulo

PHD5036

Modelagem de Processos Hidrológicos

**Interpolação de dados espaciais
Precipitação: consistência de dados e
preenchimento de falha**

Aula 2

Arisvaldo V. Mélo Jr.
arisvaldo@usp.br

LabSid

**Laboratório de Sistemas de Suporte a Decisões
Recursos Hídricos e Meio Ambiente**

- Interpolação espacial
- Corrigir erros de medição (análise de consistência de dados)
- Preencher falhas em observações
- Obter série histórica ininterrupta de dados de chuva

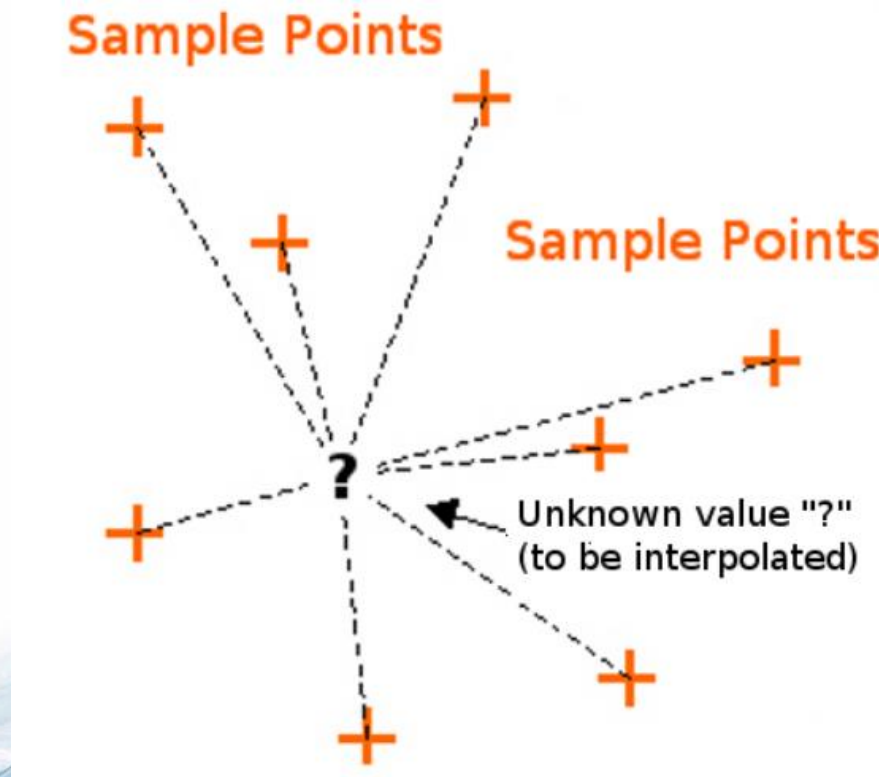


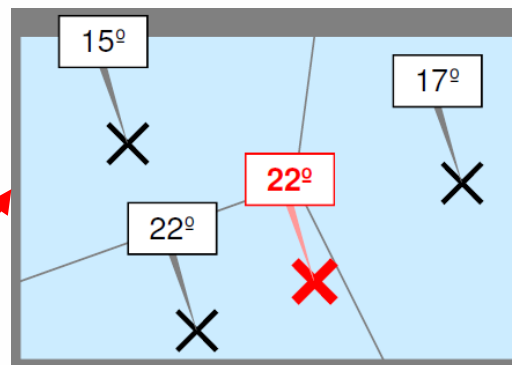
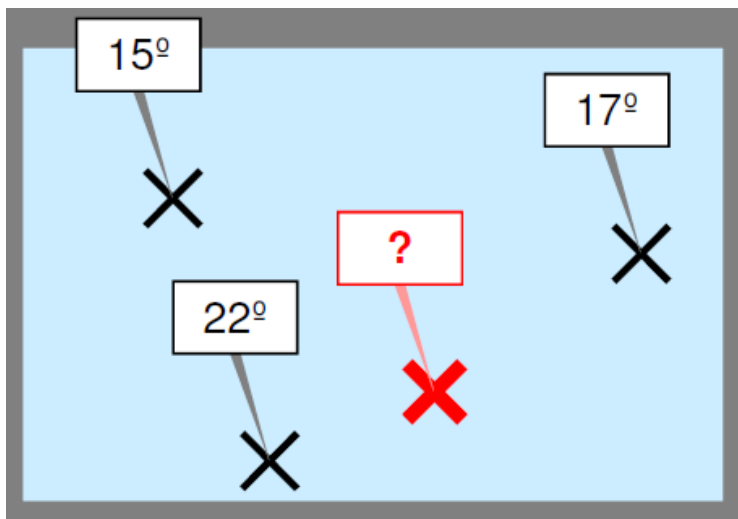
Interpolação espacial

■ Definição

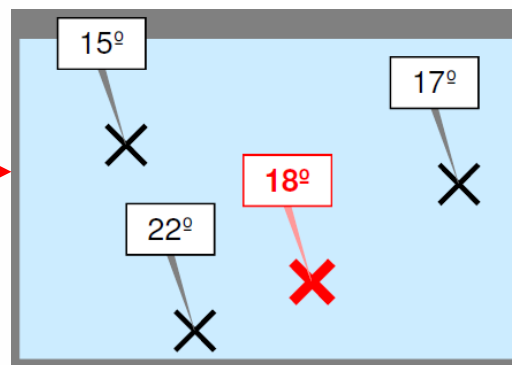
- É o processo de utilização de pontos com valores conhecidos para estimar os valores em outros pontos desconhecidos

Amostras (dados pontuais) -> superfície

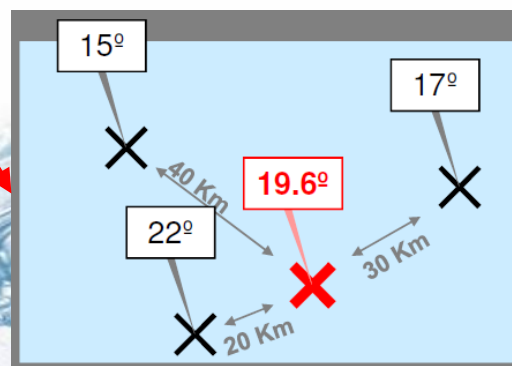




Usar o valor do vizinho mais próximo



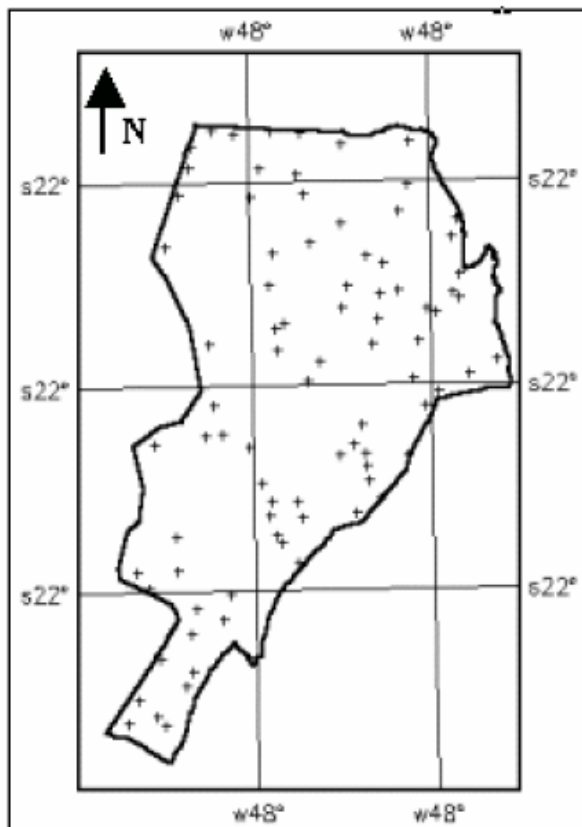
Usar a média de todos os vizinho



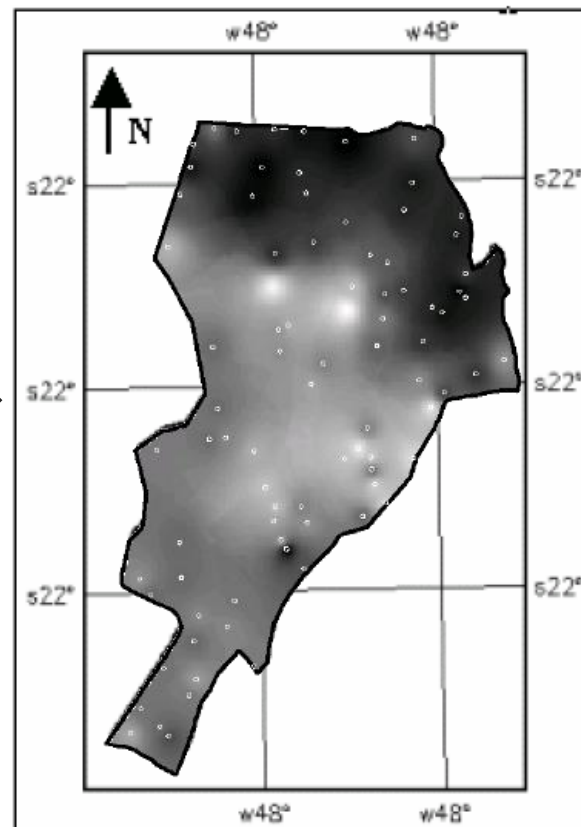
Usar a média ponderada pela distância

Amostras: Disposição das amostras de teor de argila da Fazenda Canchim (EMBRAPA).

Pontos amostrados



Superfície pós-interpolação
Campo contínuo



- Gerar uma grade regular onde cada ponto de intersecção entre grades adjacentes terá um novo valor estimado a partir das amostras e do modelo de interpolação escolhido¹
- Primeira Lei de Tobler²: *“Coisas próximas estão mais relacionadas entre si do que coisas distantes”*³²⁶³

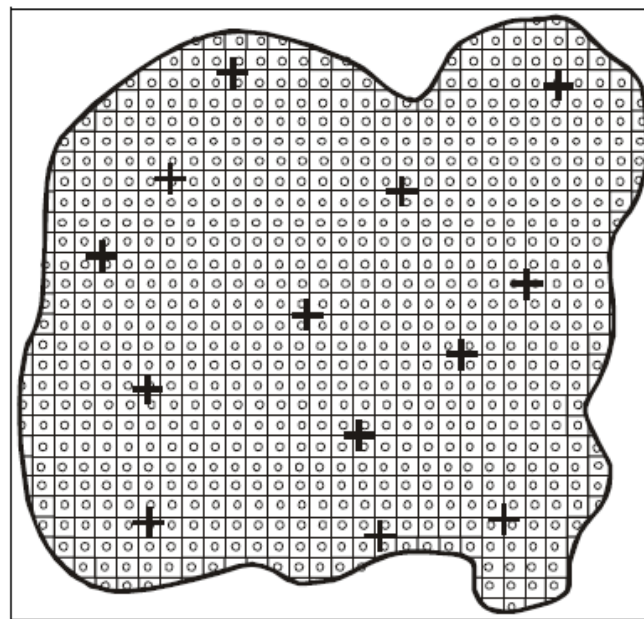


Ilustração do processo de interpolação: amostras (cruzes) e aproximação da superfície por uma grade regular (círculos).

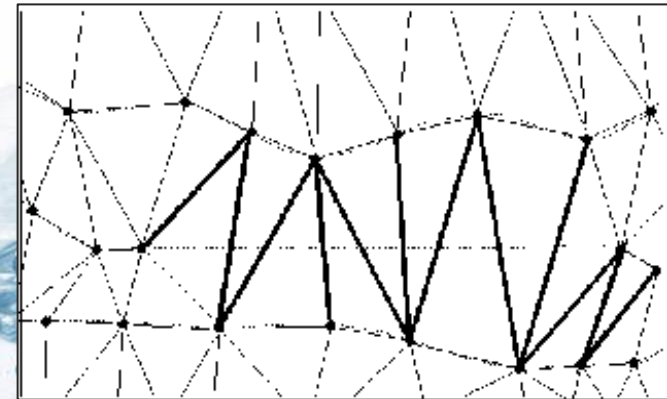
1- Câmara, et al. Análise espacial de superfície. Cap. 3. INPE. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/>

2- Longley, P.A.; Goodchild, M.F.; Maguire, D.J.; Rhind, D.W.. Sistemas e Ciência da Informação Geográfica. 3ª ed., 2013.

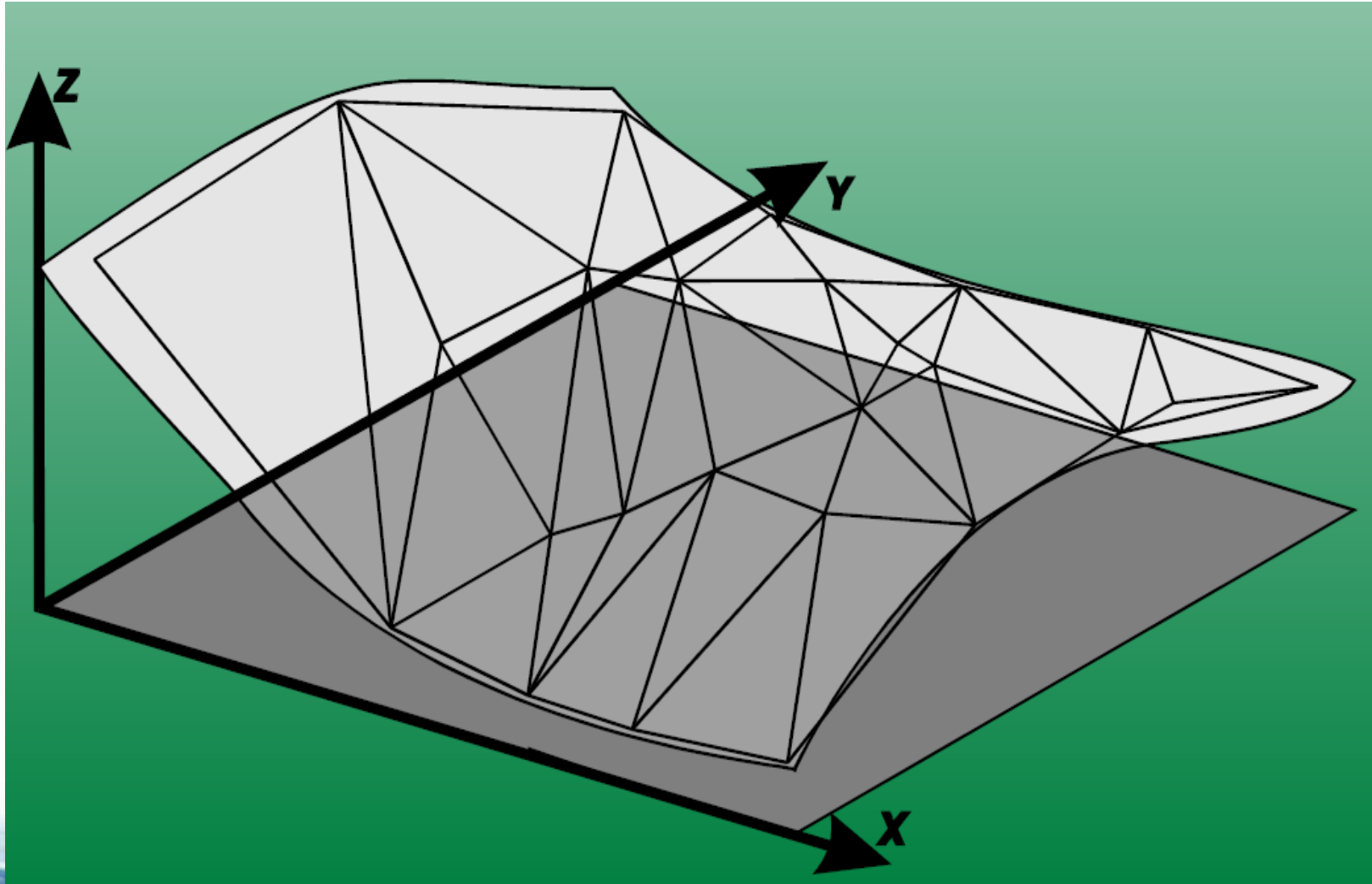
- Estimativas meteorológicas como precipitação e temperatura (estimar essas variáveis em locais onde não há estações meteorológicas)
- Estimar altitude entre locais (construção de um DEM)
- Reamostragem/registro de imagens (satélite, fotografias aéreas etc.)
- Construção de isolinhas



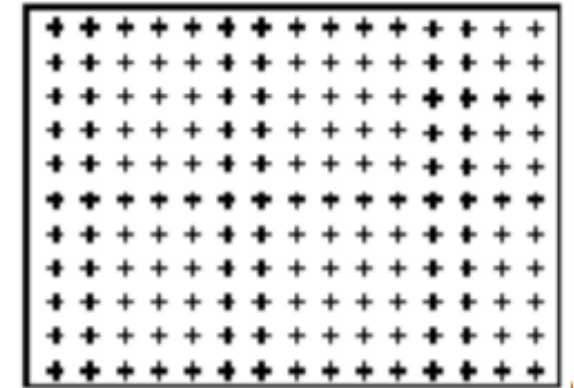
- Modelos construídos por grades irregulares triangulares (TIN – *Triangular Irregular Network*)
 - Triangulação de Delaunay
 - Maximização dos ângulos mínimos de cada triângulo (triângulos o mais próximos possíveis de triângulos equiláteros)
 - Figura irregular de faces triangulares
 - Vértices são os pontos amostrais conectados por linhas
 - Bom para representar descontinuidades do terreno
 - Conserva informações geomorfológicas (cristas e vales)
 - Propicia a preservação das linhas características da superfície tais como: linhas divisoras de águas (linhas de máximos) e linhas de drenagem (linhas de mínimos)
 - Importante modelo para geração de MNTs (Modelos Numéricos de Terrenos)

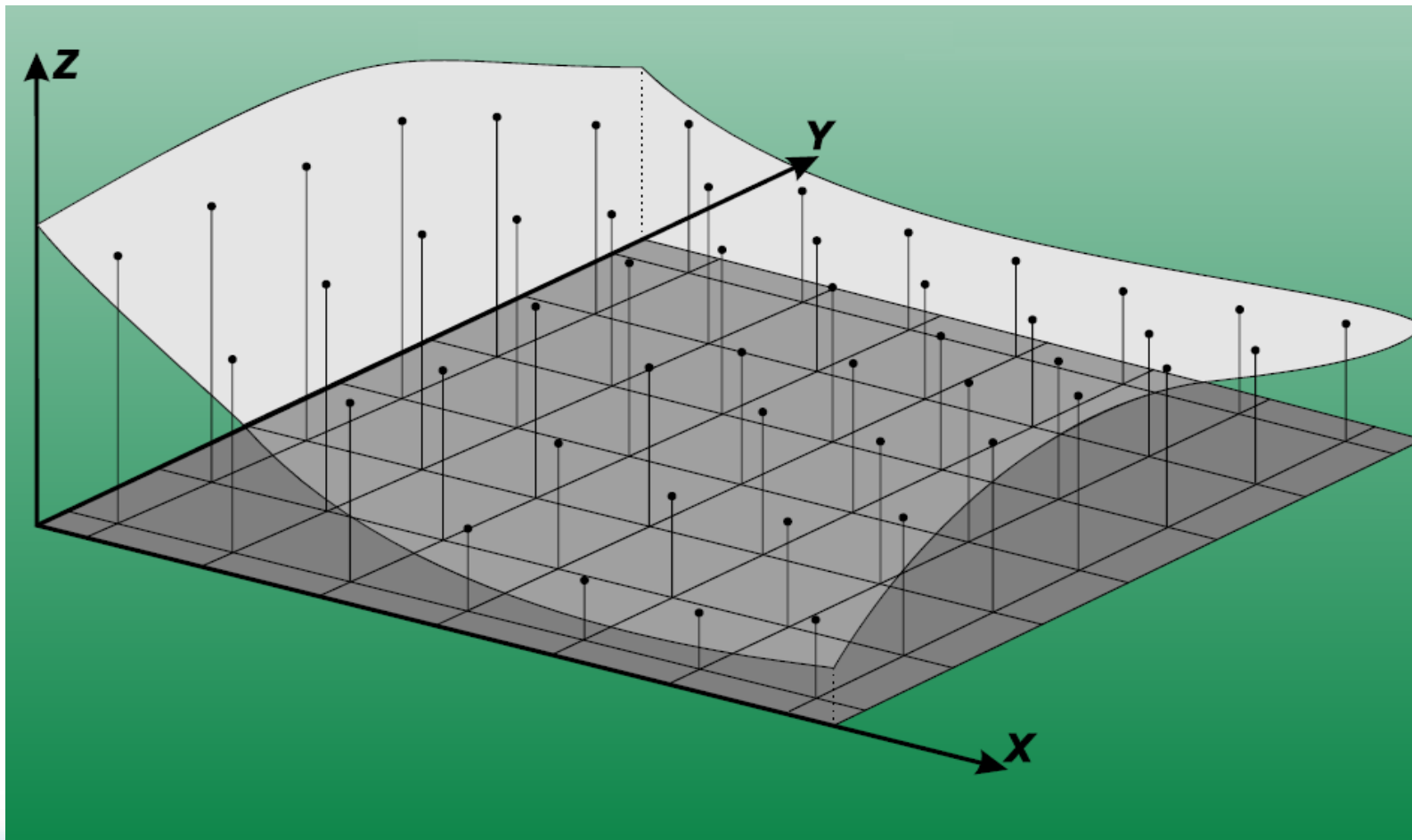


TIN (*Triangular Irregular Network*)



- Modelos construídos por grades regulares
 - Figura poliedro de faces regulares;
 - Estrutura em forma de matriz de números reais ou inteiros;
 - Vértices contém os valores estimados baseados nas amostras;
 - Espaçamento fixo;
 - Maioria dos modelos





<i>Grade Regular Retangular</i>	<i>Grade Irregular Triangular</i>
Apresenta regularidade na distribuição espacial dos vértices das células do modelo	Não apresenta regularidade na distribuição espacial dos vértices das células do modelo
Os vértices dos retângulos são estimados a partir das amostras	Os vértices dos triângulos pertencem ao conjunto amostral
Apresenta problemas para representar superfícies com variações locais acentuadas	Representa melhor superfícies não homogêneas com variações locais acentuadas
Estrutura de dados mais simples	Estrutura de dados mais complexa
Relações topológicas entre os retângulos são explícitas	É necessário identificar e armazenar as relações topológicas entre os triângulos
Mais utilizado em aplicações qualitativas e para análises multiníveis no formato “raster”	Mais utilizado em aplicações quantitativas.

Modelar a variabilidade espacial

■ Modelos de efeitos locais

□ Consideram apenas os pontos mais próximos para a realização da interpolação

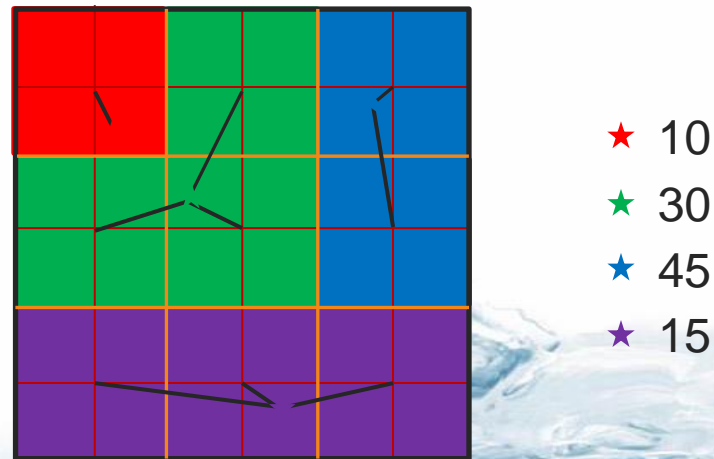
- Vizinho mais próximo
- Polígonos de Thiessen
- Vizinho natural
- Média móvel
 - Média simples
 - Média ponderada
 - » Inverso do quadrado da distância (IDW)
 - » Por quadrante
 - » Por quadrante e cota

■ Modelos de efeitos globais

□ Consideram todos os pontos para a realização da interpolação

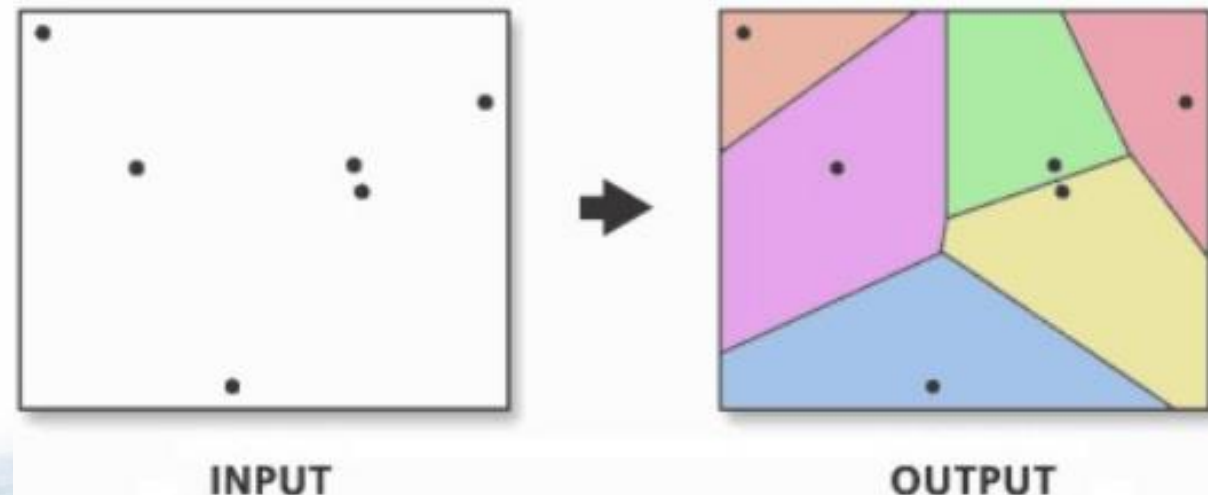
Vizinho mais próximo

- Um dos métodos mais simples
- Atribui o valor da amostra mais próxima
- Método discreto (um único valor para cada polígono)
- Mantém os valores das amostras inalterado na grade e sem valores intermediários



Polígonos de Thiessen¹ (diagrama de voronoi)

- Concebidos por Thiessen² como uma forma de interpolar dados de precipitação a partir de pluviômetros
- Método simples
- Associa o valor do ponto mais próximo ao polígono
- É uma variação do método do vizinho mais próximo
- Método discreto (um único valor para cada polígono)
- Limitações
 - Valores são constantes dentro do polígono (não há variabilidade espacial)
 - Mudanças bruscas entre polígonos adjacentes, que pode não refletir a realidade



1 – Longley, P.A.; Goodchild, M.F.; Maguire, D.J.; Rhind, D.W. Spatial data analysis. In: Longley, P.A. et al. **Geographic information science and systems**. 4ª ed., Wiley & Sons, 2015.

2 - Thiessen, A.H.; Alter, J. C. Climatological data for july, 1911. **Monthly Weather Review**, v. 39, p. 1082-1084, 1911.

Vizinhos naturais

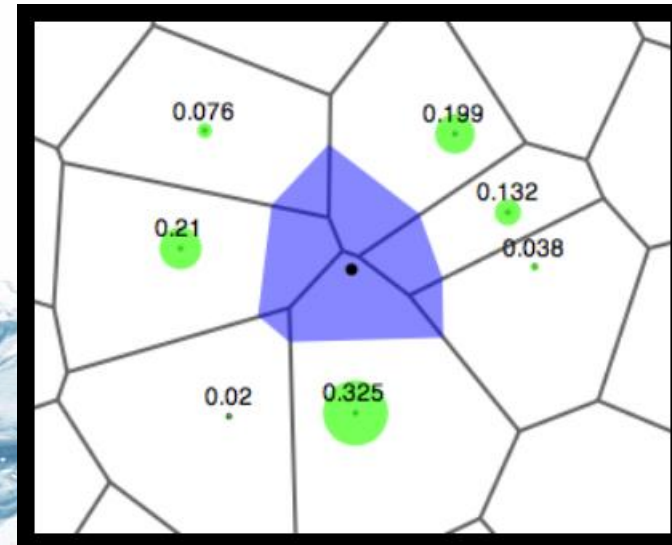
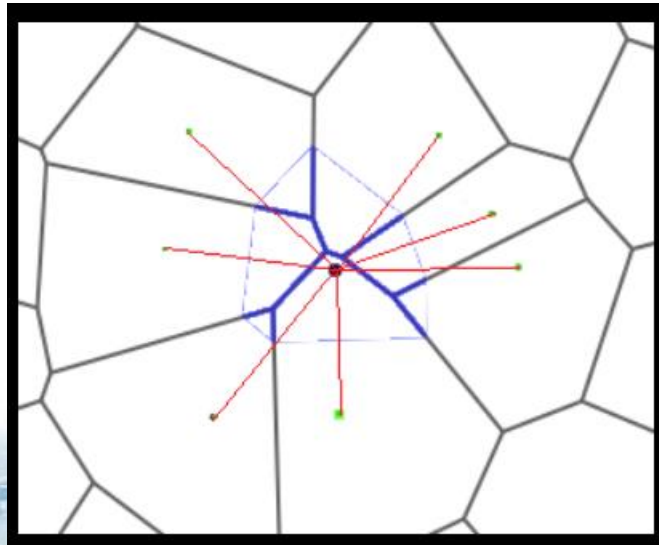
- Utiliza polígonos de Thiessen
- Pesos são obtidos através das áreas proporcionais dos polígonos de Thiessen vizinhos ao ponto a ser amostrado
- Equação idêntica a do interpolador IDW, porém os pesos são diferentes, assim como a forma de selecionar as amostras

$$Z_i = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij} \cdot Z_{ij}}{\sum_{j=1}^n w_{ij}}$$

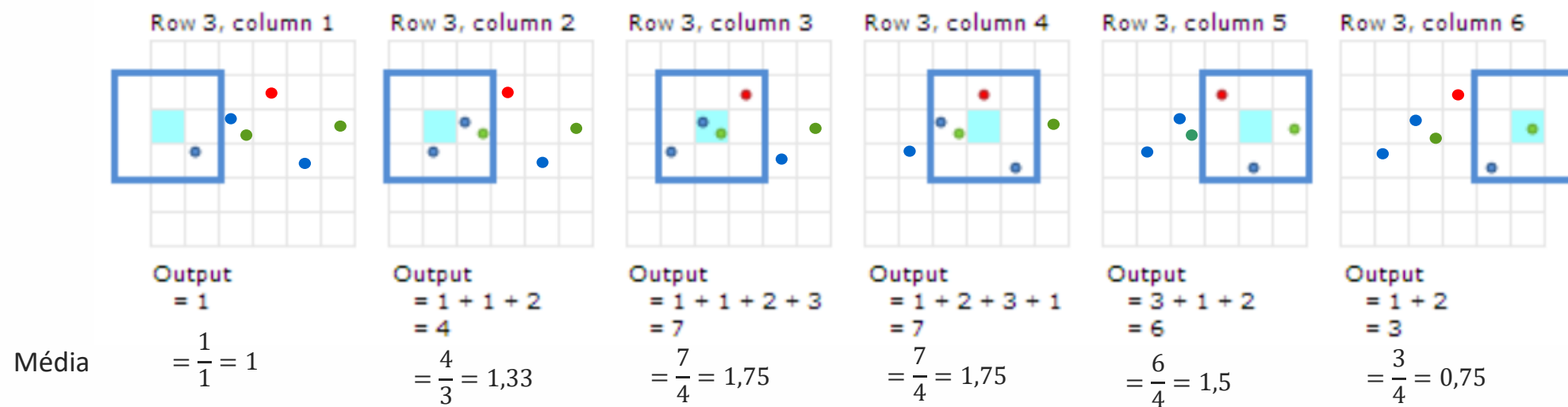
Z_i - valor da cota do ponto i da grade

Z_j - cota de uma amostra j vizinha do ponto i da grade

w_{ij} - fator de ponderação



Média móvel



Legenda

- 1
- 2
- 3

Médias

■ Média simples

□ Média aritmética dos valores dos seus vizinhos

$$Z_i = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij} \cdot Z_{ij}}{\sum_{j=1}^n w_{ij}}$$

Z_i - valor da cota do ponto i da grade

Z_j - cota de uma amostra j vizinha do ponto i da grade

w_{ij} - fator de ponderação (igual a 1 para média simples)

■ Média ponderada

$$w_{ij} = \frac{1}{d_{ij}^k}$$

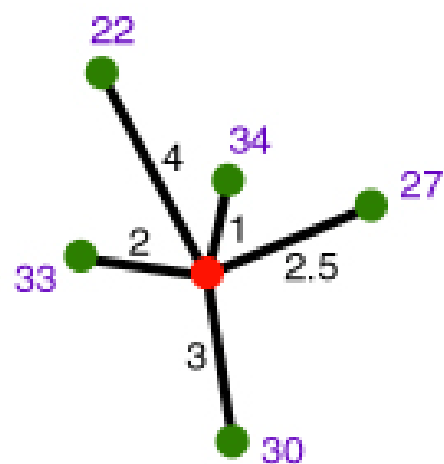
$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$$

k - expoente da distância, geralmente igual a 1 ou 2

d_{ij} - valor de distância da amostra j ao ponto i da grade

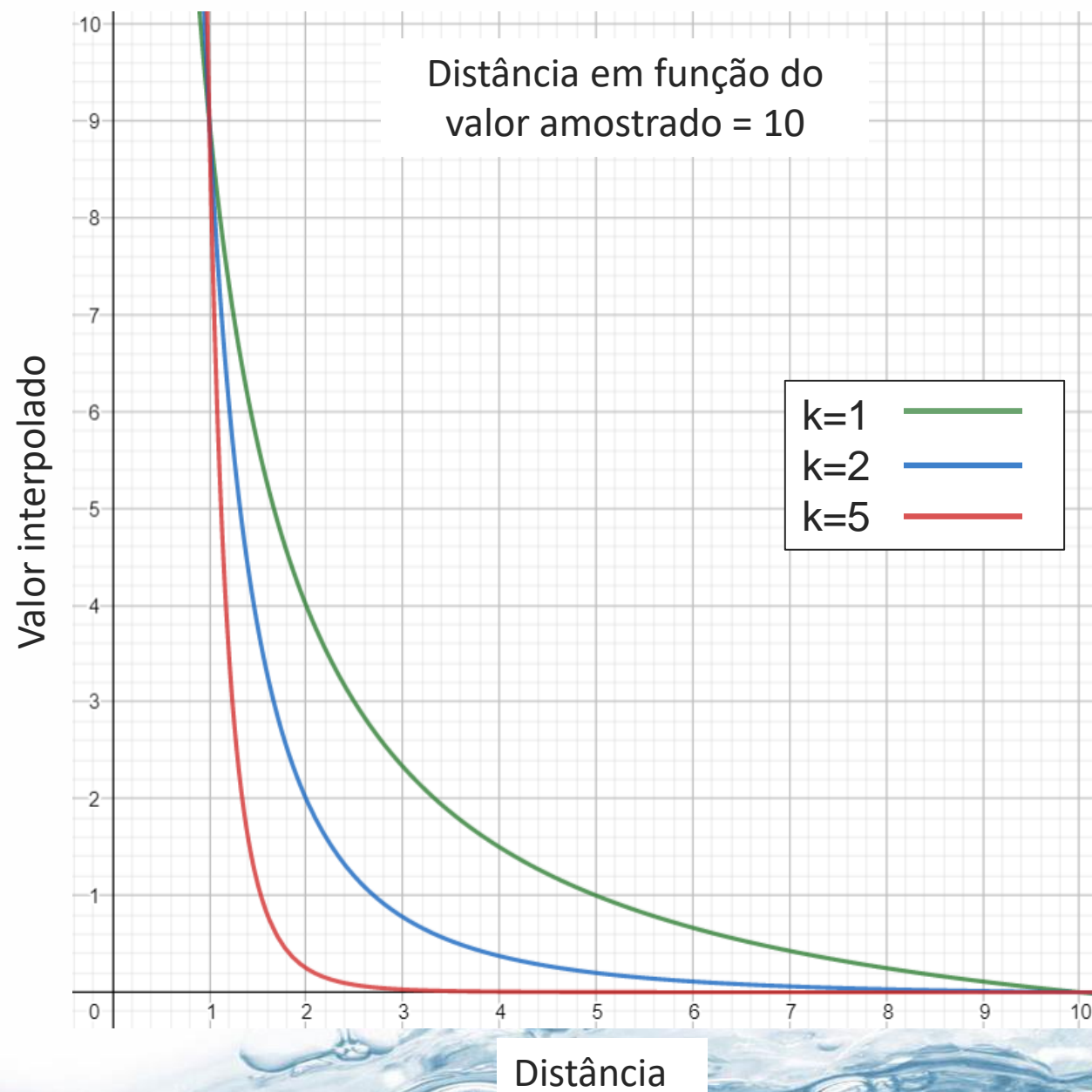
Efeito do expoente:

- $K = 0$: resultado análogo a médias móveis
- Baixos (0 - 2): destacam anomalias locais
- $K = 2$: inverso do quadrado da distância, o mais usado
- Altos: (3 - 5): suavizam anomalias locais
- $K \geq 10$: estimativas poligonais (planas)



Expoente $k = 2$

$$Z(x) = \frac{\sum w_i z_i}{\sum w_i} = \frac{\frac{34}{1^2} + \frac{33}{2^2} + \frac{27}{2.5^2} + \frac{30}{3^2} + \frac{22}{4^2}}{\frac{1}{1^2} + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{2.5^2} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{4^2}} = 32.38$$



- Superfícies de tendência
- Splines
- Krigagem



Superfícies de tendência

- Interpoladores **determinísticos globais**
- Superfície aproximada por ajuste polinomial
- Processo de regressão múltipla entre os valores amostrados e as localizações geográficas
- Função polinomial usada para estimar os valores utilizando **todos os pontos amostrados**
- Grade regular que aproxima a superfície
- Interpolador inexato
- Tenta minimizar o erro global
- É possível calcular os resíduos entre a superfície gerada e os valores originais
- Podem ser obtidos contornos muito suaves (as isolinhas podem não ser fiéis aos dados originais)

1a ordem: $\hat{z} = a + b \cdot x + c \cdot y$

2a ordem: $\hat{z} = a + b \cdot x + c \cdot y + d \cdot x^2 + e \cdot xy + f \cdot y^2$

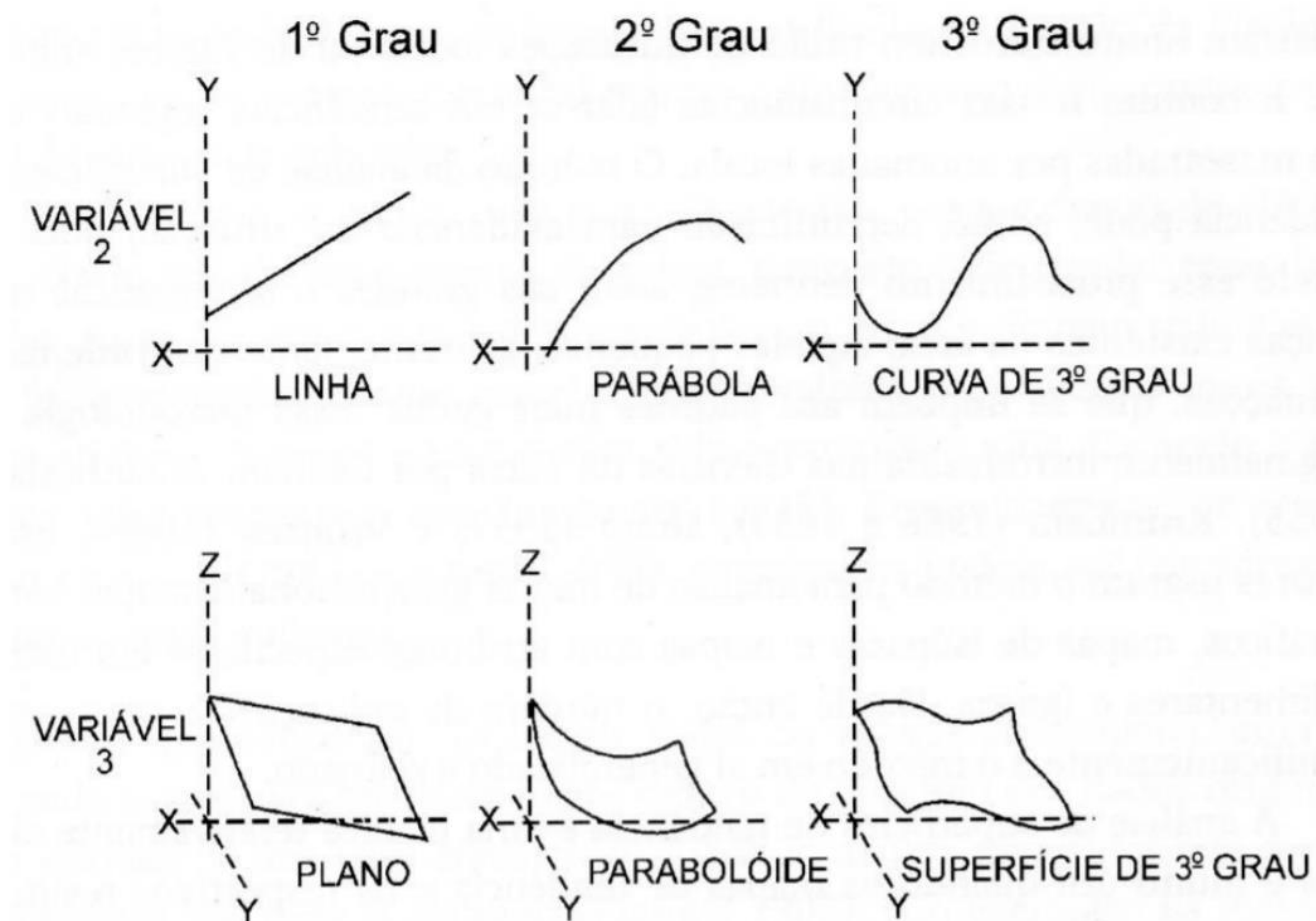
3a ordem: $a + b \cdot x + c \cdot y + d \cdot x^2 + e \cdot xy + f \cdot y^2 + g \cdot x^3 + h \cdot x^2y + i \cdot xy^2 + j \cdot y^3$

4a ordem: $a + b \cdot x + c \cdot y + d \cdot x^2 + e \cdot xy + f \cdot y^2 + g \cdot x^3 + h \cdot x^2y + i \cdot xy^2 + j \cdot y^3 + k \cdot x^4 + lx^3y + m \cdot x^2y^2 + n \cdot xy^3 + o \cdot y^4$

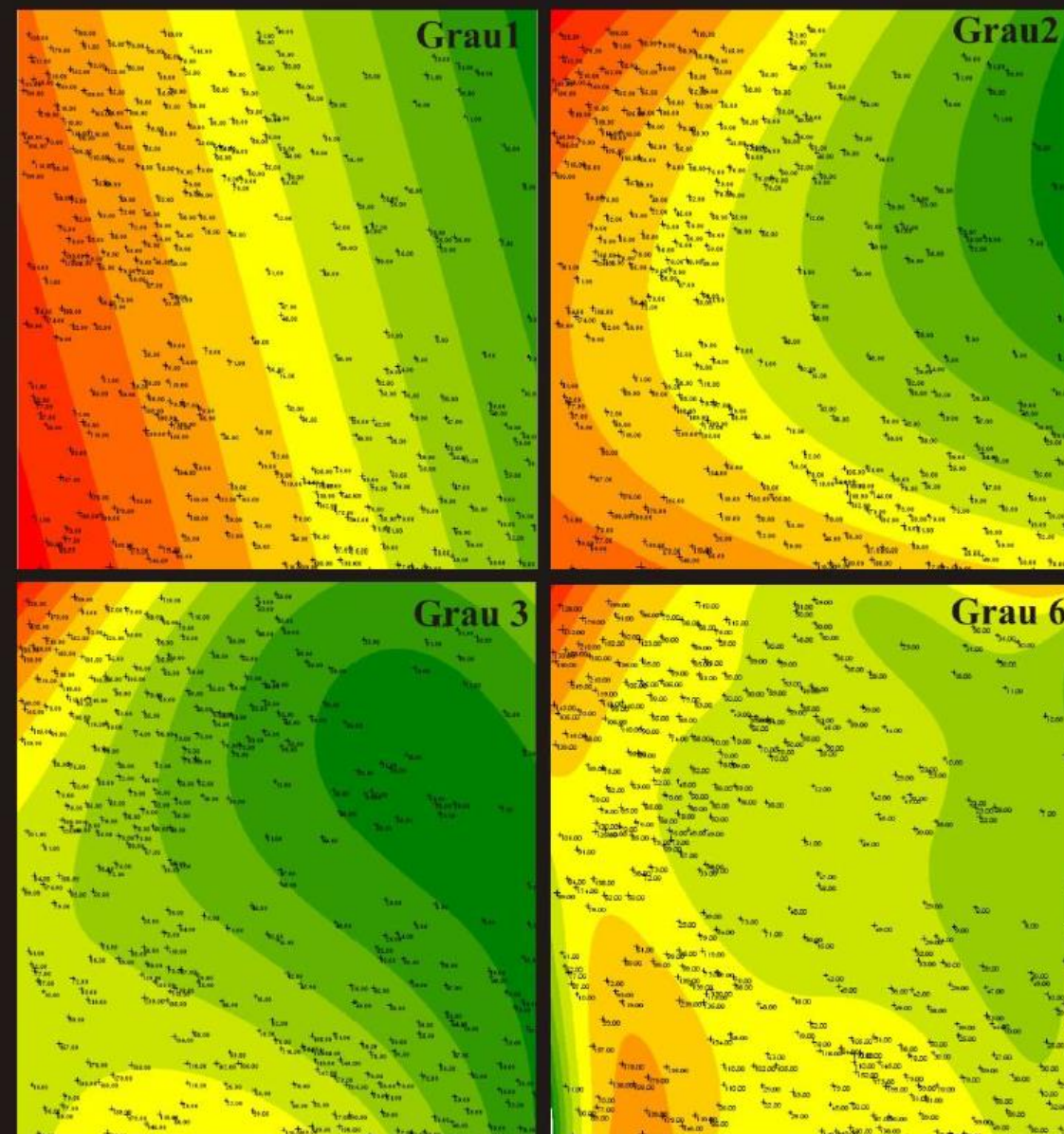
\hat{z} - variável dependente (valor estimado de z para o nó da célula)

x e y – variáveis independentes (coordenadas x e y)

a...o – coeficientes que proporcionam o melhor ajuste aos dados amostrados

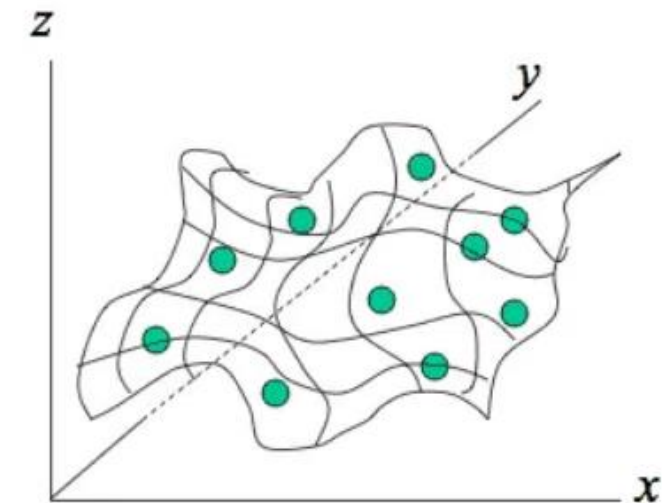
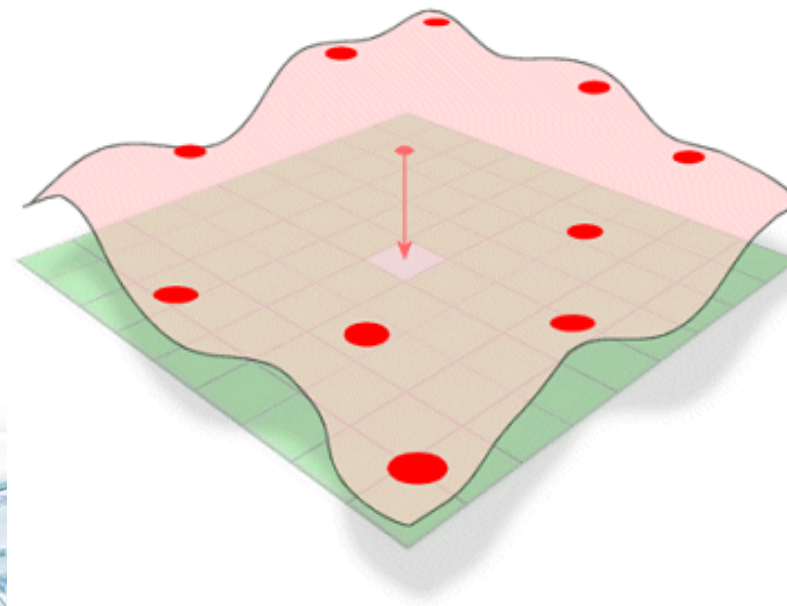
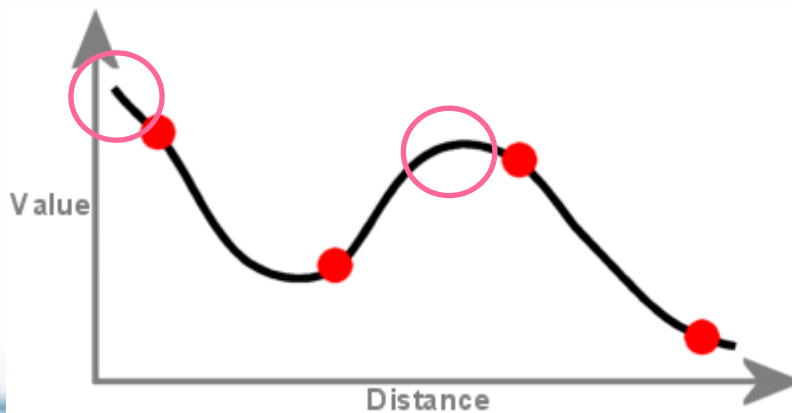


Superfície de tendência (Pariquera-Açu-SP)



Splines

- Estima valores usando uma função matemática que minimiza a curvatura geral da superfície, resultando em uma superfície suavizada
- É um interpolador exato, ou seja, passa exatamente sobre os pontos amostrados
- Semelhante a um “molde de borracha” sobre os pontos amostrados:
 - Ajusta-se o coeficiente de “elasticidade” deste molde (“mais esticado” ou “menos esticado”)
 - Pode gerar valores acima ou abaixo dos valores amostrados



Krigagem

- Método geoestatístico e global
- Considera tanto a distância quanto a variabilidade espacial dos dados
- Os pesos são determinados a partir de uma análise espacial, baseada no variograma experimental (modelado para diferentes direções)
- Pode ajustar diferentes funções matemáticas para a análise
- Permite estimar a acurácia da estimativa (diferença entre o valor real e o estimado)



Krigagem

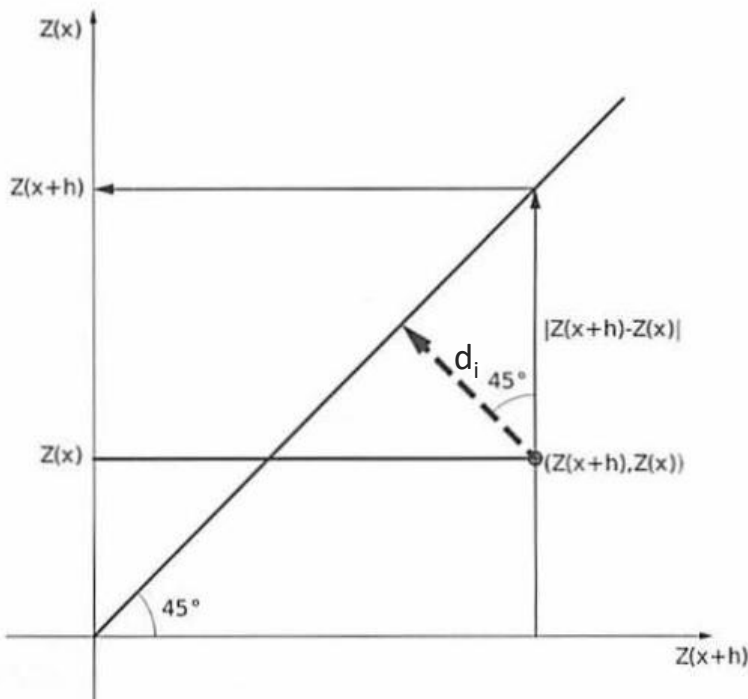
- Variável regionalizada de n pontos (pares de valores) distribuídos numa região

$$Z(x_i) \quad , \quad i = 1, \dots, n,$$

- Correlação das variáveis entre si constitui uma função aleatória (covariância), admitindo-se que elas tenham a mesma média m

$$E[Z(x_1)] = E[Z(x_2)] = \dots = E[Z(x_n)] = m$$

- Função variograma do par de pontos separados por uma distância h $[Z(x+h), Z(x)]$



Distância até a reta bissetriz

$$d_i = \cos 45^\circ \cdot |Z(x+h) - Z(x)|$$

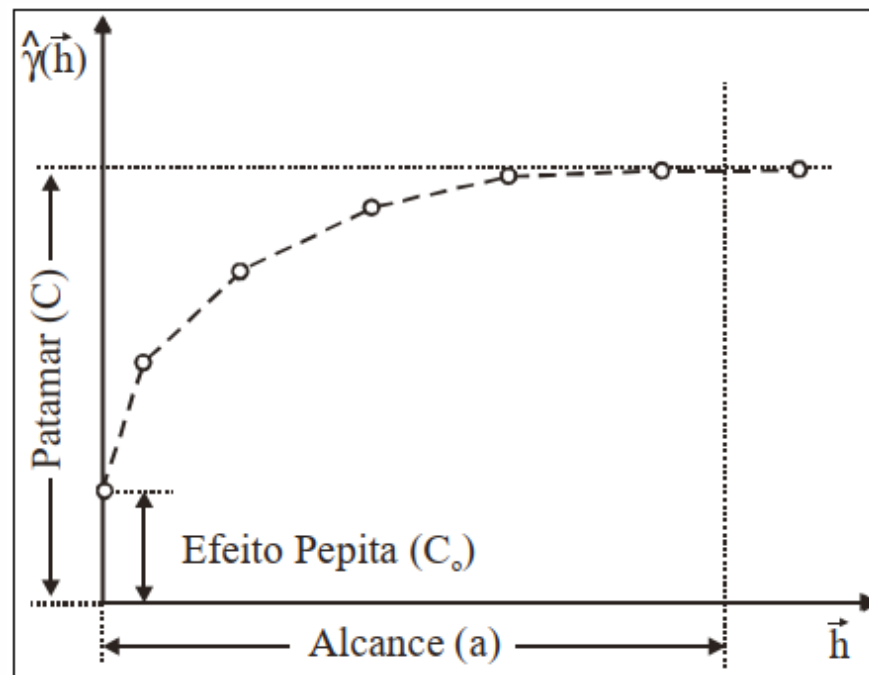
$$d_i^2 = \frac{1}{2} \cdot [Z(x+h) - Z(x)]^2$$

Variância: soma dos quadrados da diferença dos valores dividido pela quantidade de elementos

$$\gamma(h) = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} \cdot [Z(x+h) - Z(x)]^2 = \frac{1}{2n} \cdot \sum_{i=1}^n [Z(x+h) - Z(x)]^2$$

Função Variograma ou Semivariograma

Parâmetros do variograma para hipótese de estacionariedade e média constante



Alcance (range): distância dentro da qual as amostras apresentam-se correlacionadas espacialmente

Patamar (still): valor do variograma correspondente a seu alcance (além deste ponto não há variação espacial)

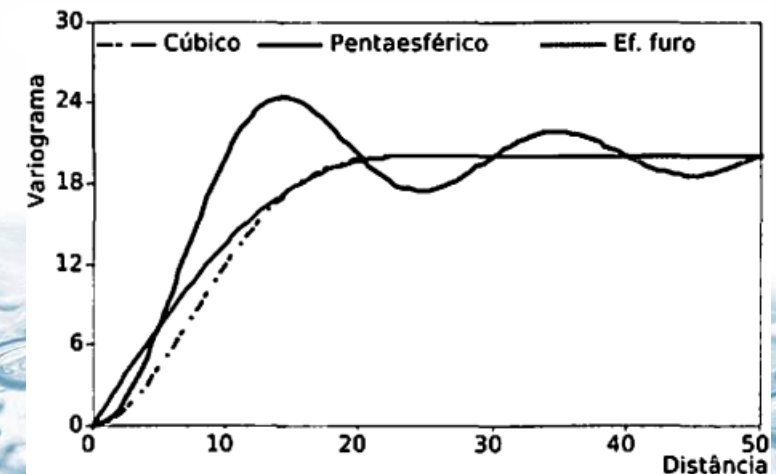
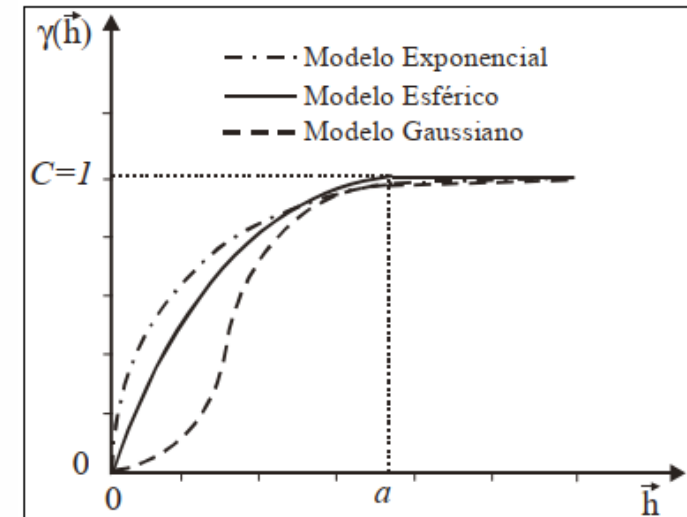
Efeito pepita: valor positivo de $\gamma(h)$ quando h tende para zero (representa a variabilidade espacial relacionada ao acaso)

■ Com patamar

- Alcance arbitrariamente definido como a distância correspondente a 95% do patamar

Explica a maior parte dos fenômenos espaciais

Modelo	Equação
Esférico	$\begin{cases} \gamma(h) = C_0 + C \left[1,5 \frac{h}{a} - 0,5 \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right] & \text{para } h < a \\ \gamma(h) = C_0 + C & \text{para } h \geq a \end{cases}$
Exponencial	$\gamma(h) = C_0 + C \left[1 - \exp \left(-\frac{h}{a} \right) \right]$
Gaussiano	$\gamma(h) = C_0 + C \left[1 - \exp \left(-\left(\frac{h}{a} \right)^2 \right) \right]$
Cúbico	$\begin{cases} \gamma(h) = C_0 + C \left[7 \left(\frac{h}{a} \right)^2 - \frac{35}{4} \left(\frac{h}{a} \right)^3 + \frac{7}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^5 - \frac{3}{4} \left(\frac{h}{a} \right)^7 \right] & \text{para } h < a \\ \gamma(h) = C_0 + C & \text{para } h \geq a \end{cases}$
Pentaesférico	$\begin{cases} \gamma(h) = C_0 + C \left[\frac{15}{8} \left(\frac{h}{a} \right) - \frac{5}{4} \left(\frac{h}{a} \right)^3 + \frac{3}{8} \left(\frac{h}{a} \right)^5 \right] & \text{para } h < a \\ \gamma(h) = C_0 + C & \text{para } h \geq a \end{cases}$
Efeito furo	$\gamma(h) = C_0 + C \left[1 - \frac{\sin \pi(h/a)}{\pi(h/a)} \right]$



■ Sem patamar

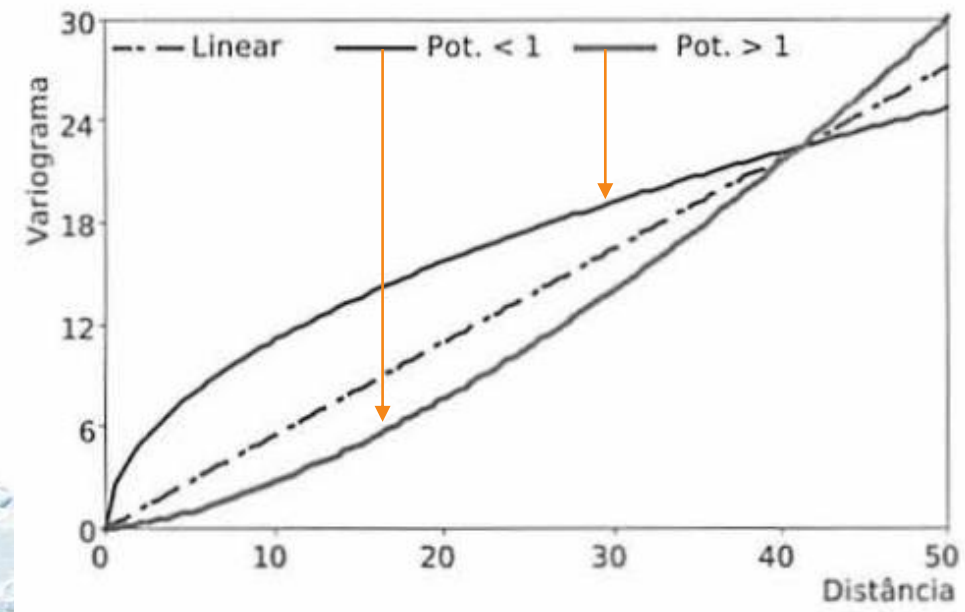
- ❑ Não atingem o patamar, e continuam aumentando enquanto a distância aumenta
- ❑ Gerado quando a amostragem é insuficiente, incompleta ou inerente aos dados
- ❑ Variograma é dado por:

$$\gamma(h) = \alpha \cdot h^{\beta} \text{ com } 0 < \beta < 2$$

α = constante positiva

$\beta = 0$ variograma com efeito pepita puro

$\beta = 1$ variograma linear



Análise da Precipitação

- Interferências de objetos na vizinhança (crescimento da vegetação)
- Mudança de procedimento de medição a partir de determinado período
- Erro de preenchimento na planilha de campo (leitura da proveta, soma de volumes, acúmulo de dados sem medição, transcrição do dado)
- Problemas mecânicos no equipamento
- Acidentes naturais: incêndio florestal, deslizamentos de terra

Métodos de Correção de inconsistência de dados

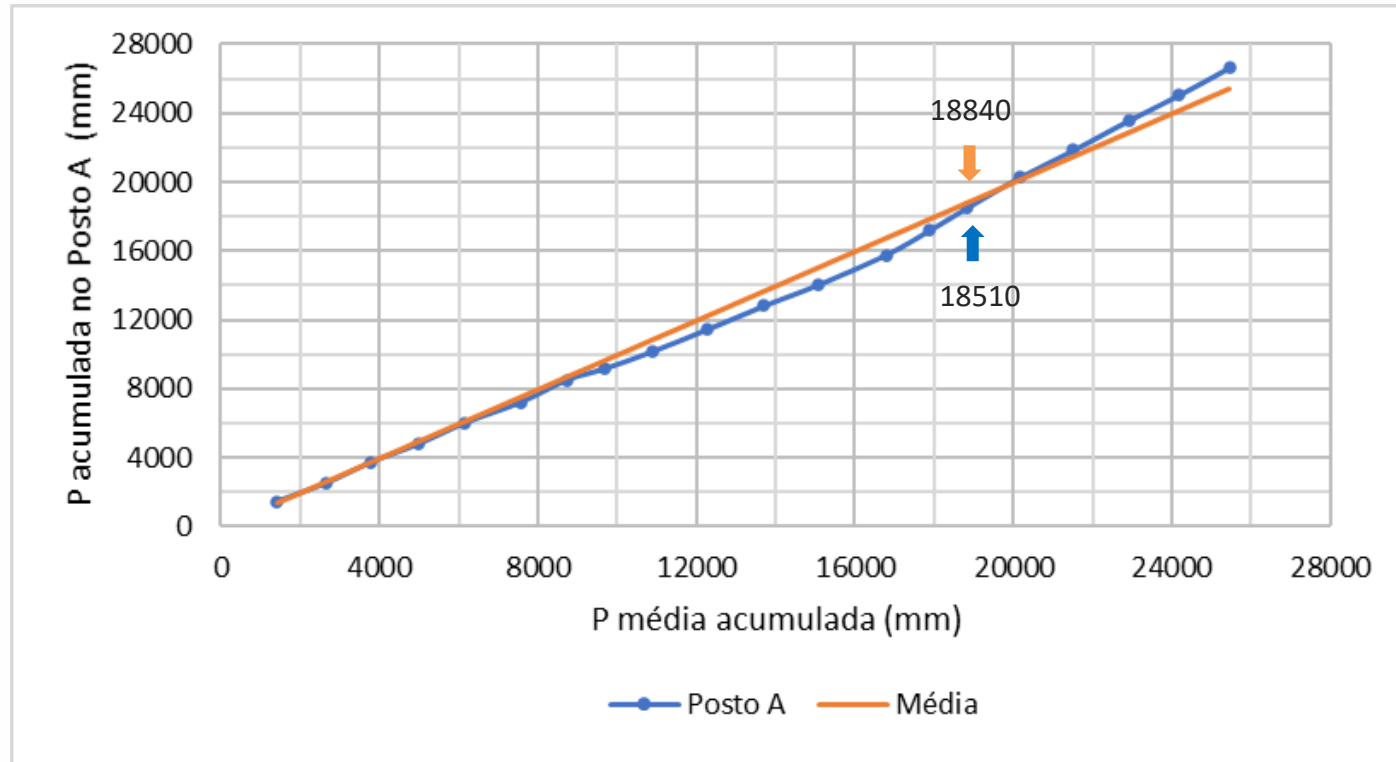
- Dupla massa acumulada (chuvas anuais)
- Mudança de procedimento de medição a partir de determinado período
- Acidentes naturais: incêndio florestal, deslizamentos de terra

- Selecionar os dados de chuva anuais do posto A e da média de postos vizinhos
- Ordenar os dados na ordem decrescente
- Acumular os dados da chuva do posto A e da média dos postos vizinhos
- Plotar o gráfico Média dos postos (abscissa) x posto A (ordenada) com as chuvas acumuladas
- Calcular o fator de correção para a condição de subestimativa e superestimativa em relação à Média dos postos
- Verificar a diferença de declividade entre as retas
- Aplicar o fator de correção para a condição específica



Diagrama de massa duplo acumulada

34



Ano	Posto A	Média	Posto A ac	Média ac	Aac/Mac	Dif	Posto A corr
1996	1430	1410	1430	1410			1430
1995	1100	1260	2530	2670	0.889		1100
1994	1170	1100	3700	3770	0.970	0.0916	1194
1993	1100	1230	4800	5000	0.944	0.0623	1123
1992	1200	1150	6000	6150	0.968	0.0894	1225
1991	1220	1430	7220	7580	0.942	0.0594	1245
1990	1280	1150	8500	8730	0.969	0.0897	1307
1989	650	950	9150	9680	0.936	0.0529	664
1988	1020	1230	10170	10910	0.922	0.0374	1020
1987	1250	1350	11420	12260	0.923	0.0379	1250
1986	1380	1440	12800	13700	0.927	0.0426	1380
1985	1210	1360	14010	15060	0.923	0.0385	1210
1984	1760	1730	15770	16790	0.934	0.0504	1797
1983	1400	1080	17170	17870	0.957	0.0772	1429
1982	1340	970	18510	18840	0.981	0.1037	1368
1981	1760	1320	20270	20160	1.006	0.1316	1435
1980	1580	1350	21850	21510	1.017	0.1440	1288
1979	1740	1410	23590	22920	1.031	0.1600	1418
1978	1480	1270	25070	24190	1.039	0.1685	1206
1977	1580	1260	26650	25450	1.050	0.1812	1288

Fator de correção

Inclinação

Correção

Se $Dif > 0,05$ e $\frac{Aac}{Mac} < 1$ então $A \cdot 1,0208$

Se $Dif > 0,05$ e $\frac{Aac}{Mac} > 1$ então $A \cdot 0,8151$

Caso contrário A

Posto A corr = $1170 \cdot 1,0208 = 1194,4$

Posto A corr = $1760 \cdot 0,8115 = 1434,6$

Subestimado: $\frac{\text{Médio}}{\text{Posto A}} = \frac{18840 - 2670}{18510 - 2670} = \frac{16170}{15840} = 1,0208$

Superestimado: $\frac{\text{Médio}}{\text{Posto A}} = \frac{25450 - 20160}{26650 - 20160} = \frac{5290}{6490} = 0,8151$

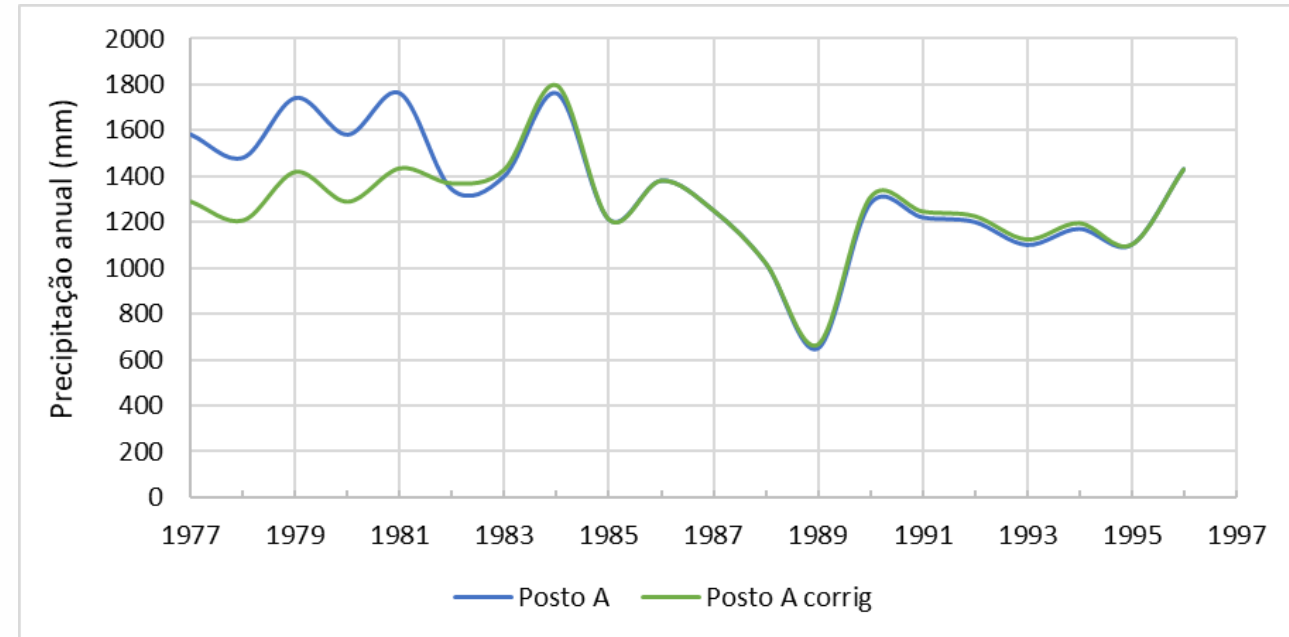
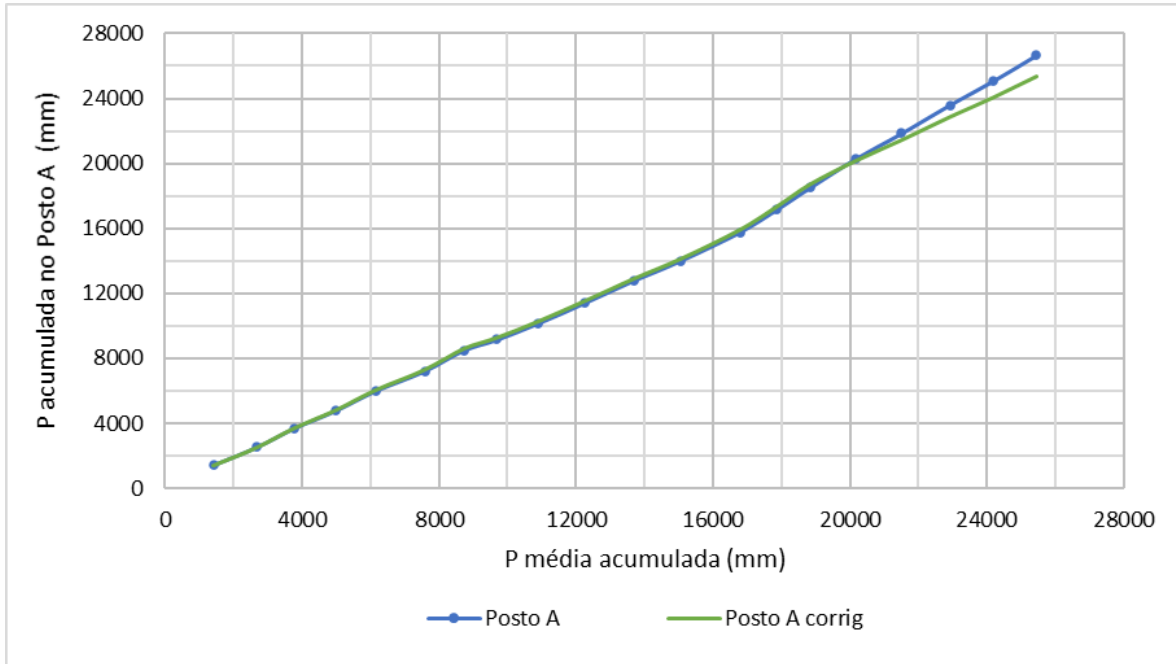
$$\frac{Aac}{Mac} = \frac{2530 - 1410}{2670 - 1410} = \frac{1120}{1260} = 0,889$$

$$\frac{Aac}{Mac} = \frac{3700 - 1410}{3770 - 1410} = \frac{2290}{2360} = 0,970$$

$$Dif = \frac{0,970 - 0,889}{0,889} = 0,0916$$

Diagrama de massa duplo acumulada

35



- Com base nos dados de estações vizinhas ao posto que apresenta dados com falhas
- Em geral postos mais próximos têm maior peso
- Métodos

- Média aritmética

- Usado quando a chuva do posto faltante é menor que 10% da média dos postos vizinhos mais próximos, em pelo menos três (postos índices)
- Considerar uma série temporal de 30 anos

$$P_x = \frac{1}{n} \cdot (P_1 + P_2 + \dots + P_n)$$

P_x – precipitação no posto faltante
 P_1, P_2, \dots, P_n – precipitações nos postos índices
 n – número de postos índices

- Razão normal

- Usado quando a chuva do posto faltante é maior que 10% da média dos postos vizinhos mais próximos, em pelo menos três (postos índices)
- As chuvas são ponderadas pela chuva média

$$P_x = \frac{N_x}{n} \cdot \left(\frac{P_1}{N_1} + \frac{P_2}{N_2} + \dots + \frac{P_n}{N_n} \right)$$

N_x – chuva média no posto faltante
 N_1, N_2, \dots, N_n – chuva média nos postos índices

■ Métodos

□ Regressão linear

- Linear simples (vetor regional)

$$P_x = a_0 + a_1 \cdot P_1$$

P_x – precipitação no posto faltante

P_1 – precipitações no posto índice próximo

a_0 e a_1 – coeficientes da regressão (mínimos quadrados)

- Múltipla

$$P_x = a_0 + a_1 \cdot P_1 + a_2 \cdot P_2 + \dots a_n \cdot P_n$$

P_1, P_2, \dots, P_n – precipitações nos postos índices próximos

a_0, a_1, \dots, a_n – coeficientes da regressão (mínimos quadrados)

Estimativa dos coeficientes considerando valores médios:

$$a_0 = \frac{\sum Y \cdot \sum X^2 - \sum X \cdot \sum XY}{N \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

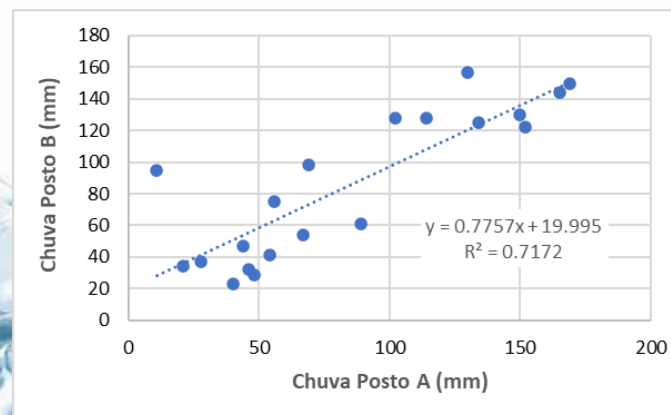
$$a_1 = \frac{N \cdot \sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{N \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

Y – chuva dos postos índices (P_x)

X – chuva média dos postos índices

N – número de postos índices

Estimativa dos coeficientes considerando uma série de dados:



■ Método

□ Inverso da potência da distância

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij} \cdot P_{ij}}{\sum_{j=1}^n w_{ij}}$$

$$w_{ij} = \frac{1}{d_{ij}^k}$$

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$$

P_i - valor de um ponto i qualquer da grade

P_{ij} - valor de uma amostra j vizinha do ponto i da grade

w_{ij} - fator de ponderação

k - expoente da distância, geralmente igual a 1 ou 2

d_{ij} - valor de distância da amostra j ao ponto i da grade

Efeito do expoente:

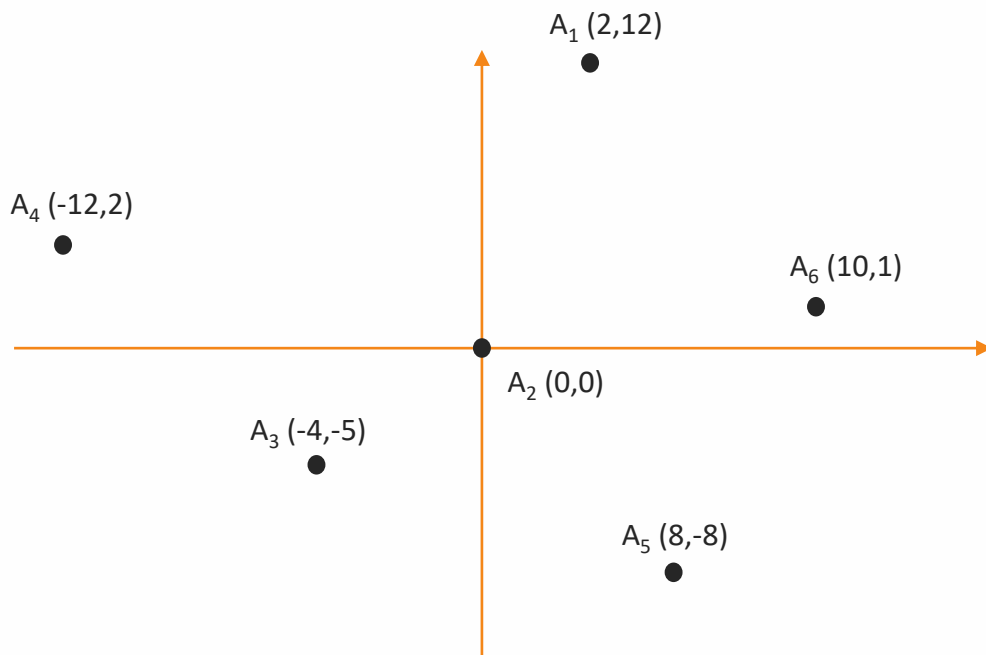
- $K = 0$: resultado análogo a médias móveis
- Baixos (0 - 2): destacam anomalias locais
- $K = 2$: inverso do quadrado da distância, o mais usado
- Altos: (3 - 5): suavizam anomalias locais
- $K \geq 10$: estimativas poligonais (planas)

□ Considerações

- Estimativas de dados diários é menos confiável do que dados anuais (requer análise estatística)
- Em regiões montanhosas os métodos da razão normal e da regressão linear são recomendados

Aplicação – Estimativa de falha de chuva no posto A₂ (valores médios)

39



$$P_x = \frac{980}{5} \cdot \left(\frac{123}{1220} + \frac{90}{720} + \frac{65}{1160} + \frac{78}{1350} + \frac{117}{1100} \right) = 87,4$$

$$d_{21} = \sqrt{(0-2)^2 + (0-12)^2} = 12,17$$

$$w_{21} = \frac{1}{12,17^2} = 0,0068$$

$$P_i = \frac{5,2332}{0,0556} = 94,1$$

$$a_0 = \frac{\sum Y \cdot \sum X^2 - \sum X \cdot \sum XY}{N \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a_1 = \frac{N \cdot \sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{N \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a_0 = \frac{473 \cdot 63849000 - 5550 \cdot 524260}{5 \cdot 6384900 - 5550^2} = 98,409$$

$$a_1 = \frac{5 \cdot 524260 - 5550 \cdot 473}{5 \cdot 6384900 - 5550^2} = -0,00343$$

$$P_i = 98,409 - 0,00343 \cdot 980 = 95$$

Posto	Chuva média (mm)	Chuva (mm)	Entensão	M. Aritmética (mm)	Normal (mm)	IDW (mm)					
						Dx	Dy	d _{ij}	w _{ij}	P _i ·w _{ij}	P _i
A1	1220	123				2	12	12.17	0.0068	0.831	
A2	980			Falso	87.4	0	0	0.00	0.0000	0.000	94.1
A3	720	90				4	5	6.40	0.0244	2.195	
A4	1160	65				12	2	12.17	0.0068	0.439	
A5	1350	78	10% mais	1078		8	8	11.31	0.0078	0.609	
A6	1100	117	10% menos	882		10	1	10.05	0.0099	1.158	
soma									0.0556	5.2332	

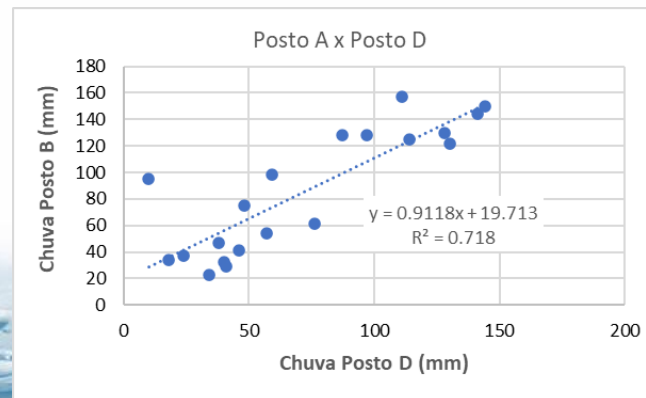
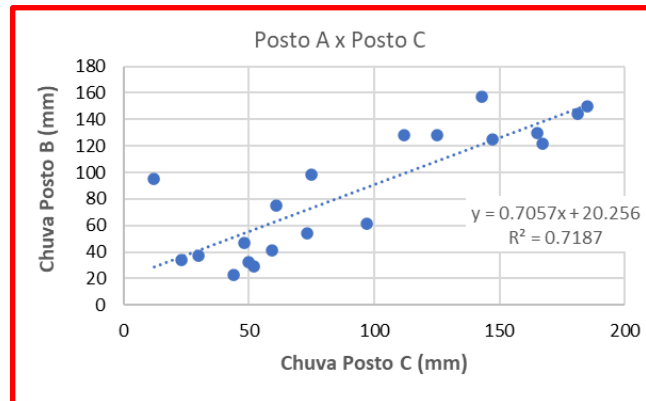
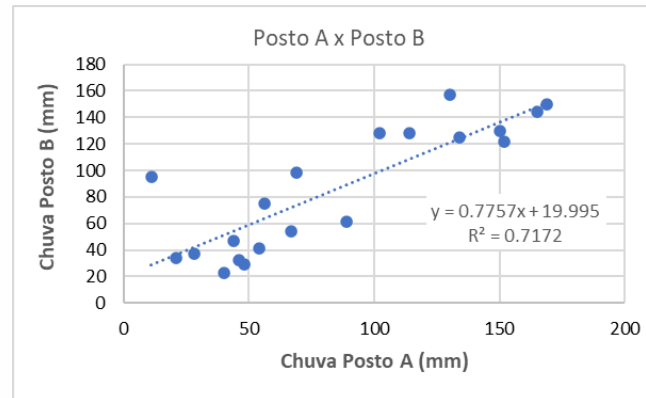
Posto	Chuva média (mm)	Chuva (mm)	Regressão múltipla				
			X ²	Y ²	XY	a ₀	a ₁
A1	1220	123	1488400	15129	150060	98.409	-0.00343
A2	980						95.0
A3	720	90	518400	8100	64800		
A4	1160	65	1345600	4225	75400		
A5	1350	78	1822500	6084	105300		
A6	1100	117	1210000	13689	128700		
soma	5550	473	6384900	47227	524260		

Aplicação – Estimativa de falha em jul-81 no posto B (série de dados)

40

Regressão Linear Simples

	Y	X ₁	X ₂	X ₃
Mês	Posto B	Posto A	Posto C	Posto D
jan-81	130	150	165	128
fev-81	41	54	59	46
mar-81	32	46	50	40
abr-81	98	69	75	59
mai-81	122	152	167	130
jun-81	128	114	125	97
jul-81		120	132	102
ago-81	37	28	30	24
set-81	34	21	23	18
out-81	150	169	185	144
nov-81	128	102	112	87
dez-81	47	44	48	38
jan-82	23	40	44	34
fev-82	95	11	12	10
mar-82	125	134	147	114
abr-82	157	130	143	111
mai-82	61	89	97	76
jun-82	29	48	52	41
jul-82	144	165	181	141
ago-82	75	56	61	48
set-82	54	67	73	57



Excel: Análise de dados (Regressão Múltipla)

RESUMO DOS RESULTADOS

<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	0.86565004
R-Quadrado	0.74934999
R-quadrado ajustado	0.70235311
Erro padrão	25.5150232
Observações	20

ANOVA

	gl	SQ	MQ	F	F de significação
Regressão	3	31141	10380	15.945	5E-05
Resíduo	16	10416	651.02		
Total	19	41557			

	<i>Erro</i>			
	<i>Coefficientes</i>	<i>padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>
Interseção	27.0103671	15.685	1.722	0.1043
Posto A	-35.961565	26.676	-1.348	0.1964
Posto C	22.7989066	18.364	1.2415	0.2323
Posto D	13.6893266	22.675	0.6037	0.5545

$$P = 0,7057 \cdot 132 + 20,256 = 113,4$$

$$P = 27,0104 - 35,9616 \cdot 120 + 22,7989 \cdot 132 + 13,6893 \cdot 102 = 117,4$$



Interpolação da chuva na bacia do rio Guandu

Krigagem - Plugin Qgis SmartMap

42

Domingos Sárvio Valente. Agricultura digital. <https://www.youtube.com/watch?v=DPUzJ1TaIKQ>

Smart-Map: Sistema de Suporte a Decisão para Agricultura de Precisão

Idioma:   Sobre

Dados Grid Interpolação Zonas de Manejo

Diretório de Saída

Pasta: C:/QGIS/PHD5036/Guanabara\Smart-Map Selecionar...

☒ Exportar Raster ☒ Exibir Gráficos e Mapas em uma janela externa

☒ Exportar ShapeFile de Pontos ☒ Exportar ShapeFile de Poligonos

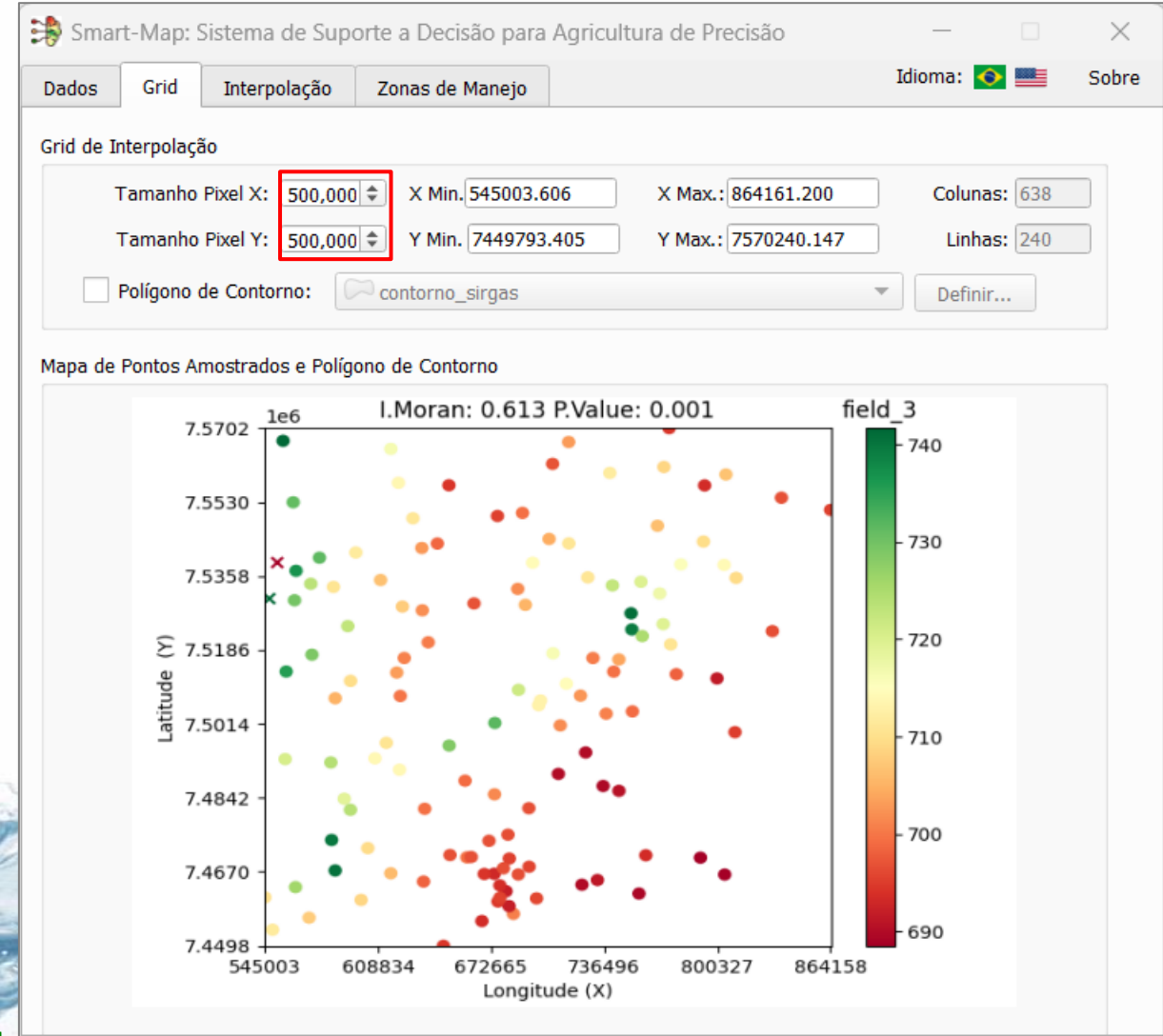
Pontos interpolados

Layers QGIS

Layer de Entrada: plu_jan2000 Z: field_3 Importar...

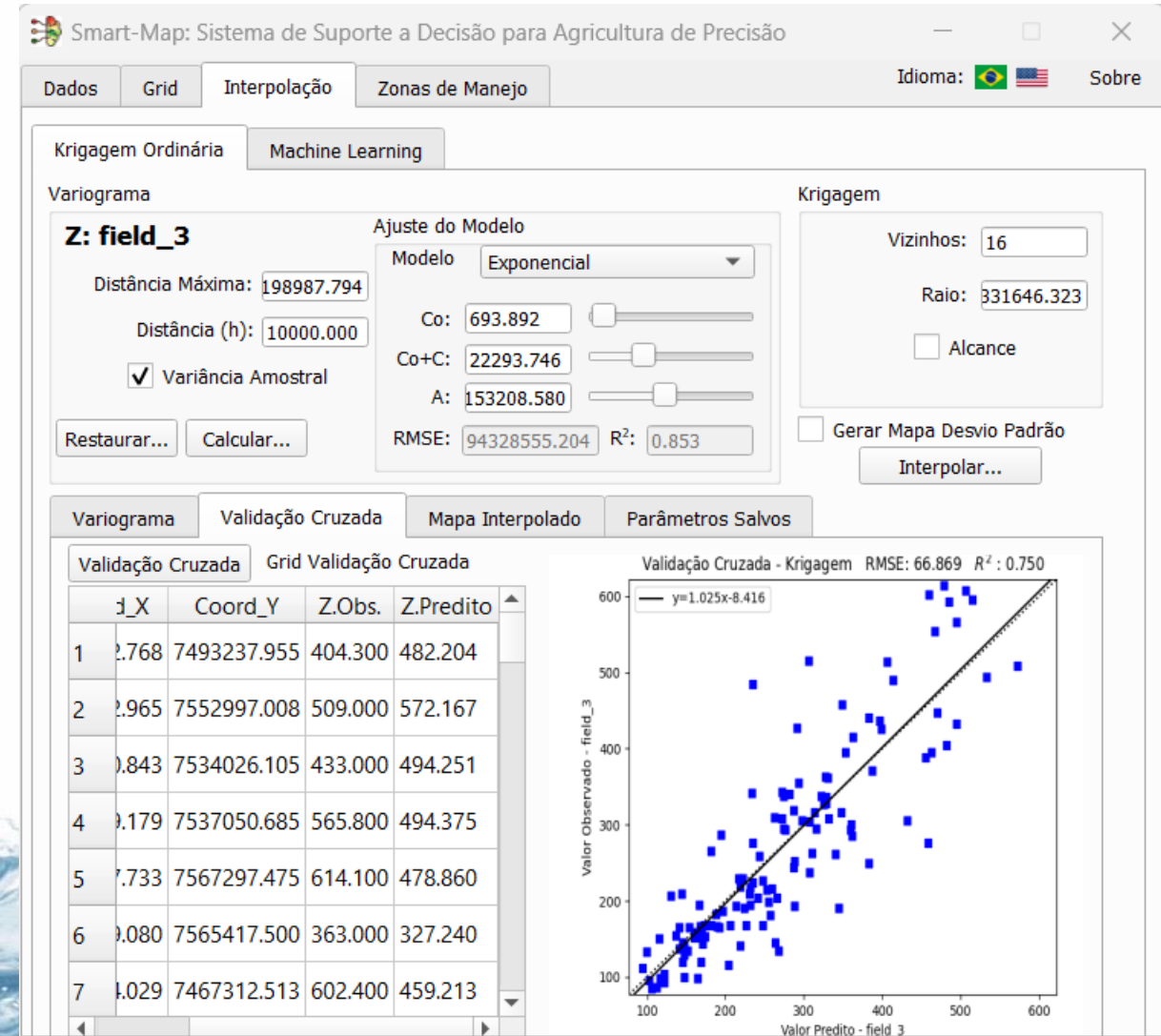
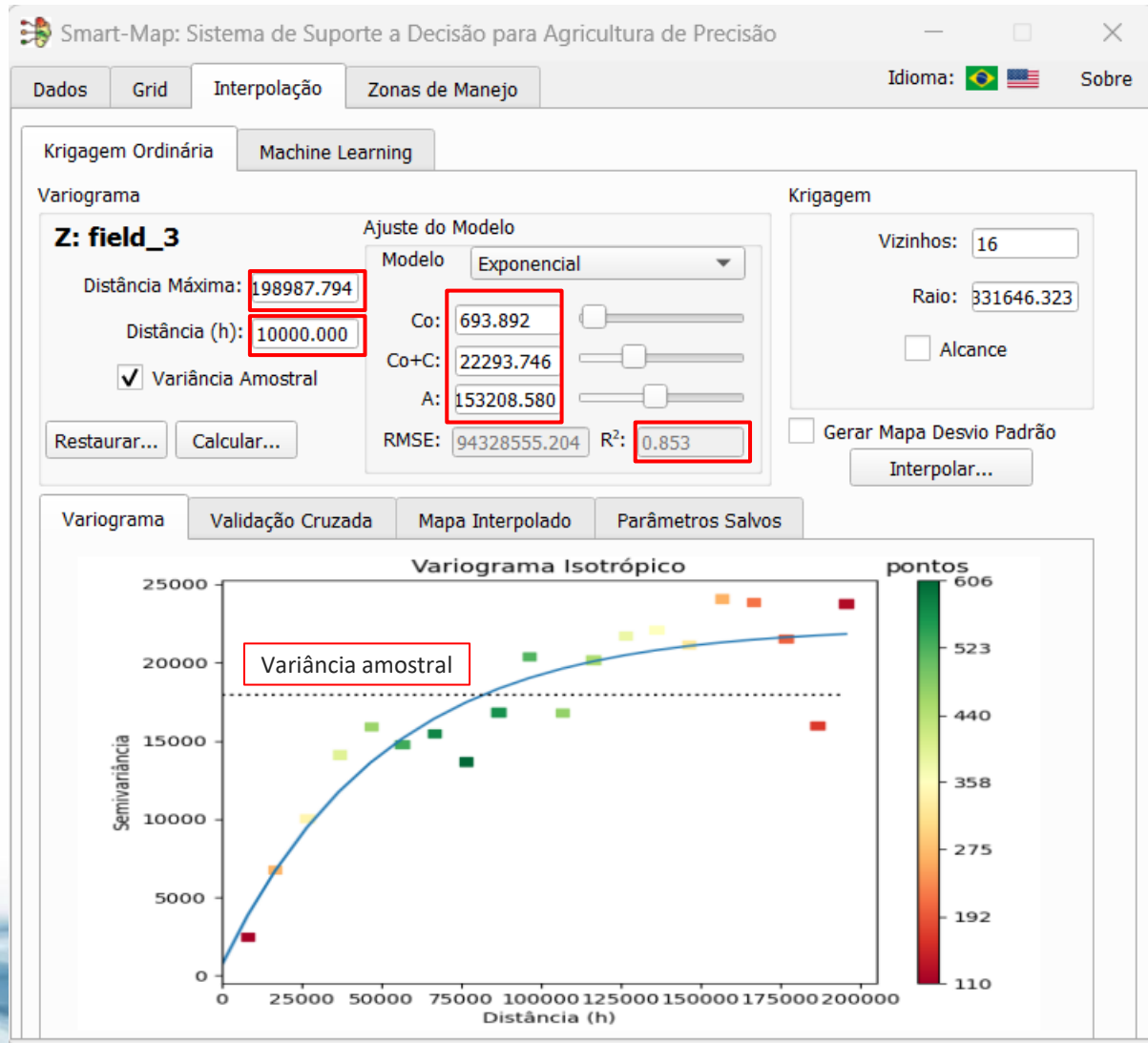
CRS Layer: EPSG:31983 ☒ Eliminar Outliers

ID	Coord X	Coord Y	field_3	
1	1	556502.768	7493237.955	404.300
2	2	561052.965	7552997.008	509.000
3	3	552033.674	7538971.523	688.500
4	4	570970.843	7534026.105	433.000
5	5	562639.179	7537050.685	565.800
6	6	555327.733	7567297.475	614.100
7	7	616119.080	7565417.500	363.000
8	8	584714.029	7467312.513	602.400
9	9	569996.042	7456317.219	276.000



Krigagem - Plugin Qgis SmartMap

43



Krigagem - Plugin Qgis SmartMap

44

*Plu_guan_sirgas — QGIS

Projeto Editar Exibir Camada Configurações Complementos Vetor Raster Banco de Dados Web Malha HCMGIS Processamento Ajuda

Navegador

- Favoritos
- Favoritos Espaciais
- Casa do projeto
- Início
- C:\ (OS)
- G\ (Google Drive)
- GeoPackage
- SpatialLite
- PostGIS
- SAP HANA

Camadas

- ☒ contorno_sirgas
- ☒ plu_jan2000
- ☒ 1_Krig_field_3_Grid_Map
 - Banda 1 (Gray)
 - 604,995483
 - 87,209595

Smart-Map: Sistema de Suporte a Decisão para Agricultura de Precisão

Dados Grid Interpolação Zonas de Manejo Idioma: Sobre

Krigagem Ordinária Machine Learning

Variograma

Z: field_3

Distância Máxima: 198987.794

Distância (h): 10000.000

☒ Variância Amostral

Ajuste do Modelo

Modelo: Exponencial

Co: 693.892

Co+C: 22293.746

A: 153208.580

RMSE: 94328555.204 R²: 0.853

Restaurar... Calcular...

Krigagem

Vizinhos: 16

Raio: 331646.323

☐ Alcance

☐ Gerar Mapa Desvio Padrão

Interpolar...

Variograma Validação Cruzada Mapa Interpolado Parâmetros Salvos

Grid Interpolação

	CoordX_SM	CoordY_SM
1	545253.606	7449543.405
2	545253.606	7450043.405
3	545253.606	7450543.405
4	545253.606	7451043.405
5	545253.606	7451543.405
6	545253.606	7452043.405
7	545253.606	7452543.405

Mapa Interpolado Krigagem

field_3

600

500

400

300

200

100

Latitude (Y)

Longitude (X)

Caixa de Ferramentas de Processamen...

Buscar...

- Análise de rede
- Análise raster
- Análise vetorial
- Banco de Dados
- Cartografia
- Criação de raster
- Criação de vetor
- Ferramentas de arquivo
- Ferramentas de camada
- Ferramentas raster
- Geometria do vetor
- GPS
- Interpolar
- Malha
- Mosaico vetor
- Plotar
- Raster de análise do terreno
- Selecionar vetor
- Sobreposição de vetor
- Tabela de vetores
- Vetor geral
- GDAL
- GRASS
- SAGA

Escreva para localizar (Ctrl+K)

Coordenada 775261 7427304 Escala 1:1439293 Lupa 100% Rotação 0,0 ° Renderizar EPSG:31983



Navegador



- Favoritos
- Favoritos Espaciais
- Casa do projeto
- Início
- C:\ (OS)
- G:\ (Google Drive)
- GeoPackage
- Spatialite
- PostGIS
- SAP HANA

Camadas



- ☒ **contorno_sirgas**
- ☒ **plu_jan2000**
- ☐ **Recortado (mascara)**
 - Banda 1 (Gray)
583,054504
- ☒ **1 Krig field 3 Grid Map**
 - Banda 1 (Gray)
604,995483
 - 87,209595

Recortar raster pela camada de máscara

Parâmetros Log

Camada de entrada
1_Krig_field_3_Grid_Map [EPSG:31983]

Camada máscara
contorno_sirgas [EPSG:31983]

☐ Apenas feições selecionadas

SRC original [opcional]
[Selecione uma camada]

SRC de destino [opcional]
[Selecione uma camada]

Atribua um valor "sem dados" especificado às bandas de saída [opcional]
Não definido

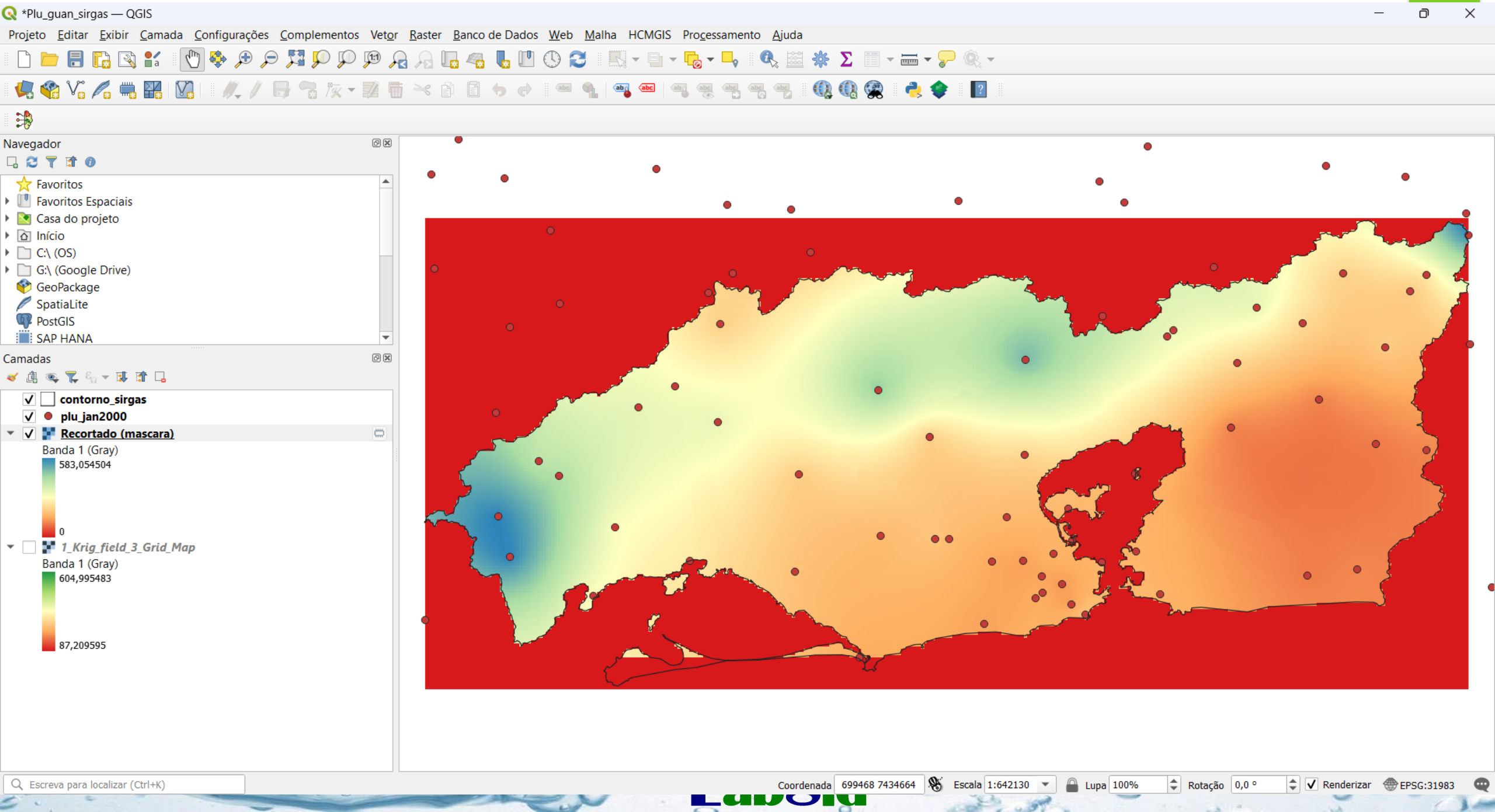
☐ Criar uma banda alfa de saída


☒ Igualar a Extensão da imagem recortada com a Extensão da camada de máscara

0%

Executar processo em Lote... Executar Close Help





 Interpolação IDW

Parâmetros

Log

Camada(s) de entrada

Camada vetorial

° plu_jan2000

Atributo de interpolação

1.2 chuva

☐ Usar Coordenada Z para interpolação

+

-

Camada vetorial	Atributo	Tipo
plu_jan2000	chuva	Pontos

Distância para coeficiente P

2,000000

Extensão

...

Tamanho do raster de saída

Linhas

242

Colunas

639

Tamanho do pixel X

500,000000

Tamanho do pixel Y

500,000000

Interpolado

[Salvar em arquivo temporário]

...

☒ Abrir arquivo de saída depois executar o algoritmo

0%

Cancelar

Executar processo em Lote...

Executar

Close

Help

Interpolação IDW

Gera a interpolação Ponderação pelo Inverso da Distância (IDW) de uma camada de pontos vetorial.

Pontos amostrais são ponderados durante a interpolação para que a influência de um ponto em relação a outro caia com a distância do ponto desconhecido criado.



Navegador

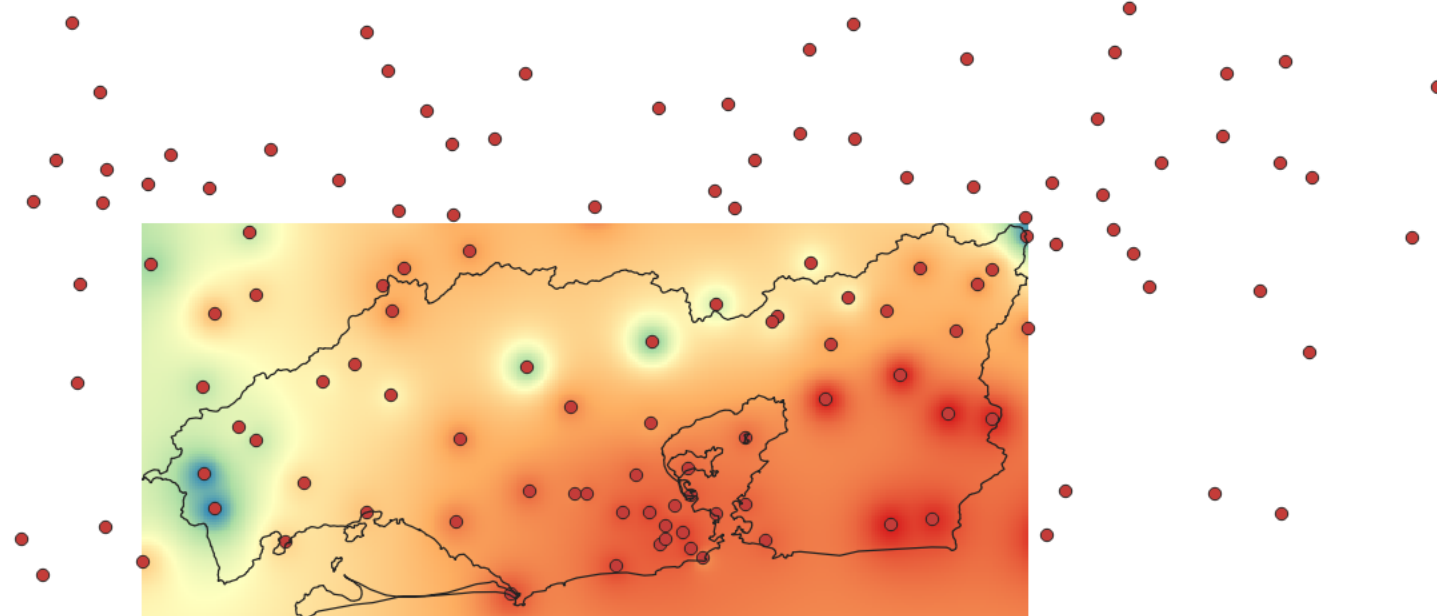


- Favoritos
- Favoritos Espaciais
- Casa do projeto
- Início
- C:\ (OS)
- G:\ (Google Drive)
- GeoPackage
- Spatialite
- PostGIS
- SAP HANA

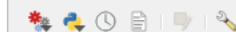
Camadas



- ☒ ☐ contorno_sirgas
- ☒ plu_jan2000
- ☒ Interpolado
 - Banda 1
 - 601,92017
 - 95,441744
- ☒ Interpolado
 - Banda 1
 - 601,52063
 - 94,583769
- ☐ Recortado (mascara)
 - Banda 1 (Gray)
 - 601,624451
 - 95,646751

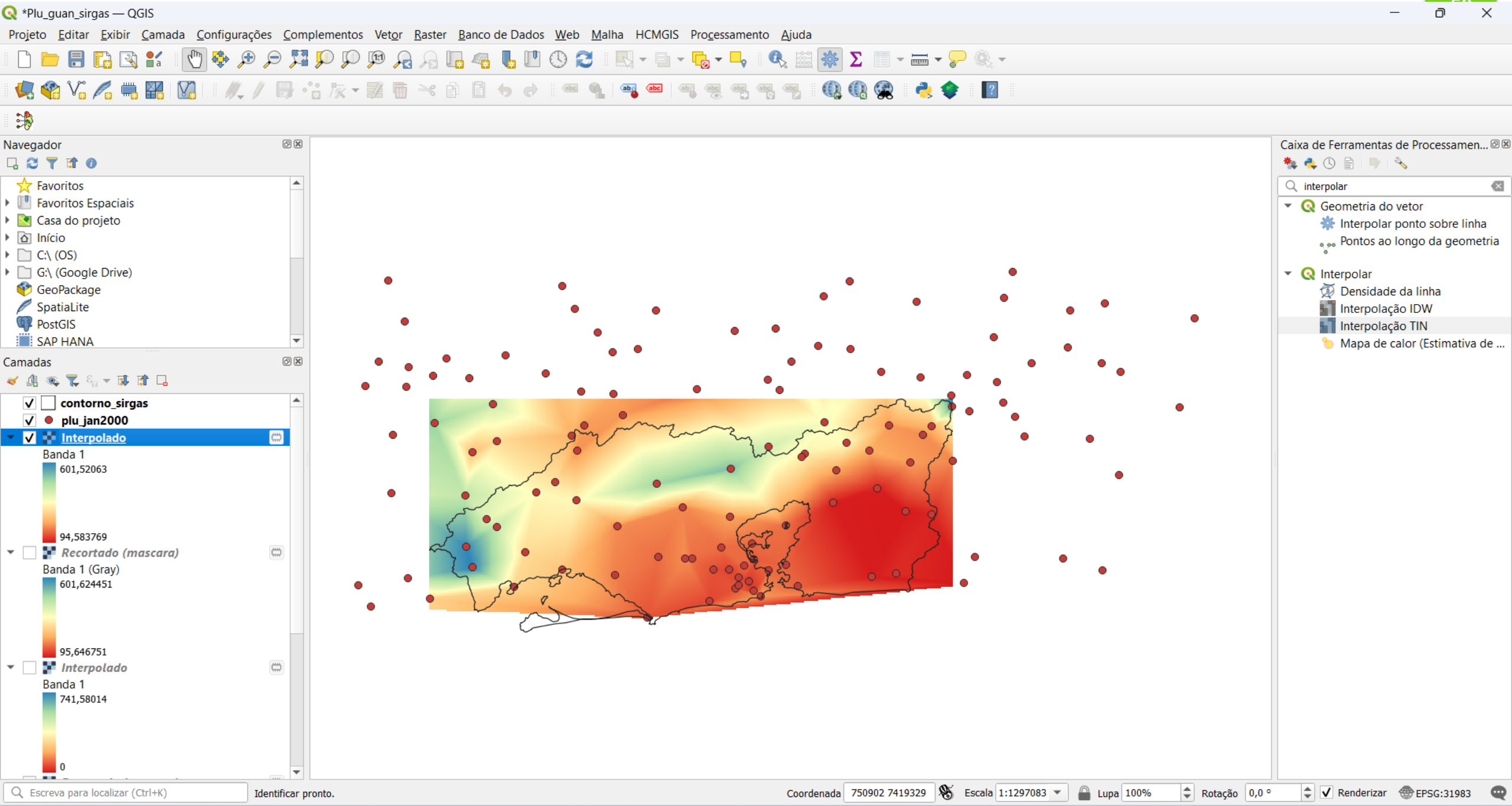


Caixa de Ferramentas de Processamen...



- interpol
- Geometria do vetor
 - Interpolador sobre linha
 - Pontos ao longo da geometria
- Interpolador
 - Densidade da linha
 - Interpolação IDW
 - Interpolação TIN
 - Mapa de calor (Estimativa de ...)

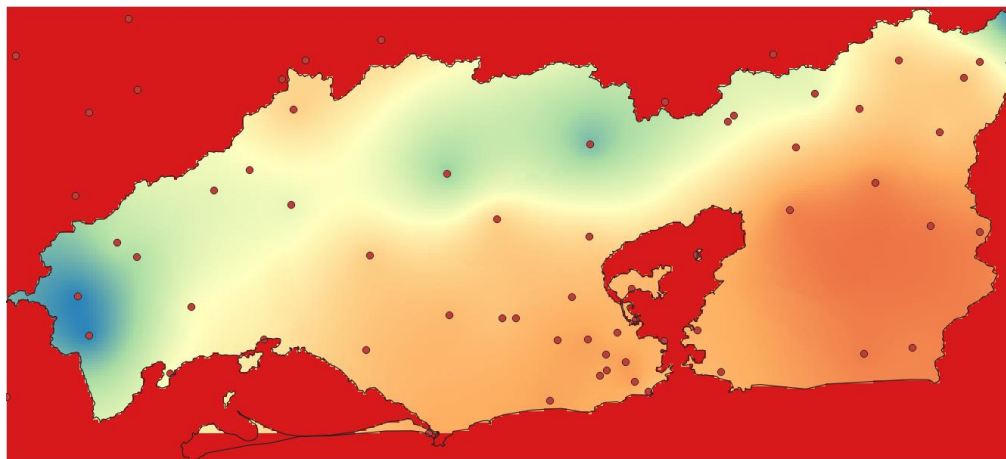




✓ **Recortado (mascara)**

Banda 1 (Gray)

583,054504



Krigagem

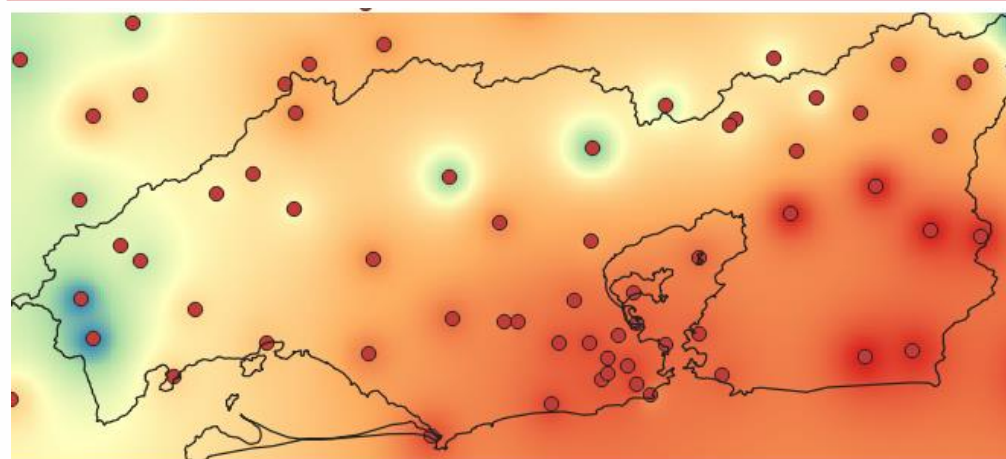
✓ **Interpolado**

Banda 1

601,92017



95,441744



IDW

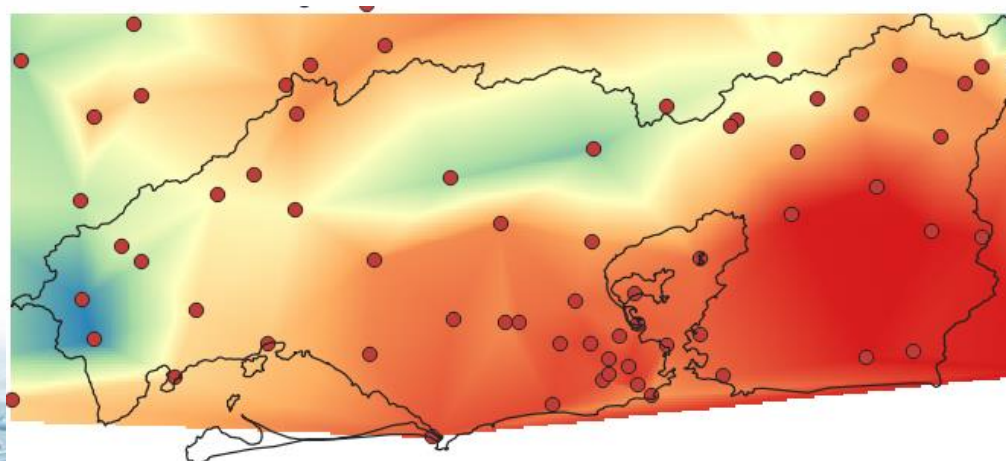
✓ **Interpolado**

Banda 1

601,52063



94,583769



TIN

Polígono de Thiessen – Chuva média

52

*Plu_guan_sirgas — QGIS

Projeto Editar Exibir Camada Configurações Complementos **Vetor** Raster Banco de Dados Web Malha HCMGIS Processamento Ajuda

Verificar Geometrias...
Geoprocessamento
Geometrias
Analisar
Investigar
Gerenciar dados

Centroides...
Coletar geometrias...
Densificar por contagem...
Extrair vértices...
Multipartes para partes simples...
Polígonos para linhas...
Simplificar...
Verificar a validade...
Triangulação de Delaunay...
Adicionar atributos de geometria...
Linhas para polígonos...
Polígonos de Voronoi...

Navegador

- Favoritos
- Favoritos Espaciais
- Casa do projeto
- Início
- C:\ (OS)
- G:\ (Google Drive)
- GeoPackage
- SpatialLite
- PostGIS
- SAP HANA

Camadas

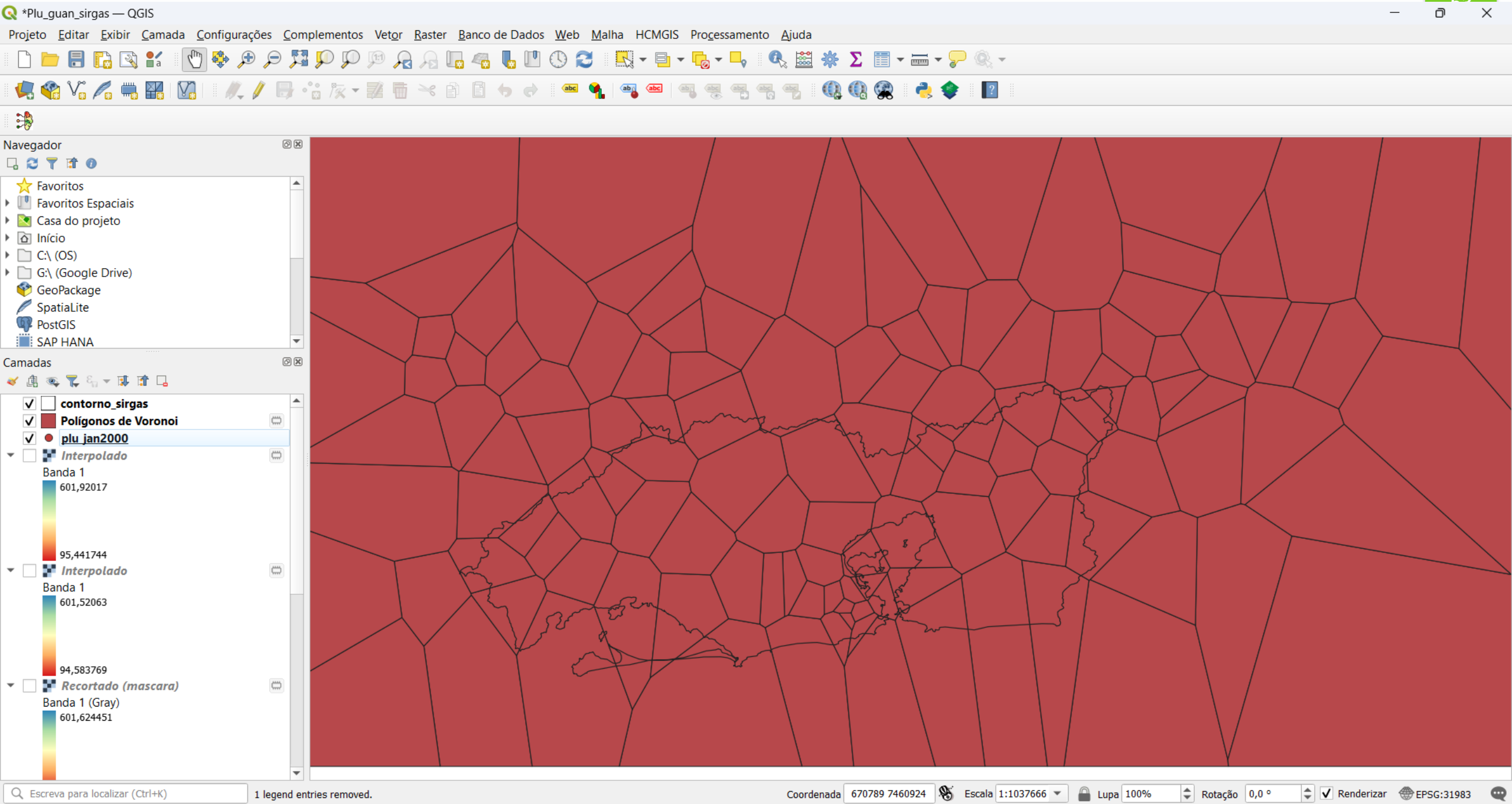
- ☒ contorno_sirgas
- ☒ plu_jan2000
- ☒ Interpolado
- Banda 1
- 601,92017
- 95,441744
- ☐ Interpolado
- Banda 1
- 601,52063
- 94,583769
- ☐ Recortado (mascara)
- Banda 1 (Gray)
- 601,624451
- 95,646751

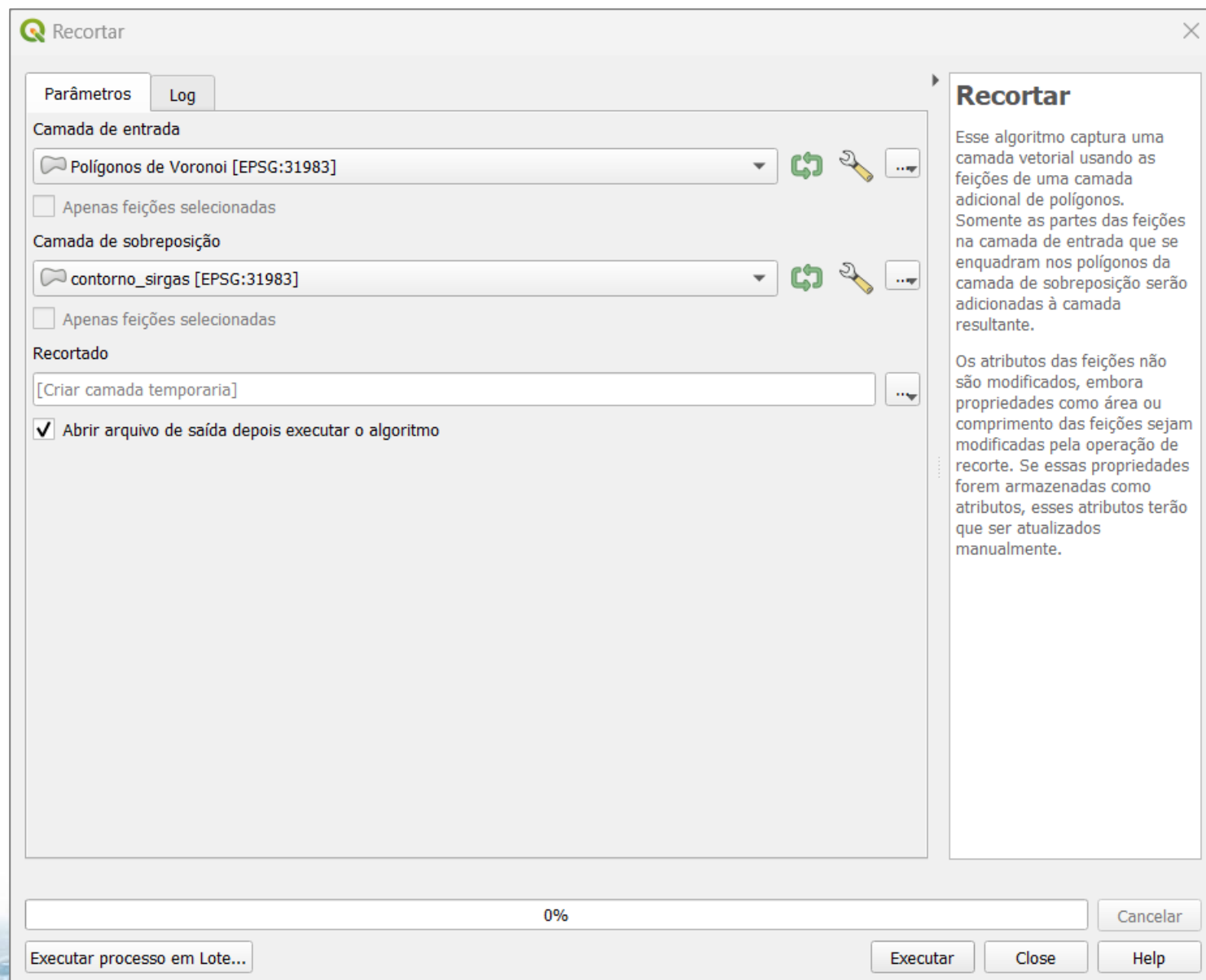
Caixa de Ferramentas de Processamen...

interpol

- Geometria do vetor
 - Interpol ponto sobre linha
 - Pontos ao longo da geometria
- Interpol
 - Densidade da linha
 - Interpolação IDW
 - Interpolação TIN
 - Mapa de calor (Estimativa de ...)

Coordenada 587271 7616181 Escala 1:1297083 Lupa 100% Rotação 0,0 ° Renderizar EPSG:31983







Navegador



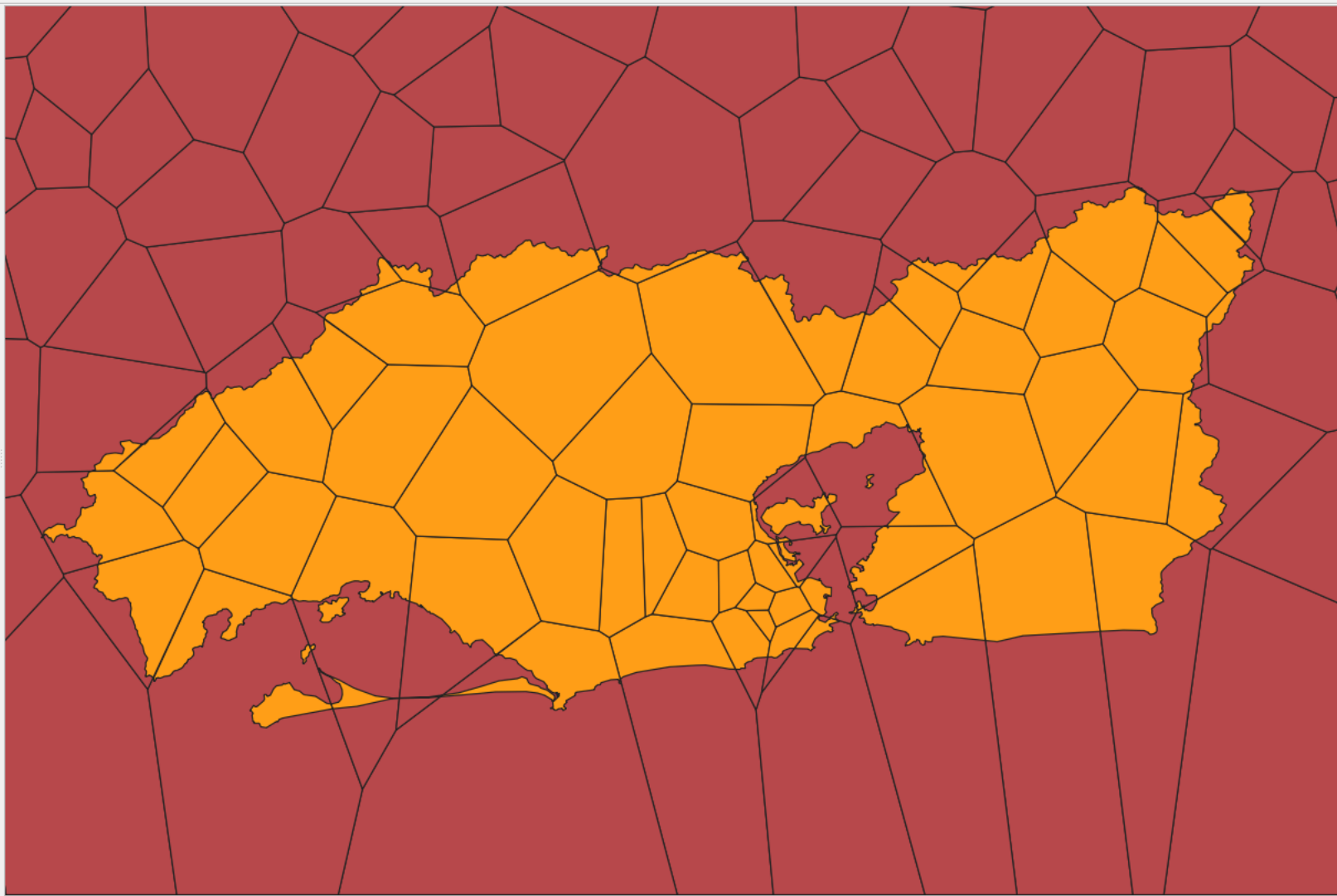
- Favorites
- Favorites Espaciais
- Casa do projeto
- Início
- C:\ (OS)
- G:\ (Google Drive)
- GeoPackage
- Spatialite
- PostGIS
- SAP HANA

Camadas



- ☐ contorno_sirgas
- ☒ Recortado
- ☒ Polígonos de Voronoi
- ☐ plu_jan2000
- ☐ Interpolado
 - Banda 1
 - 601,92017
 - 95,441744
- ☐ Interpolado
 - Banda 1
 - 601,52063
 - 94,583769
- ☐ Recortado (mascara)
 - Banda 1 (Gray)
 - 601,624451

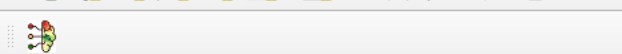
Escreva para localizar (Ctrl+K)



Caixa de Ferramentas de Processamen...



- interpol
- Geometria do vetor
 - Interpolar ponto sobre linha
 - Pontos ao longo da geometria
- Interpol



Navegador

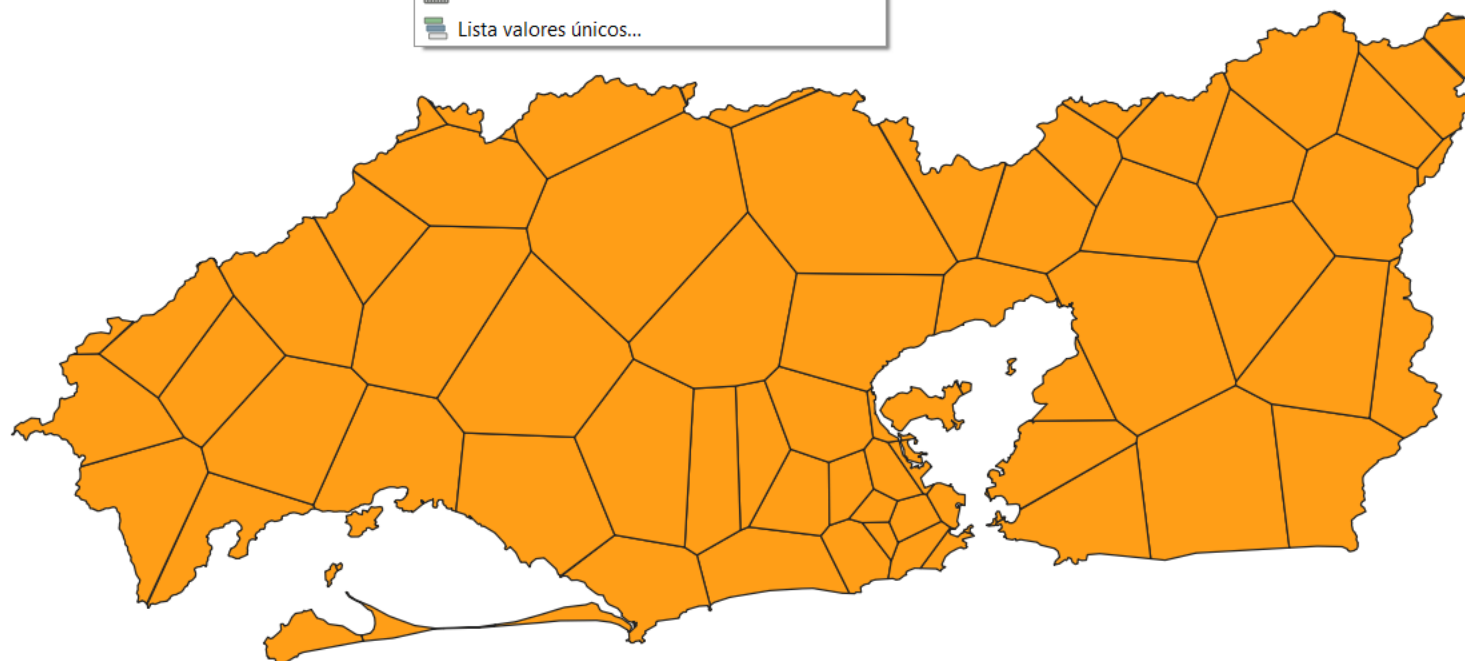
- Favorites
- Favorites Espaciais
- Casa do projeto
- Início
- C:\ (OS)
- G:\ (Google Drive)
- GeoPackage
- Spatialite
- PostGIS
- SAP HANA

Camadas

- ☐ contorno_sirgas
- ☒ Recortado
- ☐ Polígonos de Voronoi
- ☐ plu_jan2000
- ☐ Interpolado
 - Banda 1
 - 601,92017
 - 95,441744
- ☐ Interpolado
 - Banda 1
 - 601,52063
 - 94,583769
- ☐ Recortado (mascara)
 - Banda 1 (Gray)
 - 601,624451

- Verificar Geometrias...
- Geoprocessamento
- Geometrias
- Analisar
- Investigar
- Gerenciar dados

- Contagem de pontos em polígono...
- Interseções de linhas...
- Coordenada(s) média(s)...
- Análise de vizinhos mais próximos...
- Soma comprimentos de linha...
- Campo para estatística básica...
- Matriz de distância...
- Lista valores únicos...



Caixa de Ferramentas de Processamen...

- interpol
- Geometria do vetor
 - Interpol ponto sobre linha
 - Pontos ao longo da geometria
- Interpol

Visualizador de resultados

Estadísticas [08:33:20PM]

Algorithm: Estatísticas
 File path: C:\Users\arime\AppData\Local\Temp\processing_zirhb\910c7b400e4c462d9dd738859551f1ef\OUTPUT_HTML_FILE.html

Q Campo para estatística básica

Parâmetros

Log

versão QGIS: 2.3.0 (git-version: 1c17d7)

Algoritmo iniciado as: 2023-03-07T20:33:20

Algoritmo 'Campo para estatística básica' iniciando...

Entrada de parâmetros:

```
{ 'FIELD_NAME' : 'area_km2', 'INPUT_LAYER' : 'C:\\\\QGIS\\PHD5036\\Guanabara\\
\\thiessen_clip.shp|layername=thiessen_clip', 'OUTPUT_HTML_FILE' :
'TEMPORARY_OUTPUT' }
```

Execution completed in 0.06 segundos

Resultados:

```
{'COUNT': 65,
'CV': 0.8205836291259333,
'EMPTY': 0,
'FILLED': 65,
'FIRSTQUARTILE': 28.48,
'IQR': 162.08,
'MAJORITY': 0.04,
'MAX': 472.85,
'MEAN': 130.99784615384615,
'MEDIAN': 119.16,
'MIN': 0.04,
'MINORITY': 0.04,
'OUTPUT_HTML_FILE': 'C:/Users/arime/AppData/Local/Temp/processing_zirhbJ/
910c7b400e4c462d9dd738859551filef/OUTPUT_HTML_FILE.html',
'RANGE': 472.81,
'STD_DEV': 107.49468800460376,
'SUM': 8514.86,
'THIRDQUARTILE': 190.56,
'UNIQUE': 65}
```

Carregando camada resultante

Algoritmo 'Campo para estatística básica' finalizado

Saída HTML foi gerada por este algoritmo.

Abra o diálogo de resultados para verificá-lo.

0%

Executar processo em Lote...

Mudança de Parâ

Campo para estatística básica

Esse algoritmo gera estatísticas

Recortado — Calculadora de Campo

☐ Atualizar apenas 0 feições selecionadas

☒ Criar um novo campo

☐ Atualiza um campo existente

☐ Criar um campo virtual

Nome do campo de saída

area_per

Tipo do campo de saída

Número decimal (real)

Comprimento do campo de saída

6

Precisão

2

Expressão

Editor de Funções



"area_km2" / 8514.86

= + - / * ^ || () '\n'

Feição -42.546

Pré-visualização: 0,0012742429118035997

$$\bar{p} = \frac{P_1 \cdot A_1 + P_2 \cdot A_2 + \dots + P_n \cdot A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Buscar...

Mostrar valores

row_number

- ▶ Agregados
- ▶ Arquivos e Caminhos
- ▶ Camadas do mapa
- ▼ Campo e Valores
 - NULL
 - abc field_1
 - abc field_2
 - 1.2 chuva
 - 1.2 X
 - 1.2 Y
 - 1.2 area_km2
- ▶ Condicionais

grupo field

Clique duplo para adicionar o nome do campo à cadeia de caracteres da expressão.
Clique com o botão direito do rato no nome do campo para abri-lo.

Valores

Único

10 Amostras

OK

Cancel

Help

$$\bar{P} = \frac{P_1 \cdot A_1 + P_2 \cdot A_2 + \dots + P_n \cdot A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Recortado — Calculadora de Campo

☐ Atualizar apenas 0 feições selecionadas

☒ Criar um novo campo ☐ Atualiza um campo existente

☐ Criar um campo virtual

Nome do campo de saída: chuva_per

Tipo do campo de saída: Número decimal (real)

Comprimento do campo de saída: 6 Precisão: 3

Expressão Editor de Funções

"chuva" * "area_per"

Feição: -42.546

Pré-visualização: 0,19030000000000002

Buscar... Mostrar valores

grupo field

Clique duplo para adicionar o nome do campo à cadeia de caracteres da expressão. Clique com o botão direito do rato.

Valores: Buscar...

Único 10 Amostras

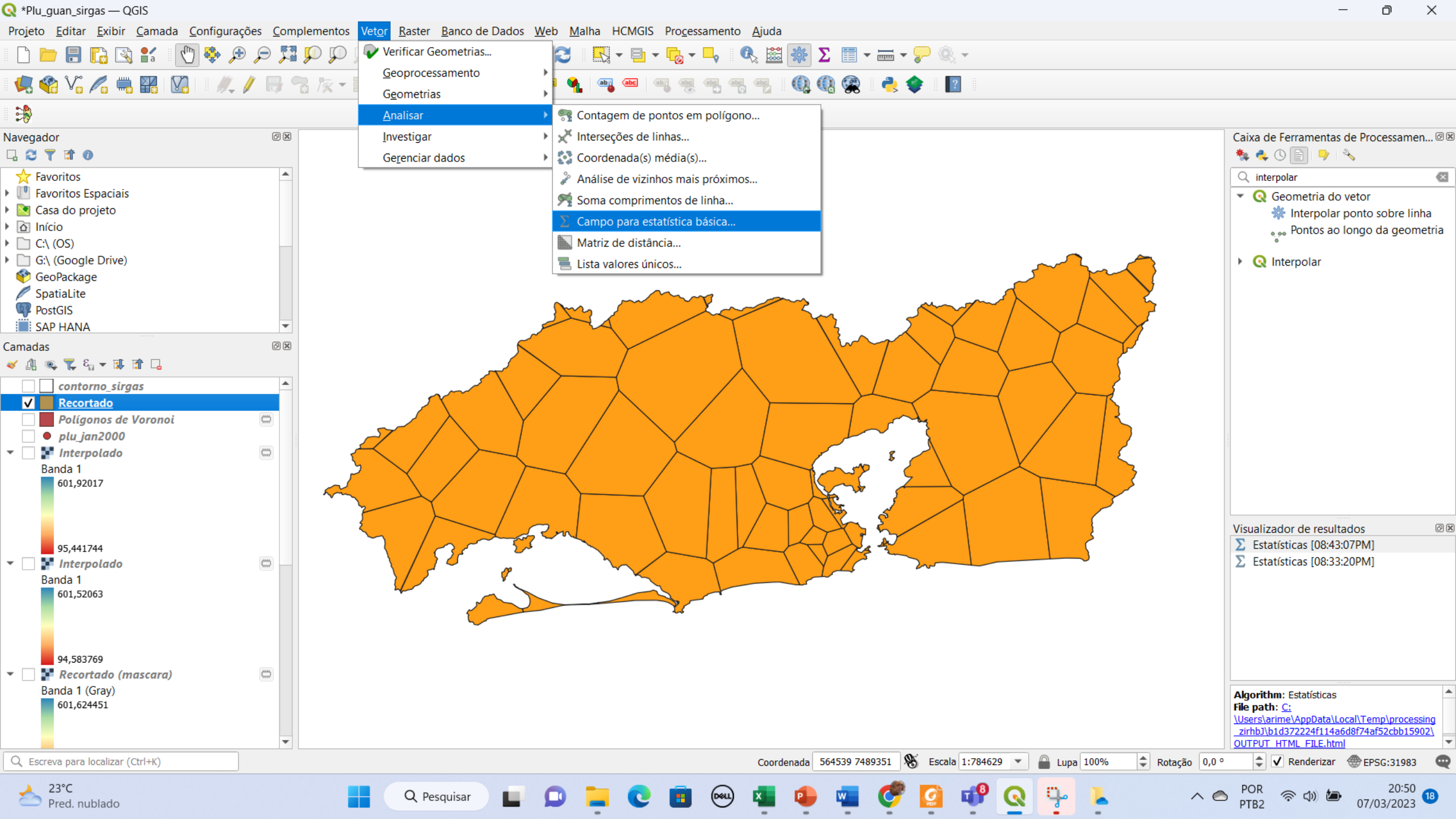
Condicionais Conversões Cor Geometria

OK Cancel Help

Você está editando informações sobre esta camada, mas a camada não está em modo de edição. Se você clicar em OK, o modo de edição será automaticamente ligado.

Recortado — Total de feições: 65, Filtrada: 65, Selecionada: 0

	field_1	field_2	chuva	X	Y	area_km2	area_per	chuva_per
1	-43.366	-23	134,1	-43,360	-23,000	120,50	0,014	1,877
2	-43.193	-22.983	206,6	-43,190	-22,983	12,25	0,001	0,207
3	-43.278	-22.958	145,4	-43,270	-22,958	49,03	0,006	0,872
4	-43.577	-23.054	143,8	-43,570	-23,054	152,63	0,018	2,588
5	-43.217	-22.967	120,1	-43,210	-22,967	25,71	0,003	0,36
6	-43.267	-22.95	154,6	-43,260	-22,950	10,45	0,001	0,155
7	-42.817	-22.917	97,9	-42,810	-22,917	315,69	0,037	3,622
8	-43.234	-22.936	120,1	-43,230	-22,936	24,04	0,003	0,36
9	-43.268	-22.924	136,8	-43,260	-22,924	15,58	0,002	0,274
10	-44.031	-22.961	285,8	-44,030	-22,961	154,29	0,018	5,144
11	-43.167	-22.9	164,9	-43,160	-22,900	17,25	0,002	0,33
12	-43.066	-22.949	158,2	-43,060	-22,949	157,31	0,018	2,848
13	-43.354	-22.901	141,7	-43,350	-22,901	73,31	0,009	1,275



Polígono de Thiessen – Chuva média

60

Campo para estatística básica

Parâmetros Log

versão QGIS: 2.5.0 (git-version: 1c17a7)
Algoritmo iniciado as: 2023-03-07T20:50:48
Algoritmo 'Campo para estatística básica' iniciando...
Entrada de parâmetros:
{ 'FIELD_NAME' : 'chuva_per', 'INPUT_LAYER' : 'C:\\\\QGIS\\\\PHD5036\\\\Guanabara\\\\thiessen_clip.shp|layername=thiessen_clip', 'OUTPUT_HTML_FILE' :
'TEMPORARY_OUTPUT' }

Execution completed in 0.04 segundos
Resultados:
{ 'COUNT': 65,
'CV': 1.2651403581944805,
'EMPTY': 0,
'FILLED': 65,
'FIRSTQUARTILE': 0.823,
'IQR': 4.2929999999999999,
'MAJORITY': 0.0,
'MAX': 27.149,
'MEAN': 3.9167076923076922,
'MEDIAN': 2.671,
'MIN': 0.0,
'MINORITY': 0.152,
'OUTPUT_HTML_FILE': 'C:/Users/arime/AppData/Local/Temp/processing_zirhbJ/fb89ea4e36f14010b0dea0f59ba012cc/OUTPUT_HTML_FILE.html',
'RANGE': 27.149,
'STD_DEV': 4.9551849727892305,
'SUM': 254.58599999999998,
'THIRDQUARTILE': 5.116,
'UNIQUE': 62 }

Carregando camada resultante
Algoritmo 'Campo para estatística básica' finalizado
Saída HTML foi gerada por este algoritmo.
Abra o diálogo de resultados para verificá-lo.

Chuva média = 254,59 mm

Campo para estatística básica

Esse algoritmo gera estatísticas básicas a partir da análise de valores em um campo na tabela de atributos de uma camada vetorial. Os campos numéricos, data, hora e sequência são suportados.

As estatísticas retornadas dependerão do tipo de campo.

As estatísticas são geradas como um arquivo HTML.

0%

Executar processo em Lote... Mudança de Parâmetros Close Help

Obtenção de dados

[Ir para o conteúdo 1](#) [Ir para o menu 2](#) [Ir para o rodapé 3](#)

[SOBRE O INMET](#) [IMPrensa](#) [MAPA DO SITE](#) [FALE CONOSCO](#) [WEBMAIL](#)

Instituto Nacional de Meteorologia

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA



[Tempo ▾](#) [Clima ▾](#) [Dados Meteorológicos ▾](#) [Satélites](#) [Risco de Incêndio](#) [Previsão Numérica ▾](#) [Sisdagro ▾](#) [Publicações ▾](#) [Sobre ▾](#) [Informações ▾](#)

⚠ Chuvas Int

Agrometeorologia

[Boletim Agroclimatológico](#)
[Balanço Hídrico de Cultivo](#)

[Mapas de Balanço Hídrico](#)

[Risco de Geadas](#)

[Sisdagro](#)

Previsão

[Previsão para Capitais](#)

[Previsão por E-Mail](#)

[Avisos Meteorológicos](#)

[Avisos por E-Mail](#)

<https://portal.inmet.gov.br/#>

[Banco de Dados Meteorológicos](#)

[Catálogo de Estações ▾](#)

[Históricos de Dados Meteorológicos](#)

[Mapa de Estações Meteorológicas](#)

[Tabela de Dados das Estações](#)

[Gráficos Diários de Estações](#)

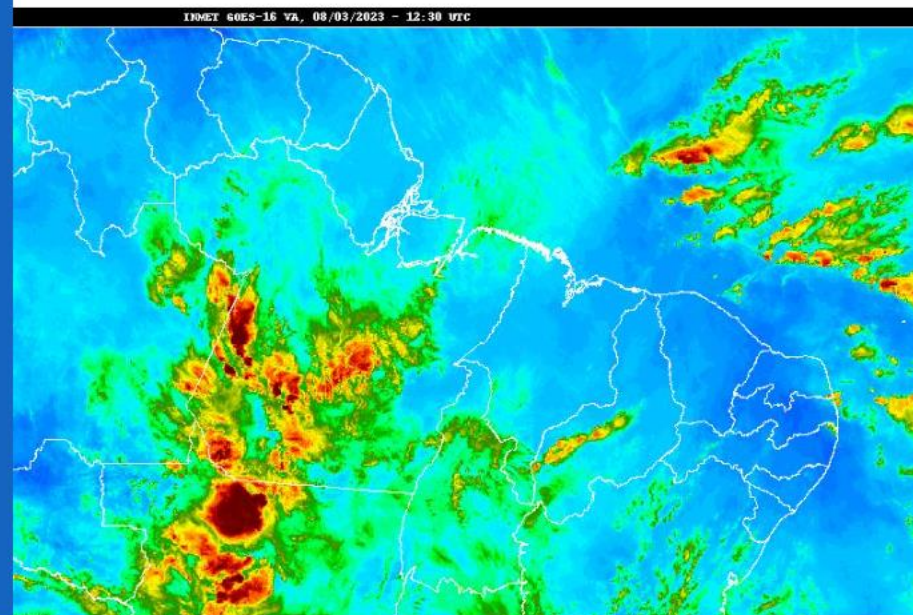
[Gráficos Horários de Estações Automáticas](#)

[Gráficos Anuais de Estações Automáticas](#)

[Previsão de Tempo](#)

[Satélite](#)

[Previsão Numérica](#)



[Previsão para sua cidade](#)

Brasília - DF | Digite outro local:

TEMPERATURA



16°C

Tendência:



27°C

Tendência:

UMIDADE



90%



55%



Grupo de Modelagem para Estudos da Biodiversidade

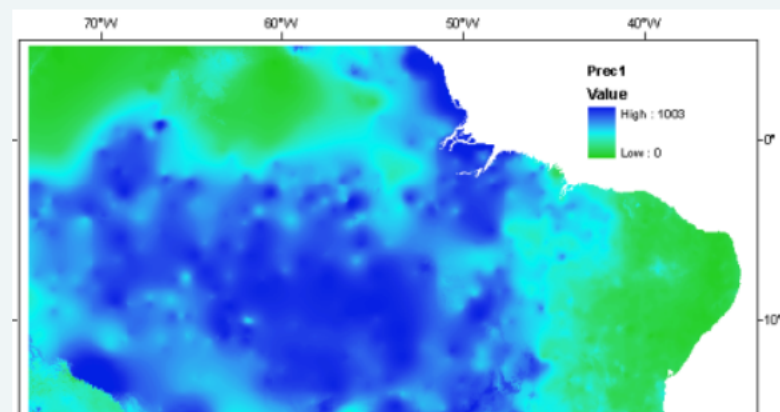
[English Version](#)

- ▶ [Home](#)
- ▶ [Descrição dos Dados](#)
- ▶ [Origem/Fonte/Referência](#)
- ▶ [Extensão Geográfica/Escala](#)
- ▶ [Coordenadas/Datum/Formato](#)
- ▶ [Dados](#)
 - ▶ [Dados Climáticos](#)
 - ▶ [Índice de Walsh](#)
 - ▶ [Mapa de Vegetação](#)
 - ▶ [% Cobertura Arbórea - MODIS](#)
 - ▶ [Mapa de Solos](#)
 - ▶ [Altitude](#)
 - ▶ [Declividade ou Gradiente](#)
 - ▶ [Exposição ou Orientação](#)
 - ▶ [Distância Vertical à Drenagem](#)
 - ▶ [Densidade de Drenagem](#)
 - ▶ [Unidades Administrativas](#)
- ▶ [Download](#)
- ▶ [Links Úteis](#)
- ▶ [Referências](#)
- ▶ [Equipe](#)

Dados Climáticos

Os dados climáticos foram obtidos a partir do *WorldClim - Global Climate Data*. O *Worldclim* é uma base de dados climáticos globais que fornece *layers* em diferentes resoluções referentes ao clima atual, e também para cenários climáticos passados e futuro. Para mais informações consulte: (www.worldclim.org).

As grades de clima recortadas para o Brasil e Amazônia Legal, correspondem a dados de observação, representativos de 1950 a 2000 e que foram interpolados para a resolução de 30 arc-segundos (~1km). Os valores de temperatura são fornecidos em $^{\circ}\text{C} \times 10$, e os valores de precipitação em mm.



-

Global climate and weather data

Welcome to the WorldClim data website.

WorldClim is a database of high spatial resolution global weather and climate data. These data can be used for mapping and spatial modeling. The data are provided for use in research and related activities; and some specialized skill and knowledge is needed to use them ([here is some help](#)). More easily available data for the general public will soon be [available here](#).

You can download gridded weather and climate data for [historical](#) (near current) and [future](#) conditions.

Please [let us know](#) if you find a broken link.

[Historical climate data](#)
[Historical monthly weather data](#)
[Future climate data](#)



O PORTAL BRASILEIRO DE DADOS GEOESPACIAIS - SIG BRASIL

A INDE ▾

DADOS GEOESPACIAIS ▾

ESTATÍSTICAS ▾

SUPORTE ▾

NOTÍCIAS

CONTATO

Página Inicial / Catálogo de Geosserviços

CATÁLOGO DE GEOSSERVIÇOS



Geosserviços são serviços web específicos para o domínio geoespacial, constituindo um poderoso conjunto de funcionalidades para coletar, armazenar, recuperar sem restrições, transformar e apresentar dados espaciais associados a um determinado objetivo. Essas funcionalidades são usadas por meio de um navegador Web ou outra aplicação qualquer (QGIS ou um aplicativo em *Smartphone*, por exemplo).

Através dos geosserviços é possível exportar informações geoespaciais para uma ampla gama de formatos, tanto para edição de objetos como para a apresentação de mapas.

A INDE adotou os padrões do *Open Geospatial Consortium* OGC para a especificação de seus geosserviços. Abaixo são listadas as implementações disponíveis desses padrões, por instituição:

Mapas

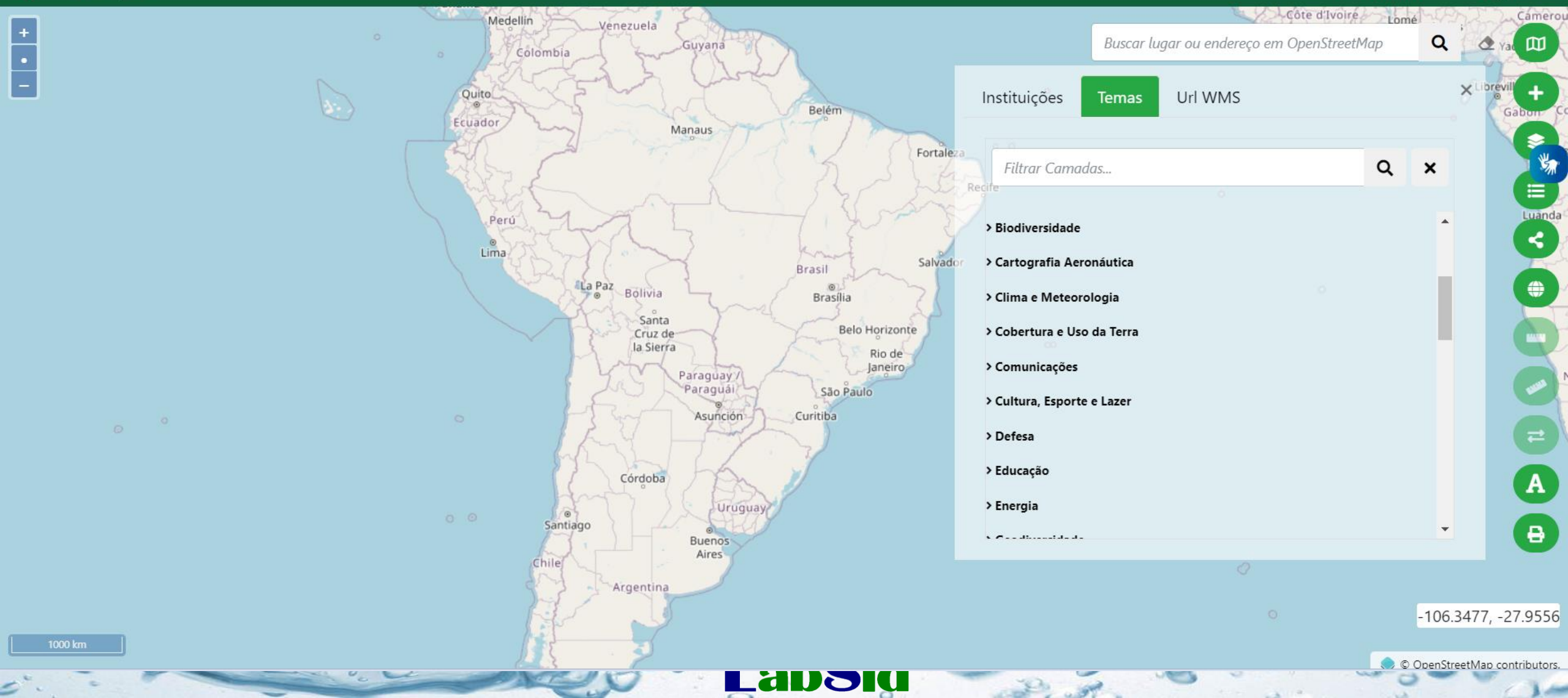
WMS (Web Map Service): define um geosserviço para uma representação visual dos dados espaciais em algum formato de imagem e não os dados em si. Estas representações serão geradas no formato de imagem, como JPEG, PNG e GIF ou em formato vetorial, como o *Scalable Vector Graphics* (SVG). Este padrão especifica como o cliente deve requisitar as informações para o servidor e como este deve responder ao cliente. As operações WMS podem ser realizadas a partir de um navegador web que fará a submissão das requisições sob a forma de uma URL.

Vetores

WFS (Web Feature Service): define um serviço para que clientes possam recuperar feições espaciais em formato GML. As operações WFS podem ser realizadas a partir de um navegador web que fará a submissão das requisições sob a forma de uma URL e este retornará os dados em si.

Raster

WCS (Web Coverage Service): define o acesso aos dados que representam fenômenos com variação contínua no espaço. Este serviço é especificado para



Google Earth Engine - GEE

68

Google Earth Engine

precipitation

Scripts Docs Assets

- NDVI-mean
- NDVI-min (copy)
- users/animellojr/Precipitation
 - Chuva-mensial
- users/animellojr/resexchico
 - Image Collection
 - ResexChicoMendes
 - NDVI_IPT
 - This folder is empty.
 - Selecao Imagem
 - SelecaoImagem
 - IPT_ndvi
 - NDVI-1
 - indice vegetation

Chuva-mensial

```
1 var pira = ee.FeatureCollection('users/animellojr/Piracicaba');
2
3 var trmm = ee.ImageCollection('TRMM/3B43V7')
4   .filterDate('2019-01-01', '2019-01-31')
5   .mean()
6   .clip(pira);
7
8 Map.addLayer(trmm, {bands: 'precipitation', min: 0.1754, max: 0.3897, palette: ['#eff
9
10 //Exportação da imagem//
11 var exporttrmm = trmm.select('precipitation')
12 Export.image.toDrive({
13   image: exporttrmm,
14   description: 'chuva_jan19',
15   folder: 'Gee',
16   fileNamePrefix: 'chuva pira jan19'.
17 }
```

Inspector Console Tasks

Search or cancel multiple tasks in the Task Manager

SUBMITTED TASKS

chuva_jan19	<1m
chuva_jan19	<1m
myExportImageTask	<1m
myExportImageTask	<1m
myExportImageTask	<1m
myExportImageTask	<1m
myExportImageTask	<1m

Mapa Satélite

Google

Atalhos do teclado Dados cartográficos ©2023 Google 20 km Termos de Uso Informar erro no mapa

Google Earth Engine

Scripts Docs Assets

NDVI-mean

NDVI-min (copy)

users/arimellojr/Precipitation

Chuva-mensal

users/arimellojr/resexchico

Image Collection

ResexChicoMendes

NDVI_IPT

This folder is empty.

Selecao Imagem

SelecaoImagem

IPT_ndvi

NDVI-1

indice vegetacao

precipitation

PLACES

RASTERS

TRMM 3B43: Monthly Precipitation

TRMM 3B42: 3-Hourly Precipitation

GSMaP Operational: Global Satellite

GSMaP Reanalysis: Global Satellite

OpenLandMap Precipitation Mon

GPM: Monthly Global Precipitation

GPM: Global Precipitation Measu

PERSIANN-CDR: Precipitation Est

more »

TABLES

WWF HydroATLAS Basins Level 1

Map of Brazil showing precipitation data over the state of São Paulo and surrounding areas. The map includes labels for cities like Bauru, Jau, Barra Bonita, and others. The Google logo is visible in the bottom left corner.

TRMM 3B43: Monthly Precipitation Estimates

DESCRIPTION BANDS TERMS OF USE CITATIONS

This collection is no longer being updated. See [IMERG monthly](#)

This dataset algorithmically merges microwave data from multiple satellites, including SSMI, SSMIS, MHS, AMSU-B and AMSR-E, each inter-calibrated to the TRMM Combined Instrument.

Algorithm 3B43 is executed once per calendar month to produce the single, best-estimate precipitation rate and RMS precipitation-error estimate field (3B43) by combining the 3-hourly merged high-quality/IR estimates (3B42) with the monthly accumulated Global Precipitation Climatology Centre (GPCC) rain gauge analysis.

All of the global precipitation datasets have some calibrating data source, which is necessary to control bias differences between contributing satellites. The multi-satellite data are averaged to the monthly scale and combined with the Global Precipitation Climatology Centre's (GPCC) monthly surface precipitation gauge analysis. In each case the multi-satellite data are adjusted to the large-area mean of the gauge analysis, where available (mostly over land), and then combined with the gauge analysis using a simple inverse estimated-random-error variance weighting. Regions with poor gauge coverage, like central Africa and the oceans, have a higher weighting on the satellite input.

See the [algorithm description](#) and the [file specification](#) for details.

Dataset Availability

1998-01-01T00:00:00 - 2019-12-01T00:00:00

Dataset Provider

[NASA GES DISC at NASA Goddard Space Flight Center](#)

Collection Snippet

```
ee.ImageCollection("TRMM/3B43V7")
```

See example

Tags

climate

geophysical

jaxa

nasa

precipitation

rainfall

Google Earth Engine - GEE

70

Google Earth Engine

precipitation

Scripts Docs Assets

- NDVI-mean
- NDVI-min (copy)
- users/arimellojr/Precipitation
 - Chuva-mensal
- users/arimellojr/resexchico
 - Image Collection
 - ResexChicoMendes
 - NDVI-IPT
 - This folder is empty.
 - Selecao Imagem
 - SelecaoImagem
 - IPT_ndvi
 - NDVI-1
 - indice vegetation

Chuva-mensal

```
1 var pira = ee.FeatureCollection('users/arimellojr/Piracicaba');
2
3 var trmm = ee.ImageCollection('TRMM/3B43V7')
4   .filterDate('2019-01-01', '2019-01-31')
5   .mean()
6   .clip(pira);
7
8 Map.addLayer(trmm, {bands: 'precipitation', min: 0.1754, max: 0.3897},
9
10 //Exportação da imagem//
11 var exporttrmm = trmm.select('precipitation')
12 Export.image.toDrive({
13   image: exporttrmm,
14   description: 'chuva_jan19',
15   folder: 'Gee',
16   fileNamePrefix: 'chuva pira jan19'.
17 }
```

Map showing precipitation data over a region in Brazil, with labels for cities like São Carlos, Bauru, Piracicaba, and São Paulo.

Task: Initiate image export

Task name (no spaces) *

chuva_jan19

Coordinate Reference System (CRS)

EPSG:3857

Scale (m/px)

500

DRIVE

CLOUD STORAGE

EE ASSET

Drive folder

Gee

Filename *

chuva_pira_jan19

File format *

GEO_TIFF

CANCEL

RUN



Fim



LabSid