

**GSA-5859**

# **SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA EM SOFTWARE LIVRE**

CARLOS HENRIQUE GROHMANN

INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE - USP

---

## **Interpolação**

# INTERPOLAÇÃO

- ▶ Estimar o valor de uma variável em locais sem amostragem, dentro de uma área que contém observações dessa variável.
- ▶ *Near things are more related than distant things* (1ª lei da geografia de Tobler, 1970)

# INTERPOLAÇÃO

## ▶ Aplicações

- ▶ cálculo de isolinhas para representação de superfícies
- ▶ calcular o valor de uma superfície em um dado ponto
- ▶ gerar representações contínuas (superfícies) a partir de dados discretos (pontos amostrais)
- ▶ Modelos Digitais de Terreno (MDT)

## ▶ Resultado

- ▶ Grade regular de pontos
- ▶ Grade irregular triangulada

# INTERPOLAÇÃO

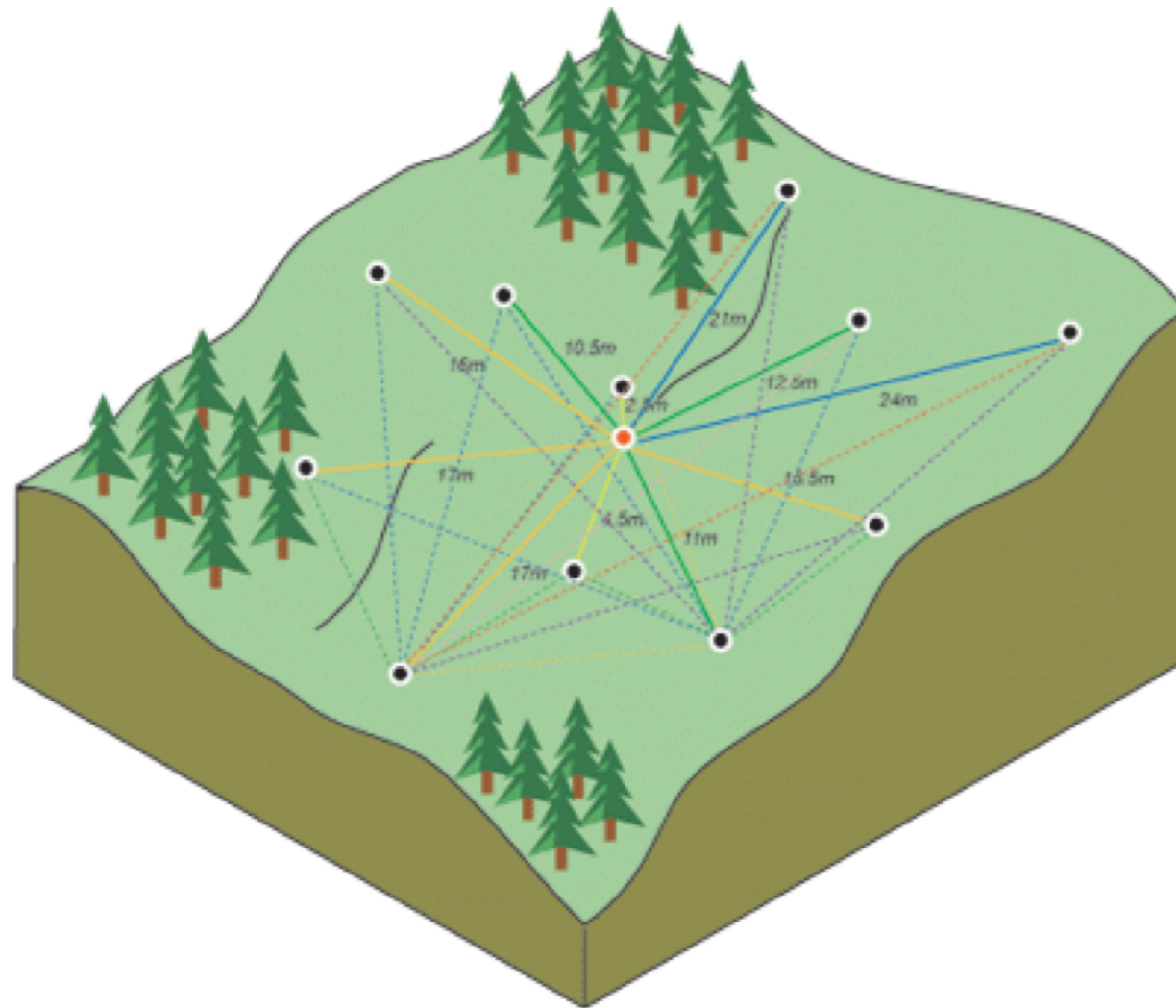


13	14	16	20	23
14	14	16	19	24
18	16	16	18	22
24	22	19	19	21
30	27	23	20	20



# INTERPOLAÇÃO

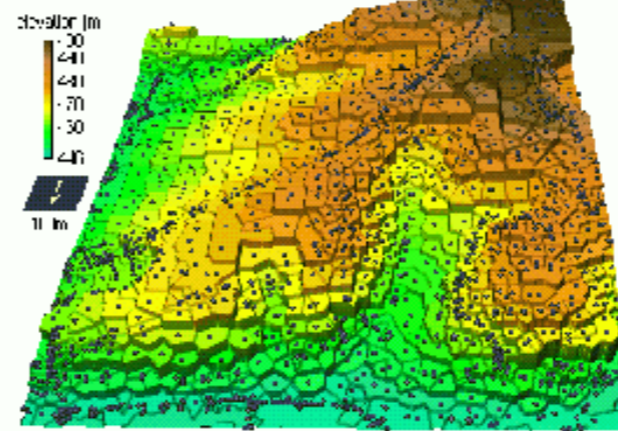
- ▶ gerar representações contínuas (superfícies) a partir de dados discretos (pontos amostrais)



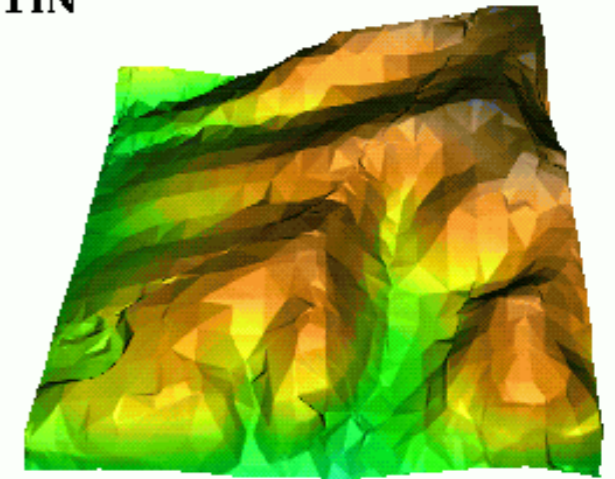
# TIPOS DE INTERPOLAÇÃO

## Spatial interpolation of a DEM in GIS

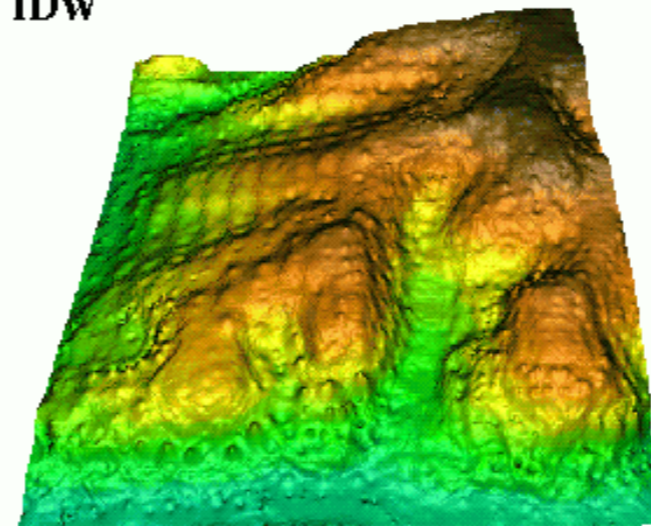
Voronoi diagr.



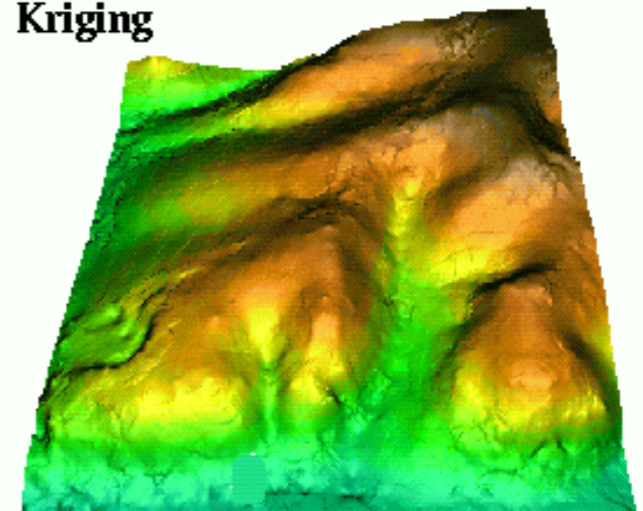
TIN



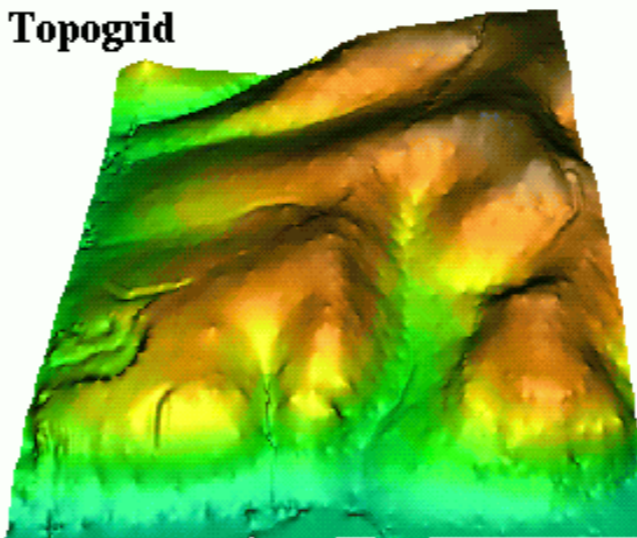
IDW



Kriging



Topogrid



RST

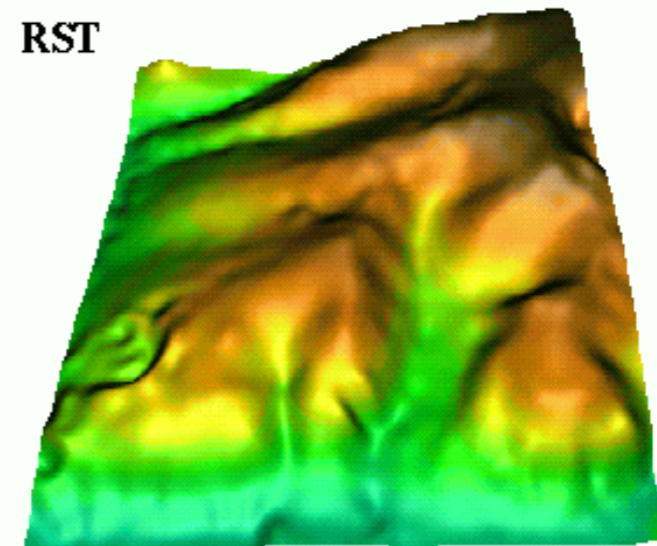


Figure 2. Bivariate interpolation methods available in GIS applied to computation of a 2m resolution DEM from scattered point measurements.

# INTERPOLAÇÃO

## ▶ Global

- ▶ uma única função matemática é mapeada por toda a área de interesse
- ▶ uma mudança em um valor pontual altera todo o mapa
- ▶ produzem superfícies mas suaves

## ▶ Local

- ▶ a função é aplicada a um pequeno grupo de pontos por vez
- ▶ alterar um valor altera apenas sua vizinhança

# INTERPOLAÇÃO

- ▶ **Exata**

- ▶ honra os valores originais, ou seja, a superfície passa exatamente sobre os pontos

- ▶ **Aproximada**

- ▶ dá margem a uma variação da superfície interpolada com relação aos dados originais
- ▶ leva em conta eventuais erros ou incertezas dos valores originais

# INTERPOLAÇÃO C/ VARIAÇÃO ABRUPTA

- ▶ **Ex. Falhas**
  - ▶ descontinuidades que marcam mudanças bruscas na superfície
  - ▶ nem todos os programas conseguem fazer

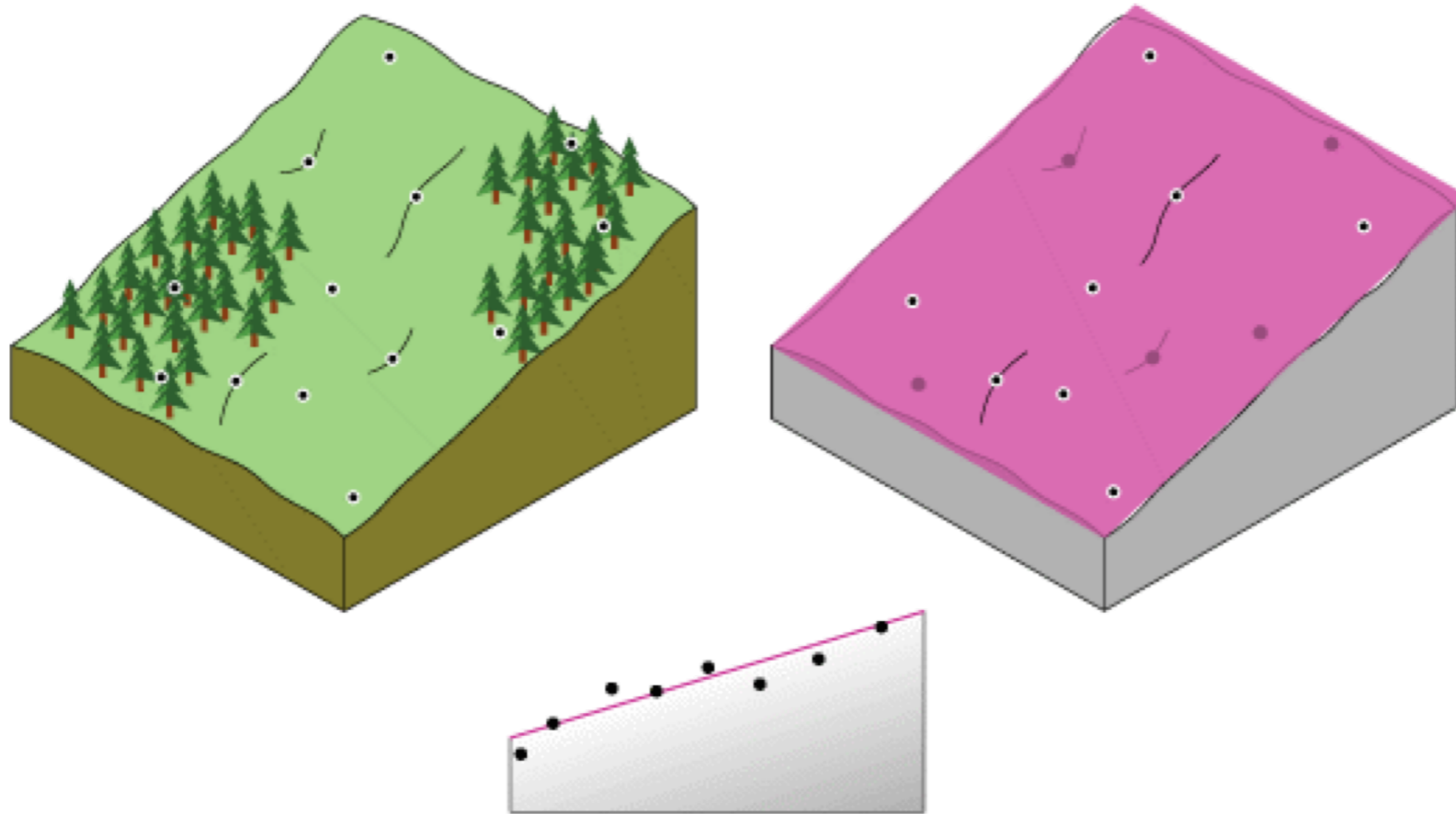
# INTERPOLAÇÃO MANUAL

- ▶ Valores “calculados” por interpolação linear (régua)
- ▶ Tende a honrar os valores originais
- ▶ Permite aplicar conhecimento acumulado por experiência
- ▶ Mudanças abruptas (falhas) mais facilmente modeladas



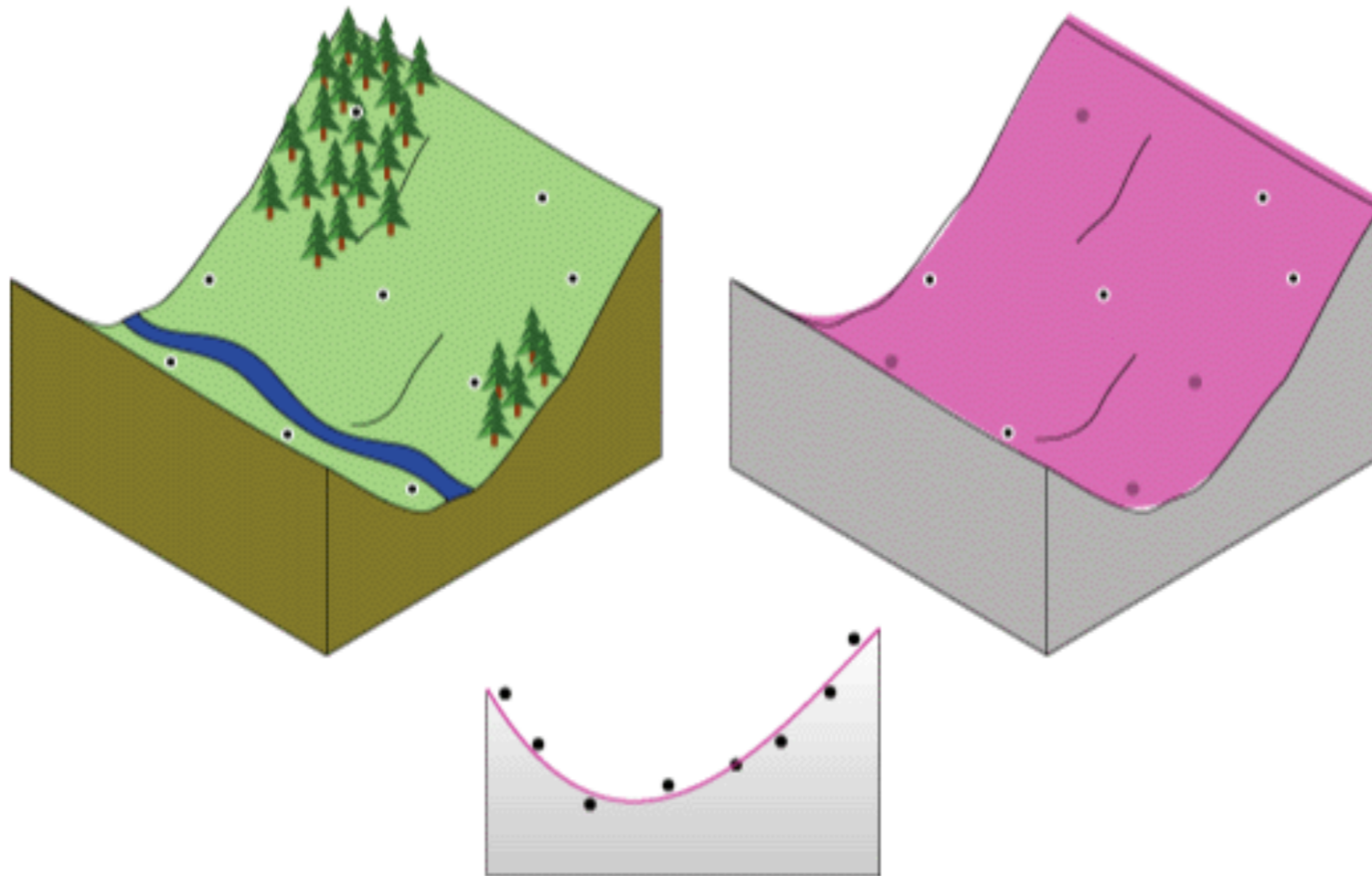
# INTERPOLAÇÃO GLOBAL

- ▶ **Superfícies de Tendência**
  - ▶ Ajusta uma superfície polinomial (tendência) a todos os pontos.



# INTERPOLAÇÃO GLOBAL

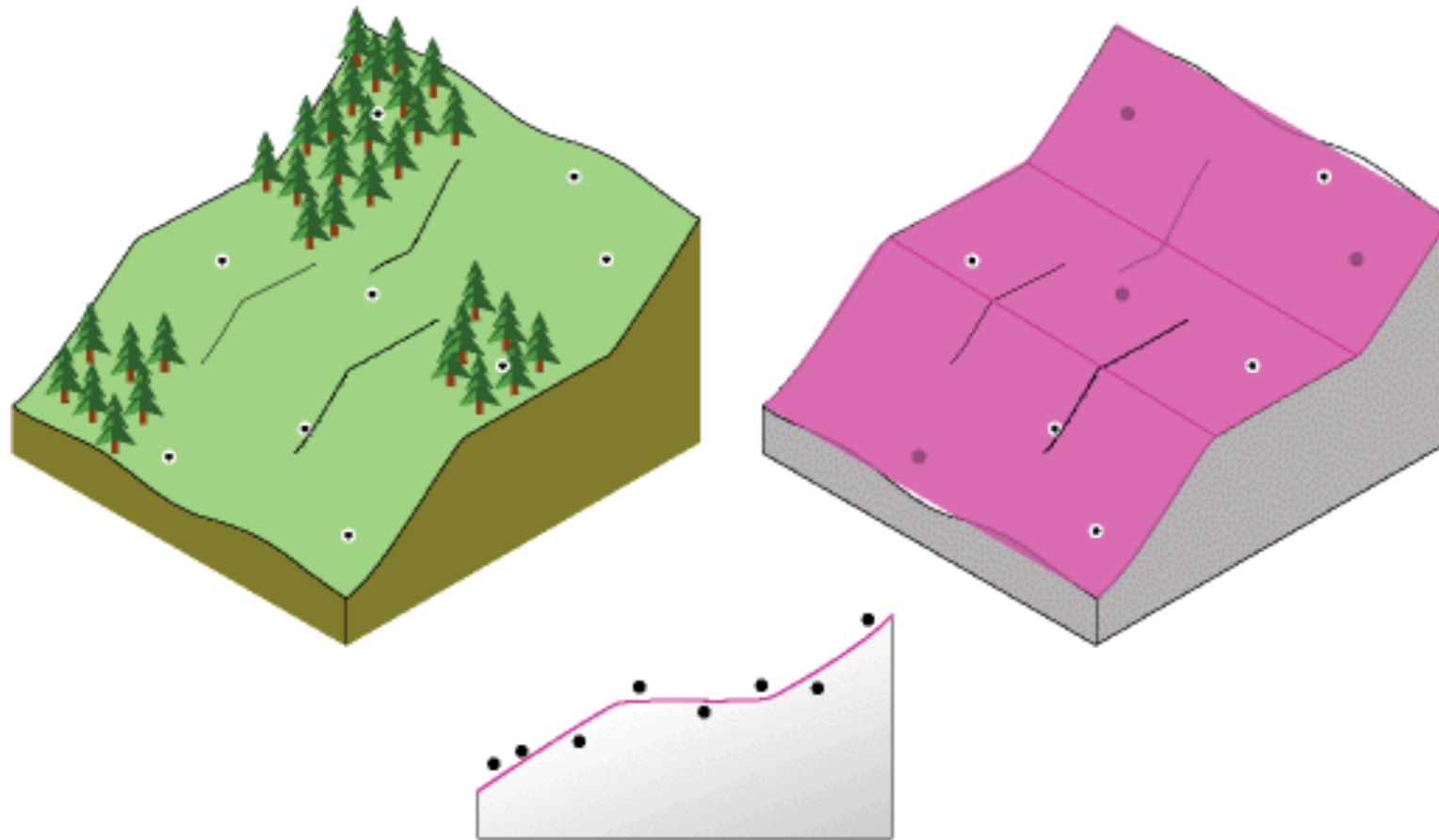
- ▶ **Superfícies de Tendência**
  - ▶ Ajusta uma superfície polinomial (tendência) a todos os pontos.





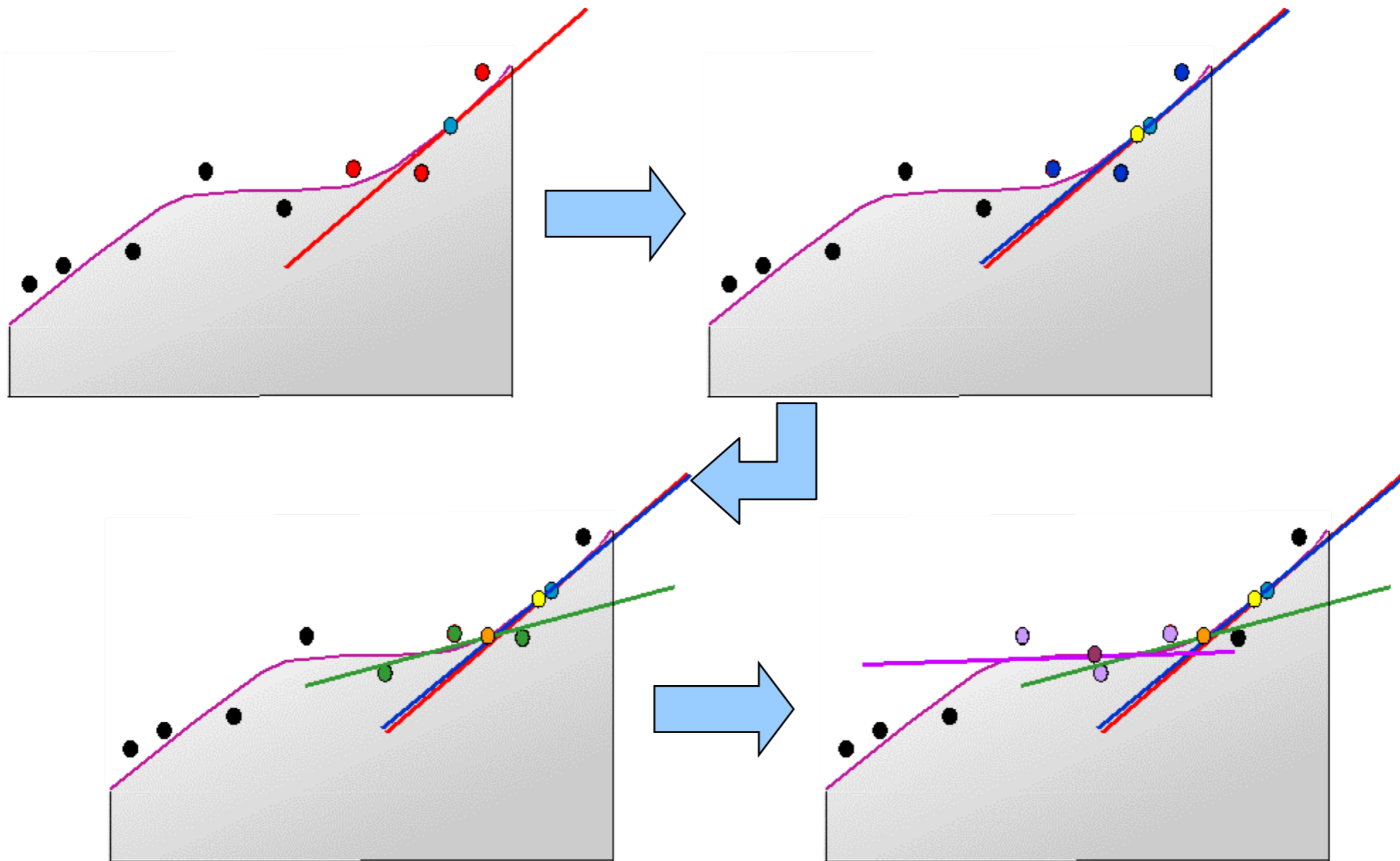
# INTERPOLAÇÃO GLOBAL

- ▶ **Superfícies de Tendência**
  - ▶ Ajusta uma superfície polinomial (tendência) a todos os pontos.



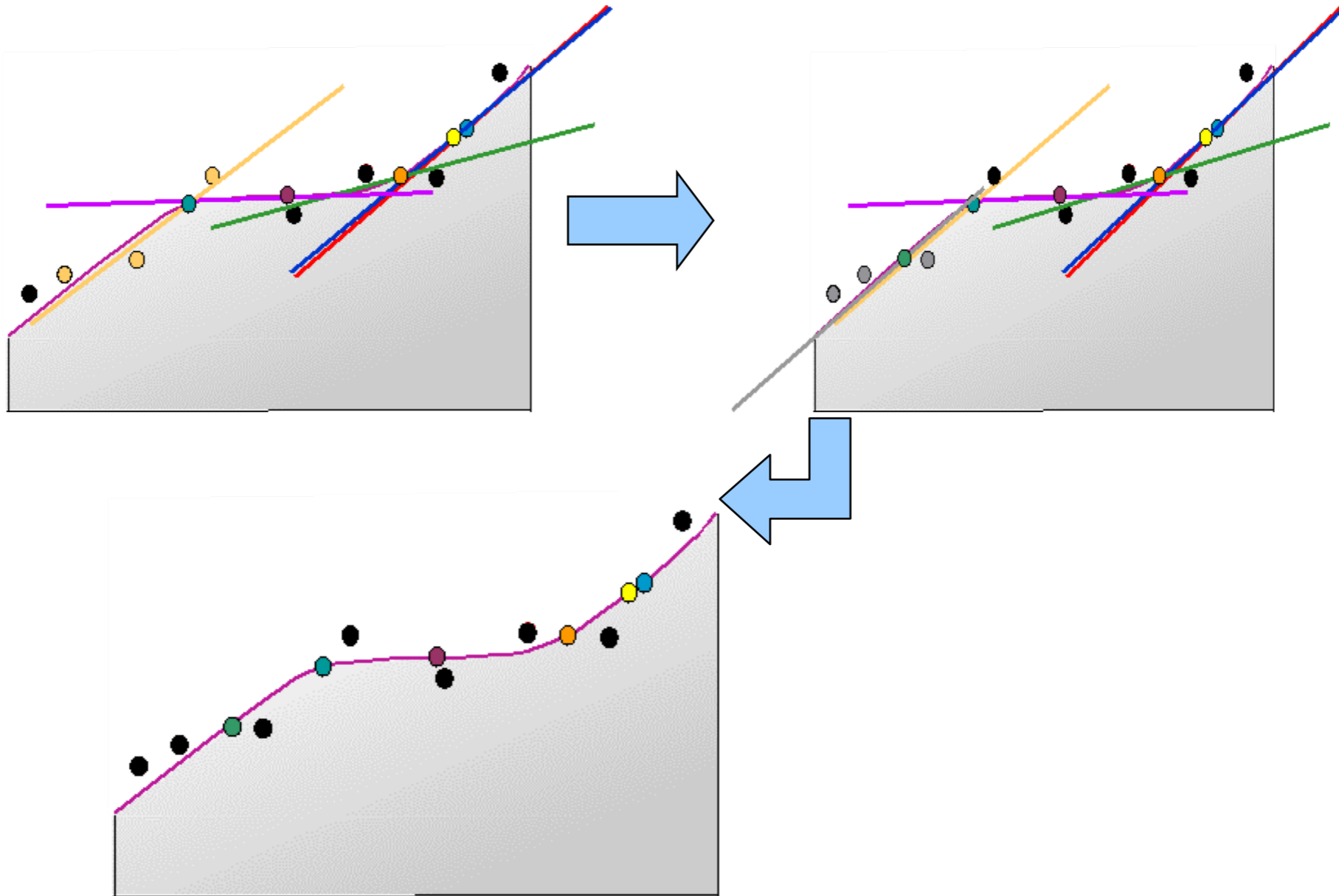
# INTERPOLAÇÃO GLOBAL

## ► Polinomiais Locais (1)



# INTERPOLAÇÃO GLOBAL

## ► Polinomiais Locais (2)

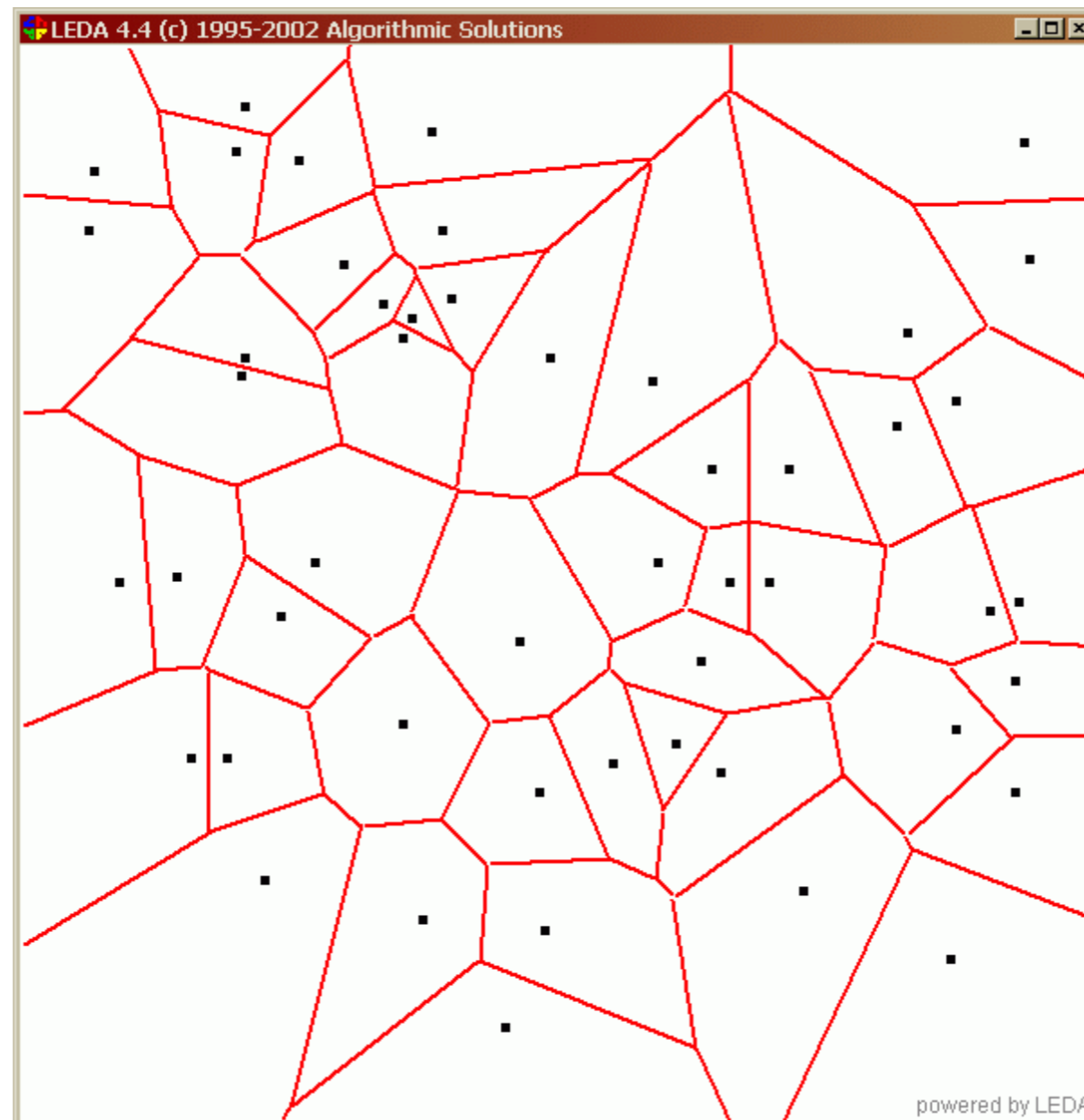


# TRIANGULAÇÃO DE DELAUNAY

- ▶ **Polígonos Thiessen / Voronoi / Dirichlet**
  - ▶ O diagrama de Voronoi é uma estrutura geométrica que representa a informação sobre a proximidade de um conjunto de objetos.
  - ▶ Para um conjunto de objetos, o plano é particionado ao designar o objeto mais próximo de cada ponto do diagrama. Pontos com mais de um objeto mais próximo (estão na metade do caminho) formam o diagrama.

# TRIANGULAÇÃO DE DELAUNAY

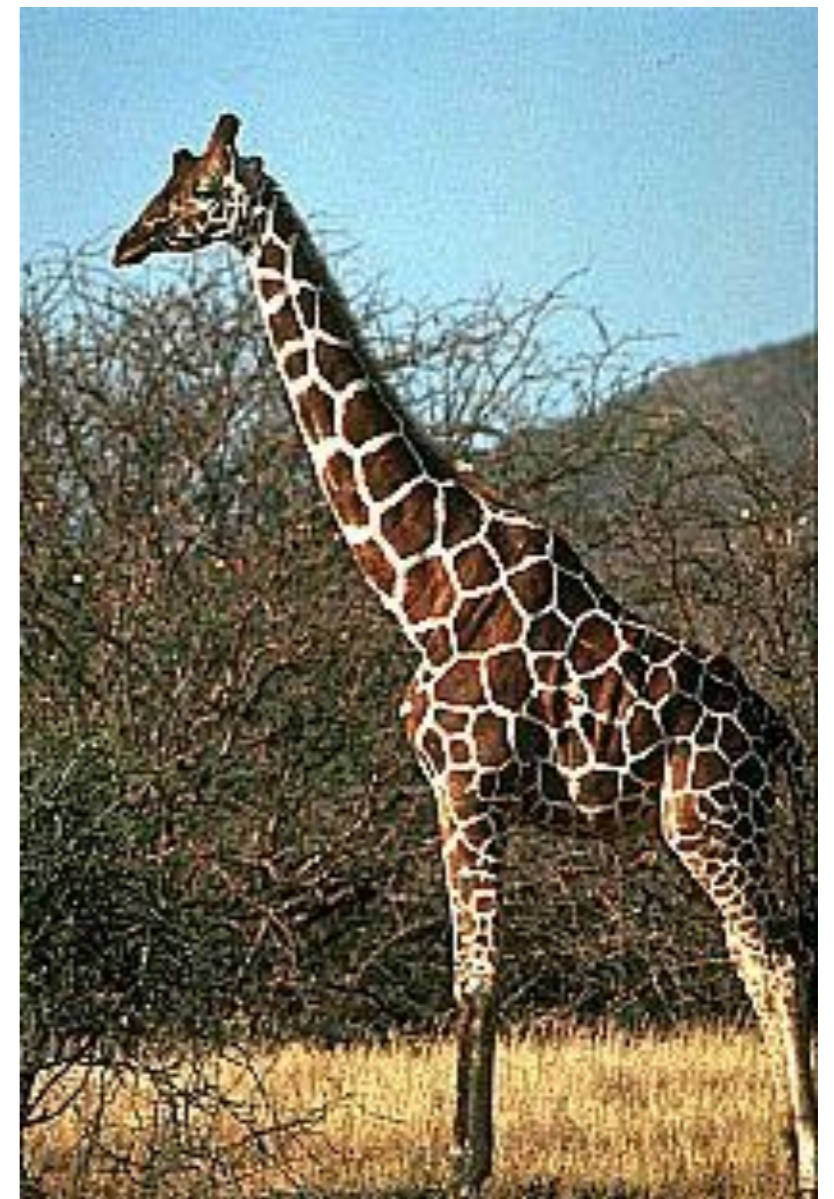
- ▶ Polígonos Thiessen / Voronoi / Dirichlet





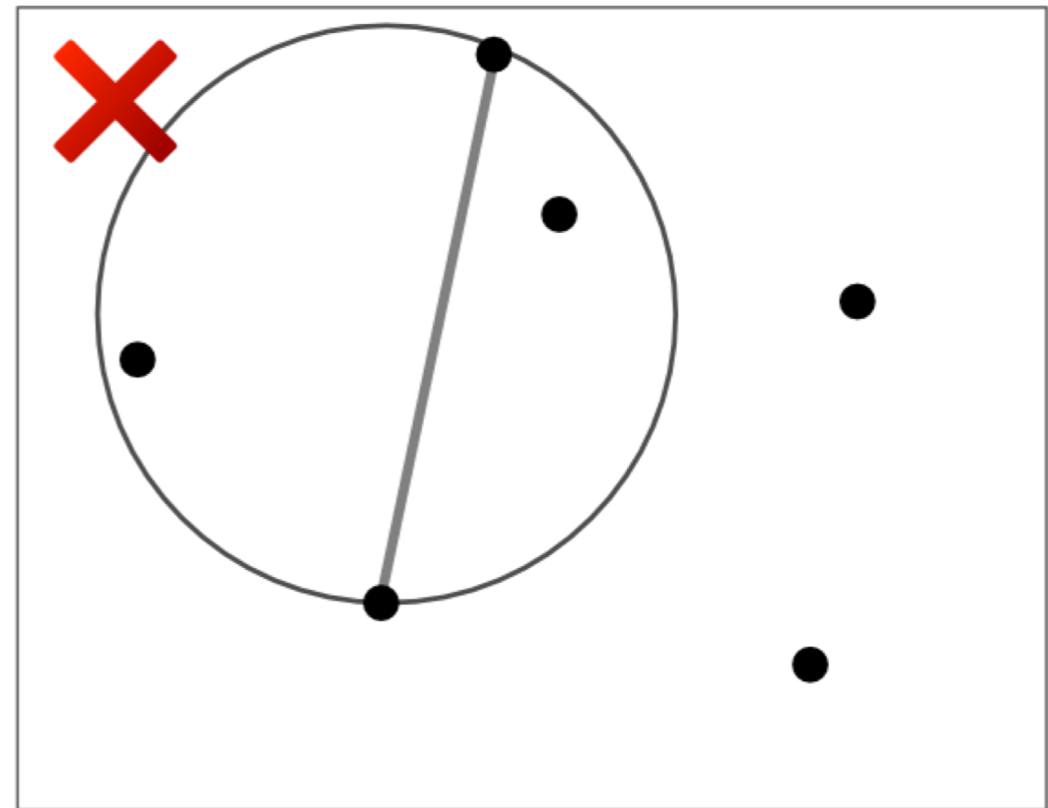
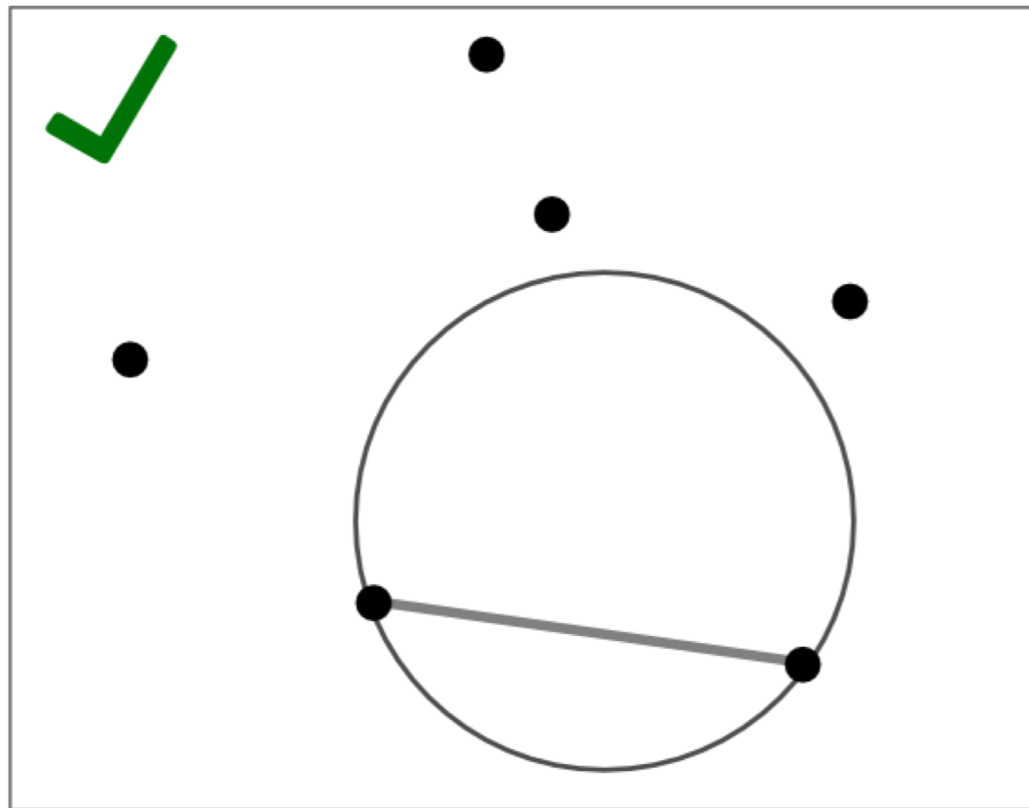
# TRIANGULAÇÃO DE DELAUNAY

- ▶ Polígonos Thiessen / Voronoi / Dirichlet

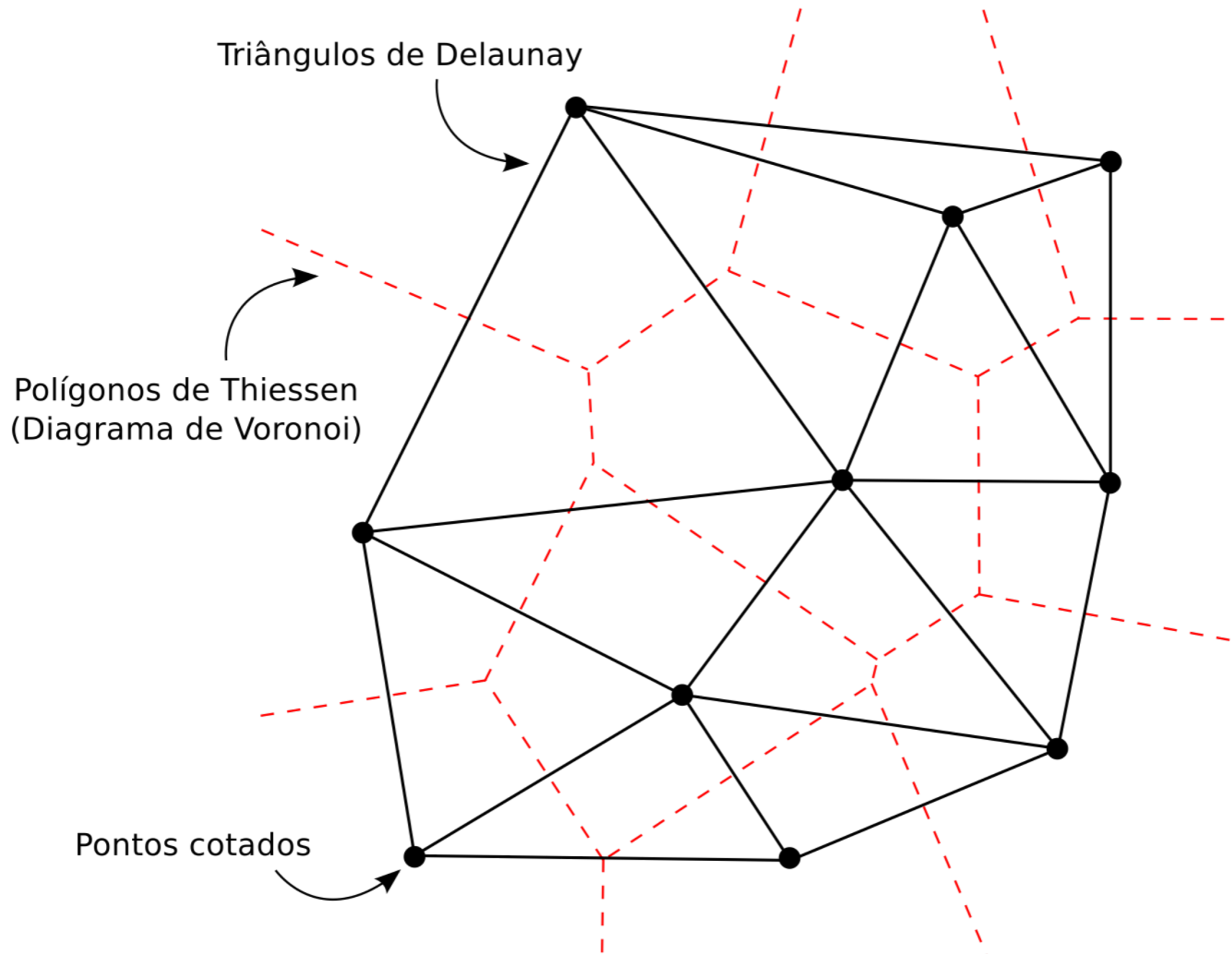


# TRIANGULAÇÃO DE DELAUNAY

- ▶ A triangulação de Delaunay de um conjunto de pontos é uma coleção de arestas que satisfazem uma propriedade de “círculo vazio”: para cada aresta podemos encontrar um círculo que contem os vértices da aresta mas não outros pontos do conjunto.

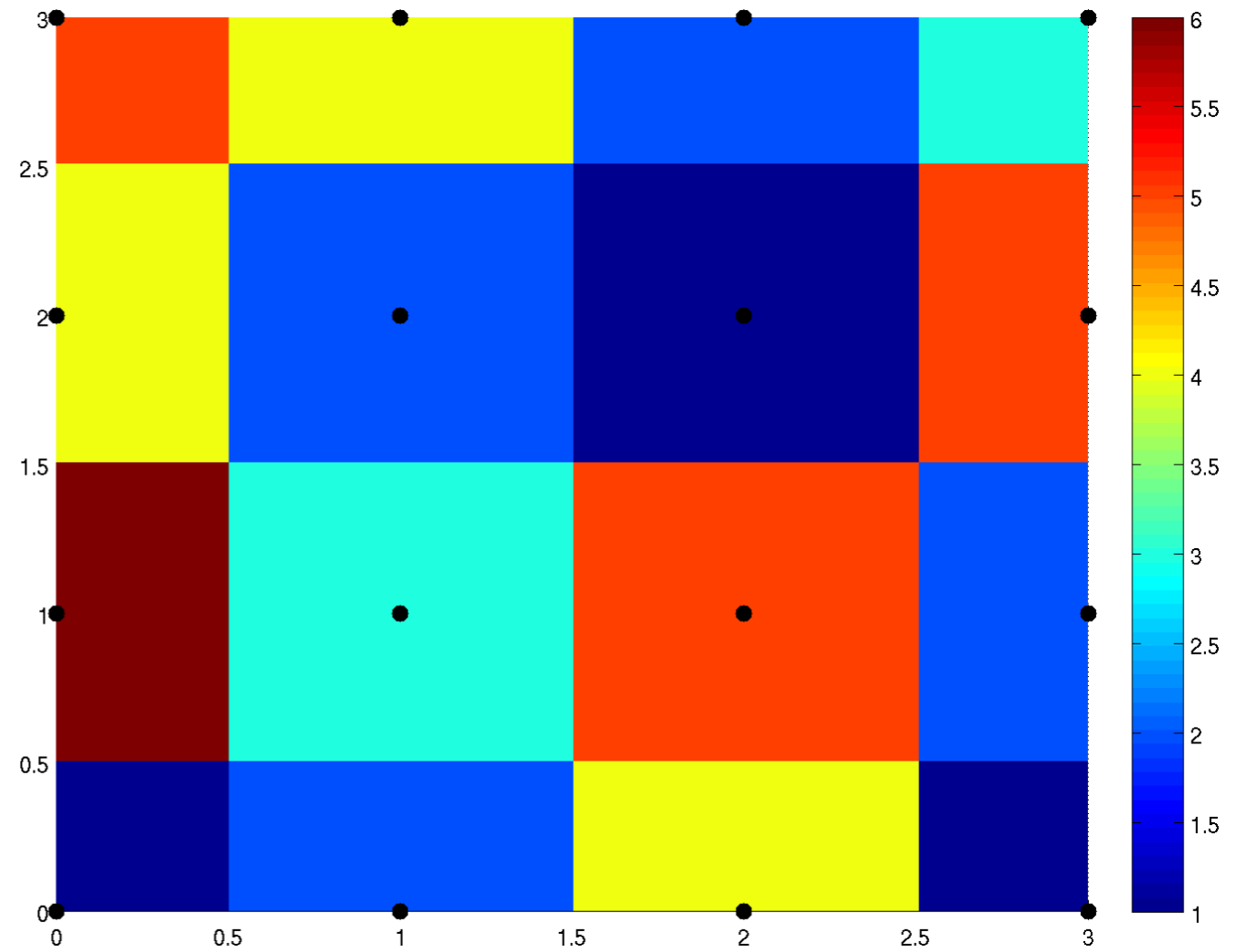
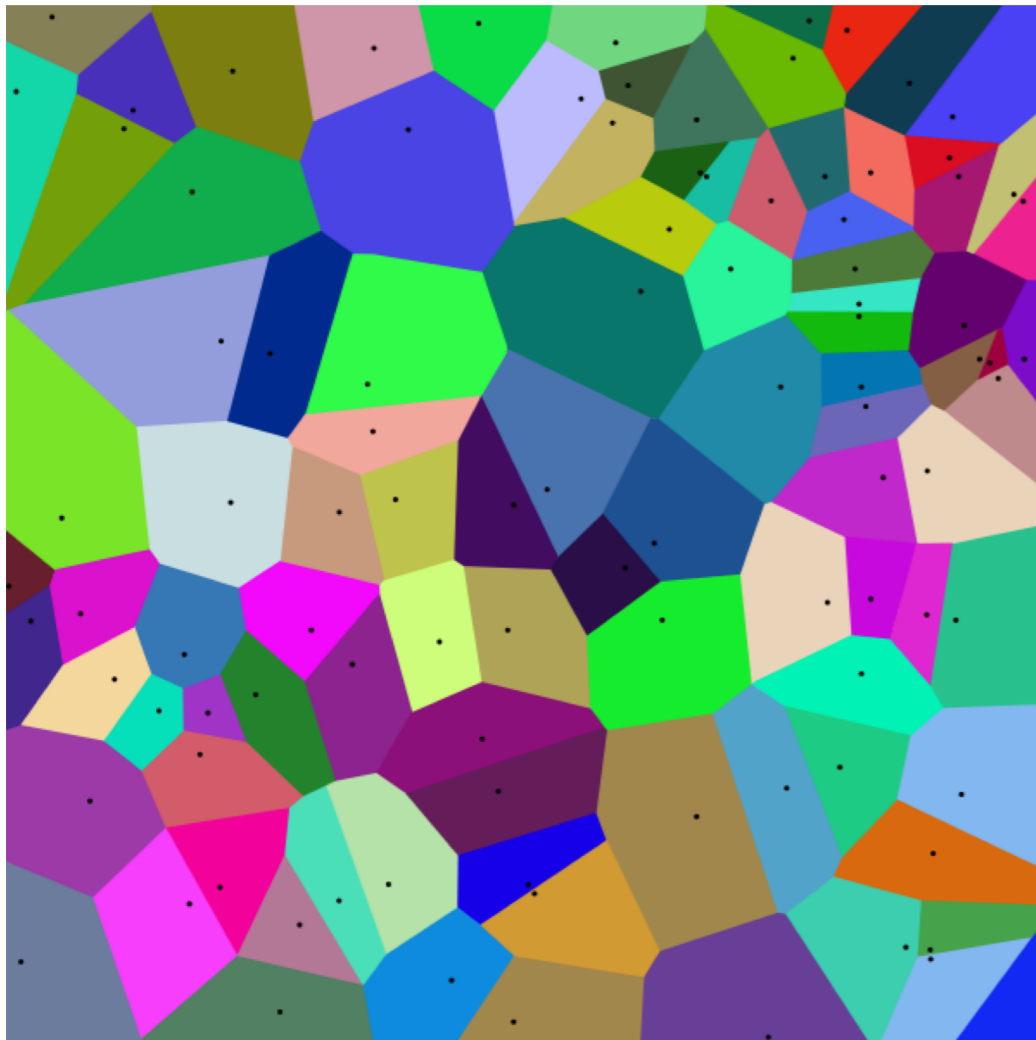


# TRIANGULAÇÃO DE DELAUNAY



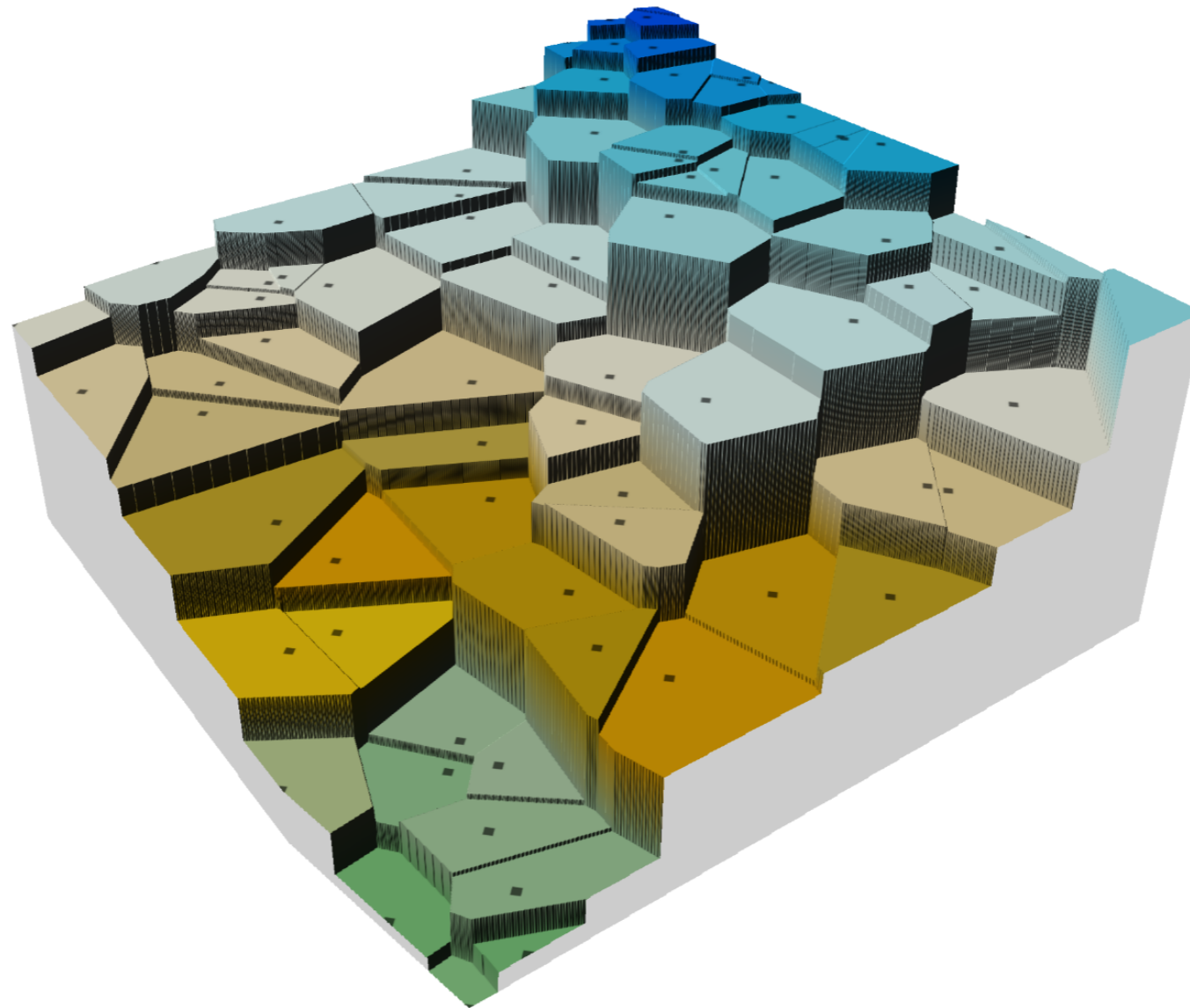


# TRIANGULAÇÃO DE DELAUNAY



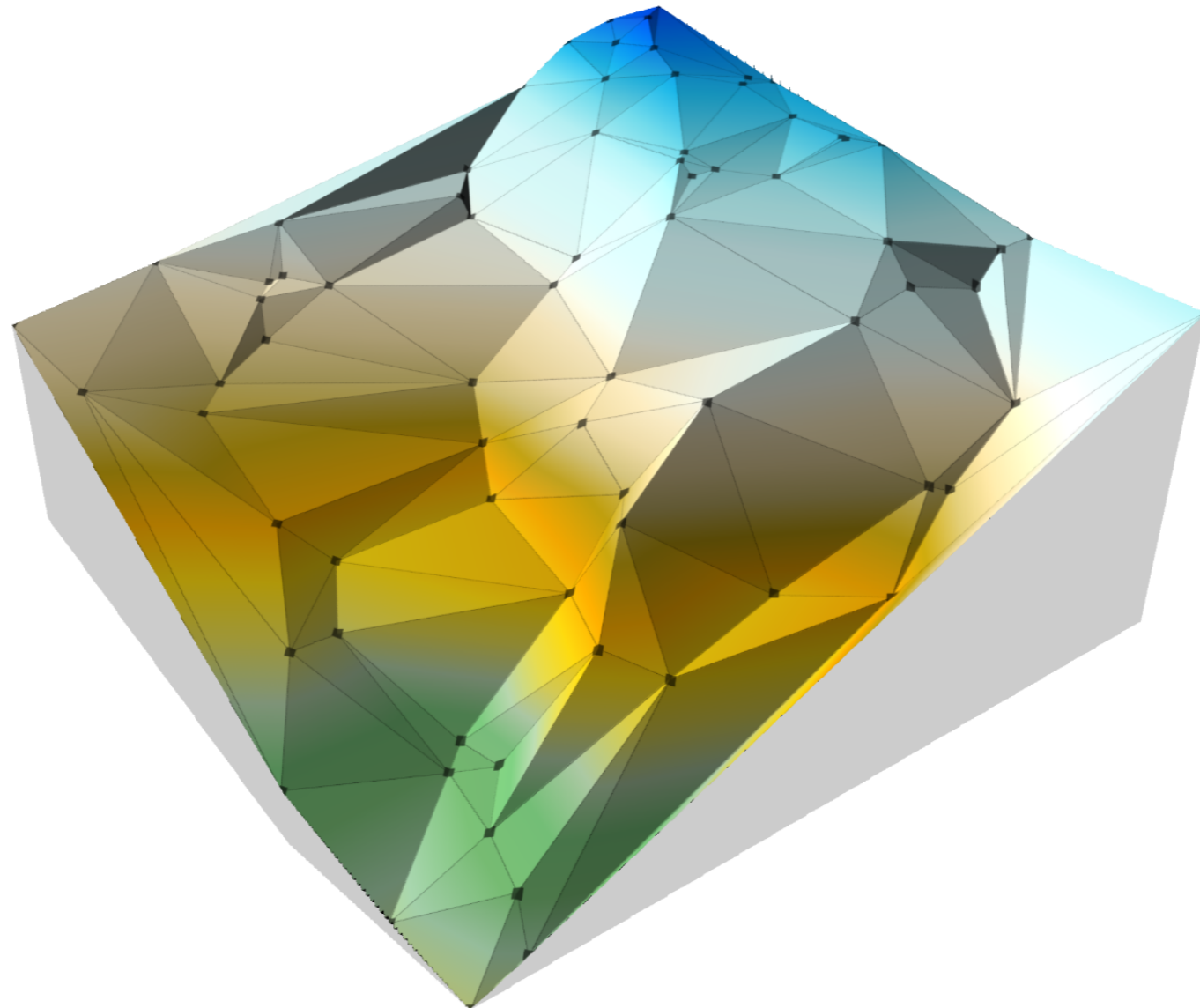
# TRIANGULAÇÃO DE DELAUNAY

- ▶ Polígonos de Voronoi (interpolação por vizinho mais próximo)

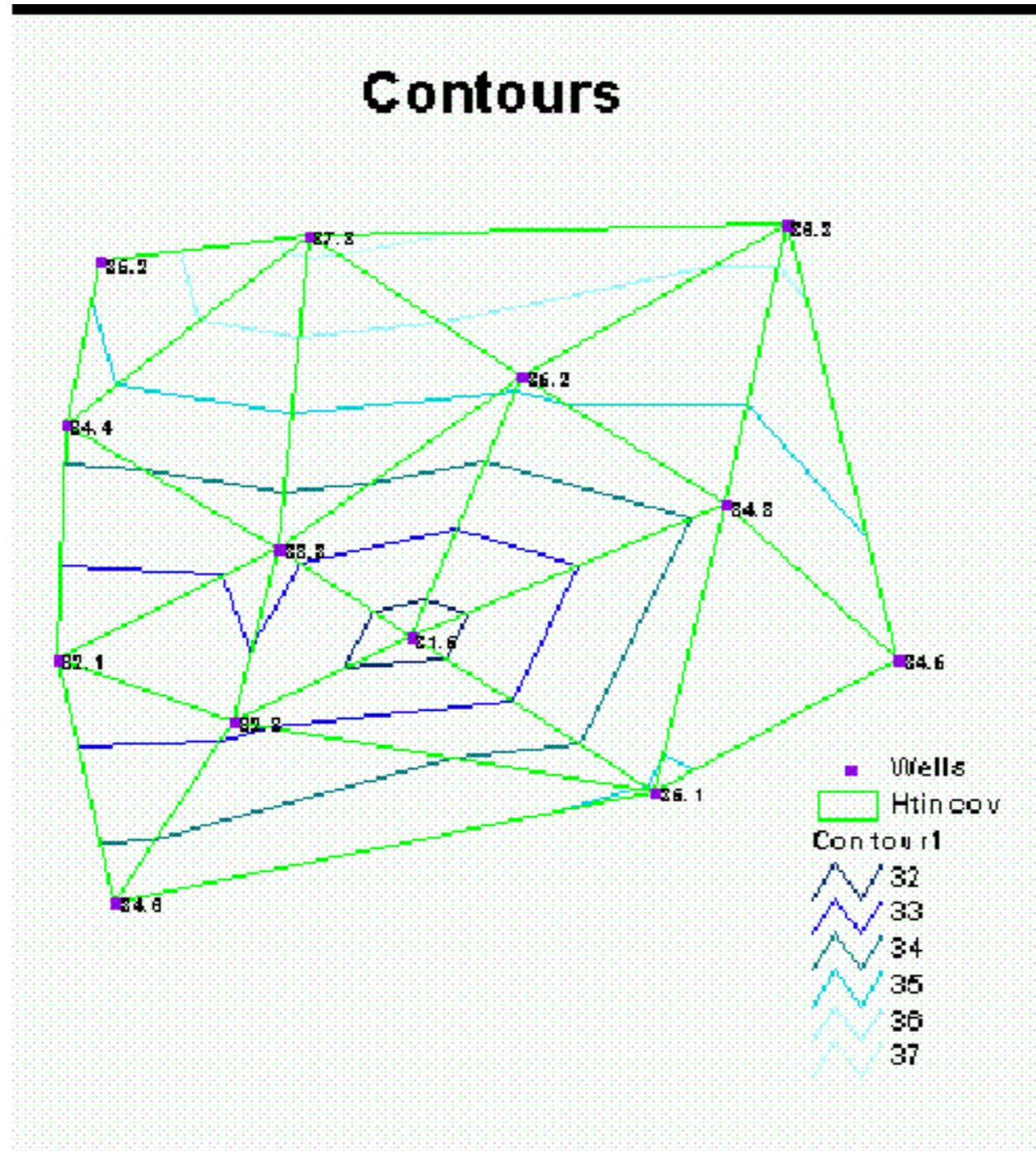


# TRIANGULAÇÃO DE DELAUNAY

- ▶ Interpolação por Triangulação (TIN)



# TRIANGULAÇÃO DE DELAUNAY – CONVEX HULL

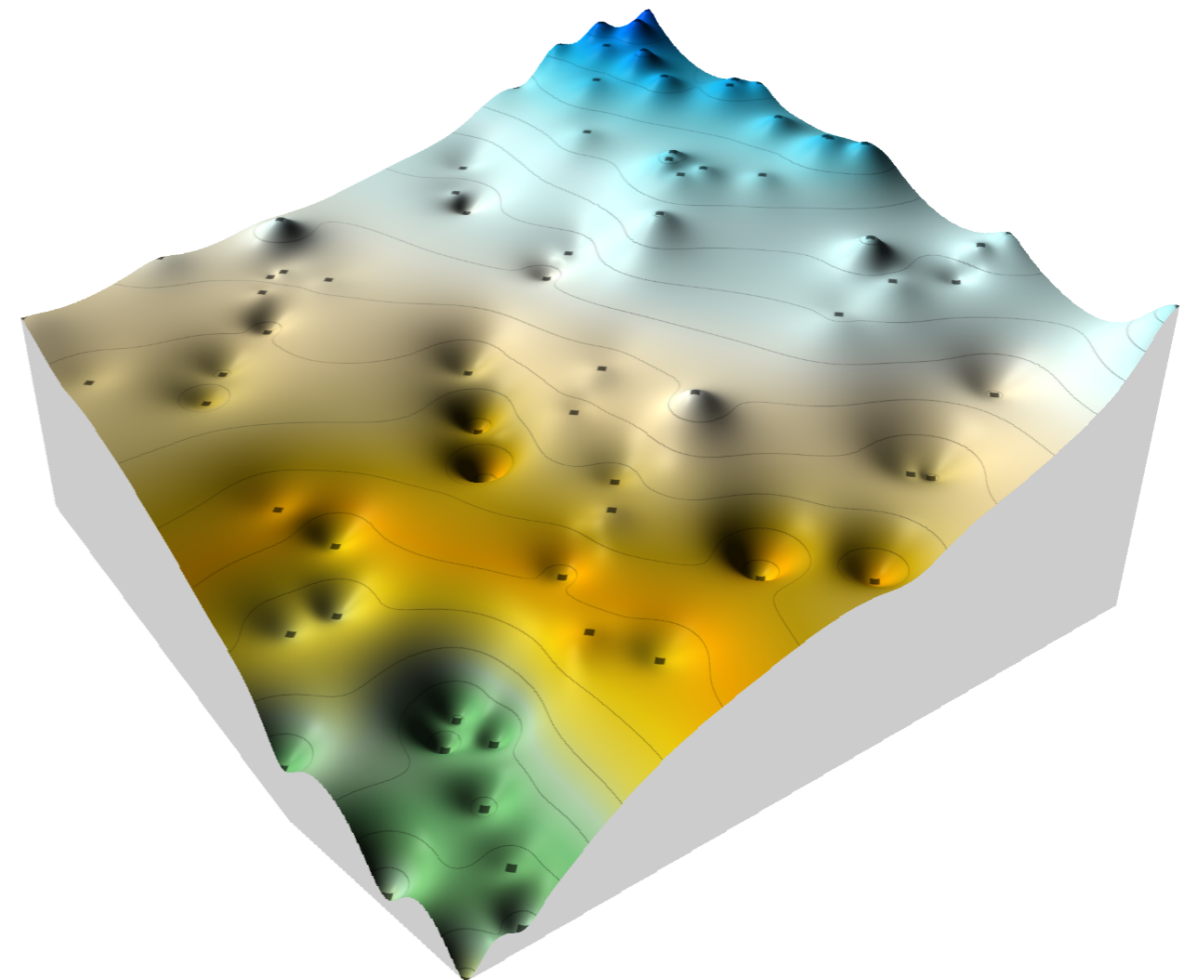
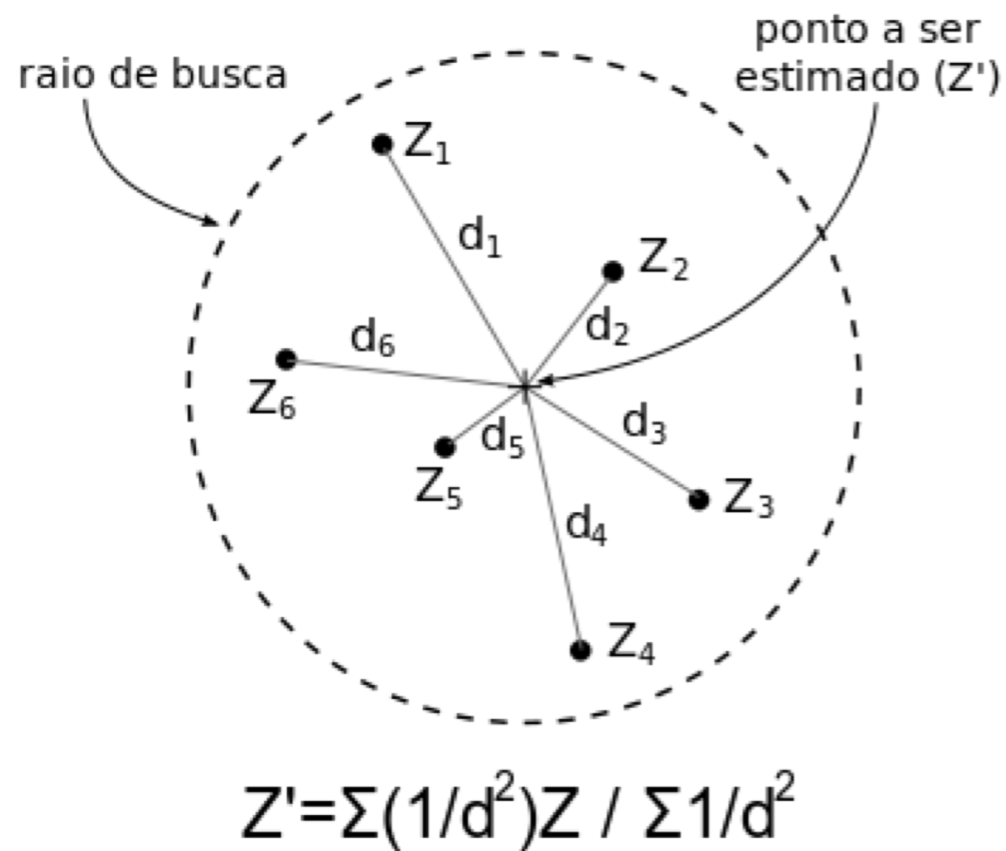


## FUNÇÕES DE BASE RADIAL (RBF)

- ▶ Determinam o valor por uma média ponderada dos valores originais, dentro de um raio.
- ▶ Cada função implementa uma maneira diferente de determinar o peso.
- ▶ Podem calcular valores além do mínimo e máximo dos dados originais.
- ▶ As RBFs podem ser vistas como uma tentativa de se esticar uma membrana por todos os pontos, ao mesmo tempo em que se busca minimizar a curvatura dessa membrana.
  - ▶ Thin-plate spline
  - ▶ Spline / Regularized spline with Tension
  - ▶ Multiquadric functions

# RBF – INVERSO DA POTÊNCIA DA DISTÂNCIA

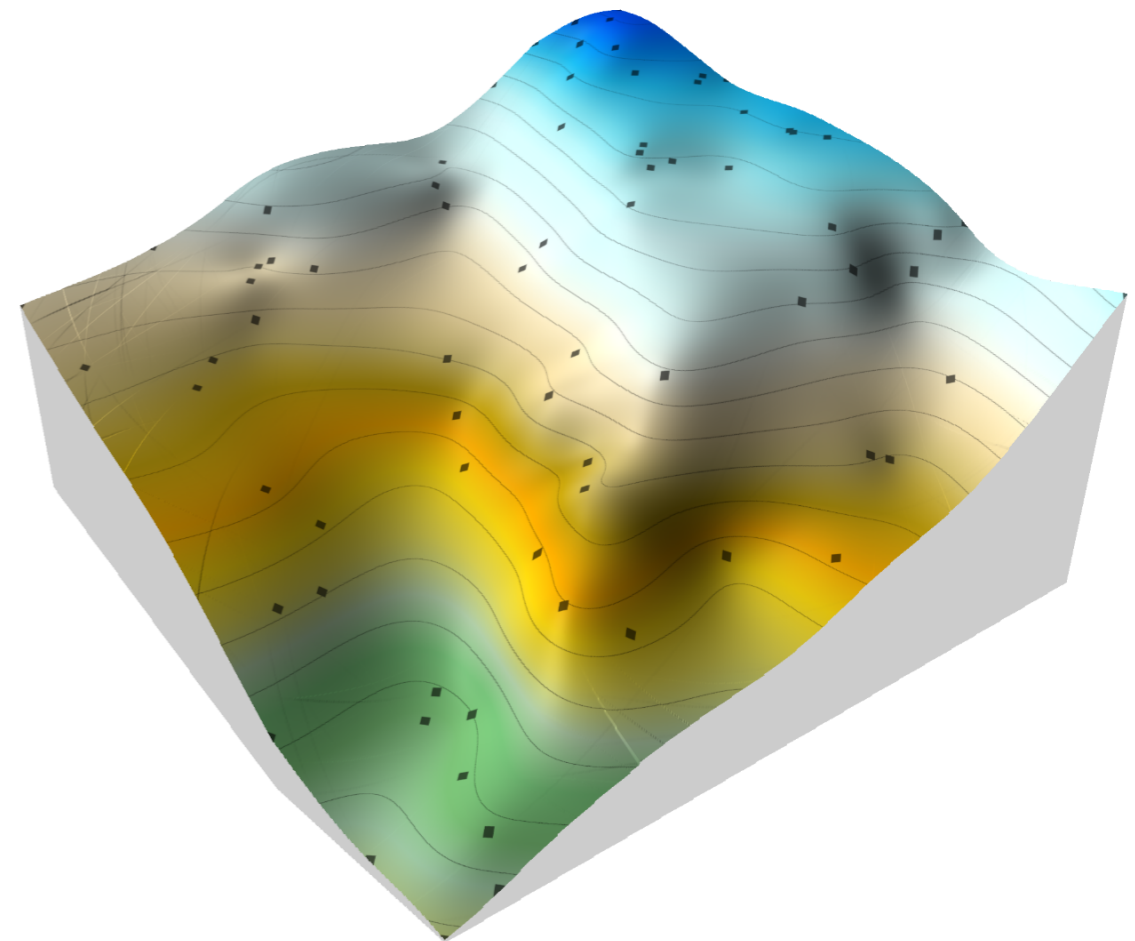
- ▶ Inverse Distance Weighting (IDW)
  - ▶ Inverso do Quadrado da Distância (IQD)





## RBF – SPLINES

- ▶ Funções polinomiais locais (entre pontos de controle)
- ▶ Representação matemática de aparelhos usados para engenharia naval e aeronáutica
- ▶ Exata ou Aproximada
  - ▶ **TPS: Thin Plate Spline**
  - ▶ **RST: Regularized Spline with Tension**



## RBF – KRIGAGEM

- ▶ **Geoestatística**
- ▶ desenvolvido para mineração
- ▶ baseado em “variáveis regionalizadas”
  - ▶ taxa de variação da variância entre pontos amostrais sucessivos (variograma)
- ▶ o variograma é usado para determinar o peso de cada ponto de acordo com a distância
- ▶ envolve pré-análise dos dados e modelagem estatística do variograma
- ▶ permite trabalhar com anisotropia dos dados



# RBF - KRIGAGEM

