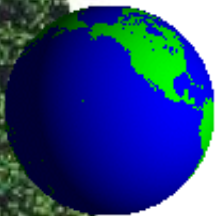


Geoprocessamento –

Estruturas de Dados Espaciais: Vetorial X Raster

Os slides desta apresentação foram elaborados pelo Eng. Agr. M.Sc. Pedro Otávio Felipe e Eng. Agr. M.Sc. Junior Giroto, quando alunos do Programa de Pós Graduação em Geomática, como atividade didática



Estrutura da Aula



✓ **Introdução;**

✓ **Aquisição de Dados;**

✓ **Modelo Vetorial;**

- Definição;
- Características;
- Estrutura;
- Exemplo de Aplicação;

✓ **Modelo Raster;**

- Definição;
- Características;
- Estrutura;
- Exemplo de Aplicação;

✓ **Vetorial x Raster.**

1 - Introdução

Os dados geográficos descrevem os objetos do mundo real, a partir de (Barbosa, 1997):

- ✓ Localização geográfica - posição em relação a um sistema de coordenadas conhecidas;
- ✓ Relacionamentos espaciais ou topológicos - relações espaciais com outros objetos;
- ✓ Atributos temáticos - propriedades medidas ou observadas.

Para que ocorra a correta sobreposição entre as camadas, é necessário que elas possuam **projeção cartográfica, sistema de coordenadas e datum** comuns e tenham sido geradas em escalas próximas.



1 - Introdução

➤ **Dados Georreferenciados:**

- a) A descrição da entidade geográfica que cada dado representa;
- b) A localização geográfica da entidade que o dado representa;
- c) Relacionamento entre a entidade geográfica com outras entidades representadas no sistema;
- d) Momento ou intervalo de tempo em que a entidade geográfica existe ou é válida.



1 - Introdução

As camadas são compostas por uma coleção de elementos geográficos, denominados também como **entes**, **entidades espaciais** ou **objetos**, relacionados a um único tema ou uma classe de informação.

Conceitualmente, em uma única camada **não** devem existir elementos que se sobreponham espacialmente, pois como a camada contém elementos de um único tema, não é correto que um elemento pertença a duas classes do mesmo tema simultaneamente. Por exemplo, um elemento não pode pertencer a ambas as classes **floresta** e **área urbana**, em um mapa de uso e cobertura do solo.



1 - Introdução

relações espaciais

percebidas



pelo leitor

sistemas computacionais

arquivos digitais



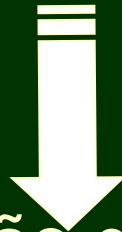
1 - Introdução

Os fenômenos relacionados ao mundo real podem ser descritos de três maneiras:

ESPACIAL

TEMPORAL

TEMÁTICA



Quando as variações são detectadas através de mudanças de características (geologia, cobertura vegetal, densidade demográfica, ocupação do solo)



1 - Introdução

Os dados espaciais, em diferentes **ESCALAS** e **RESOLUÇÕES**, podem ser codificados em:

Representações
Analógicas

Representações
Digitais

Codificação das entidades espaciais em
Disposição das entidades espaciais em **papel**
linguagem binária, portanto em formato
adequado para serem armazenadas
em **computadores**

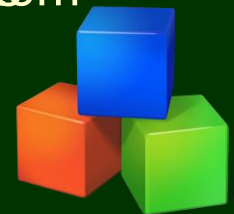


1 - Introdução

Os processos envolvidos na transformação de dados analógicos em dados digitais são, coletivamente, conhecidos como:

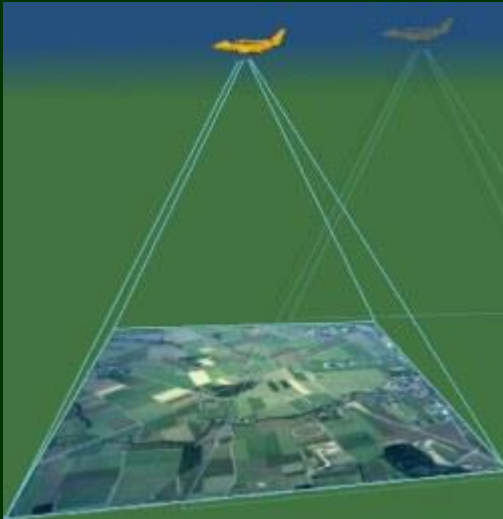


Com a digitalização das unidades a serem pesadas, sempre se tem a uma generalização e caracterização de cada qualidade de dados que têm **INCERTEZAS** e **IMPRECISÕES**



2 – Aquisição de dados

Fotogrametria



Imagens de Satélite



GPS



Mapas Analógicos



2 – Aquisição de dados

As descrições dos fenômenos relacionados ao mundo real podem ser arquivadas ora como dados, ora como informações.

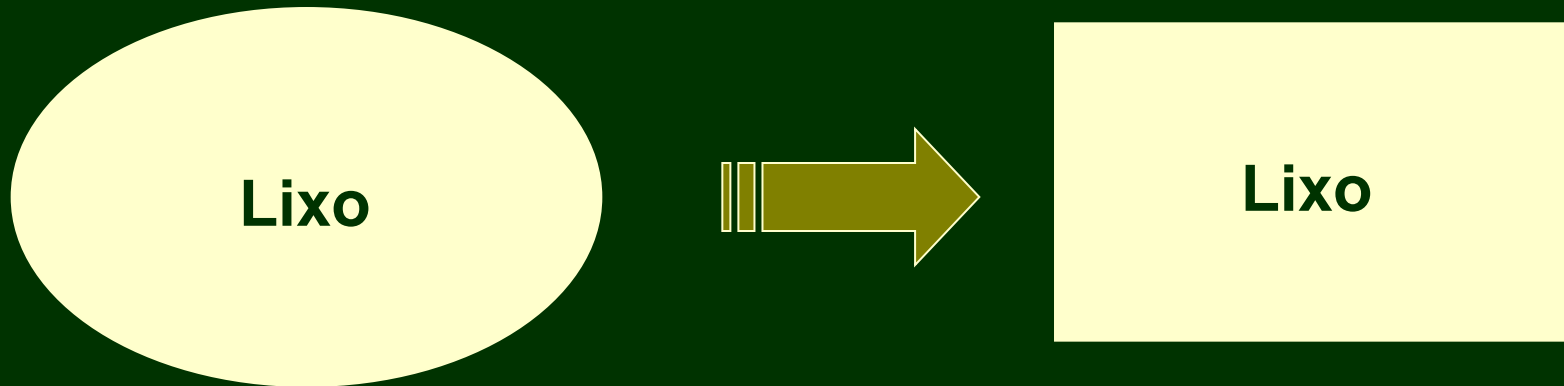
DADOS

INFORMAÇÃO

Um conjunto de dados que possui um determinado significado para a descrição de fatos do mundo real, ou seja, foi agregado ao dado um componente adicional, a interpretação



2 – Aquisição de dados



Se os dados originais forem imprecisos, o produto final será um “lixo” organizado.



3 – Estrutura Vetorial

Na Modelagem Vetorial, as entidades do mundo real (postes, ruas, bairros, árvores, etc.) são representados por entidades gráficas discretas (pontos, linhas, polígonos), localizados por meio de sistema de coordenadas geográficas ou cartesianas (X,Y).

Características

Baseado em vetores.

A Posição de cada entidade gráfica é definida pelas coordenadas geográficas ou cartesianas dos seus componentes.

Exemplo: A localização de um polígono é determinada a partir da localização geográfica de seus nós entes componentes.



3 – Estrutura Vetorial

Características

As relações topológicas são definidas no momento da criação das entidades gráficas, em arquivos internos ou auxiliares.

Efetua a localização geográfica dos pixels por meio de coordenadas geográficas ou cartesianas fracionadas (mais precisas) quando comparada ao modelo raster.

Alta definição dos limites, possibilidade de achar o centro e calcular raio. Assume-se que as coordenadas são precisas. Ocupam menos espaço.

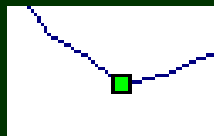


3 – Estrutura Vetorial

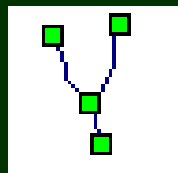
Os objetos ou condições do mundo real podem ser representados, discretamente, por:



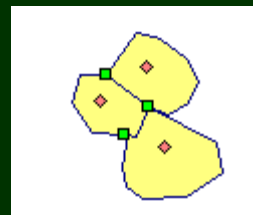
PONTOS



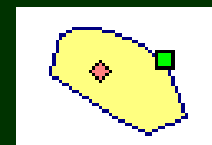
NÓS



LINHAS
OU ARCOS



CADEIAS



POLÍGONOS

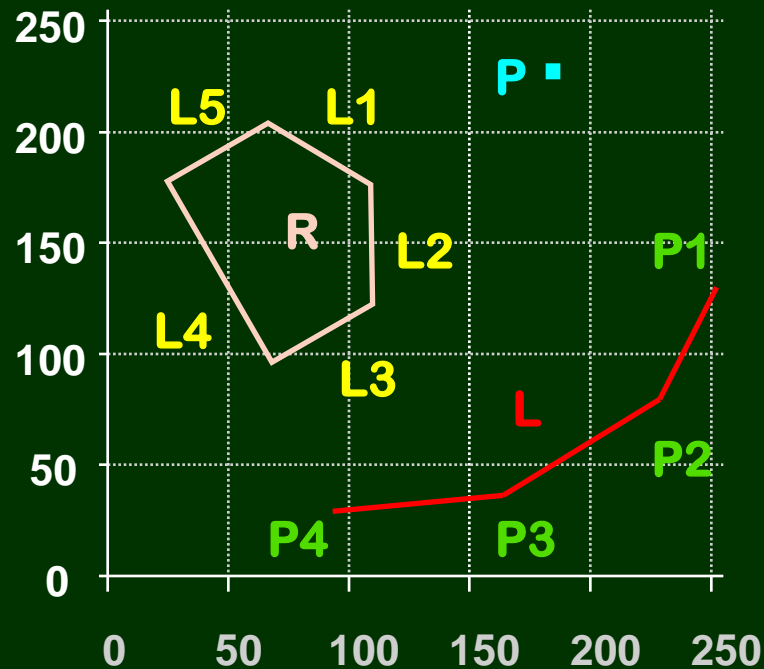
É um dado espacial que não possui área, é representado por um único par de coordenadas e pode representar uma determinada árvore, uma fonte ou temperatura poligonos, ou seja, uma linha que é compartilhada por dois polígonos, como por exemplo, limites entre municípios ou fazendas



3 – Estrutura Vetorial

É um modelo de dados baseado em objetos, que se representam mediante entidades geométricas:

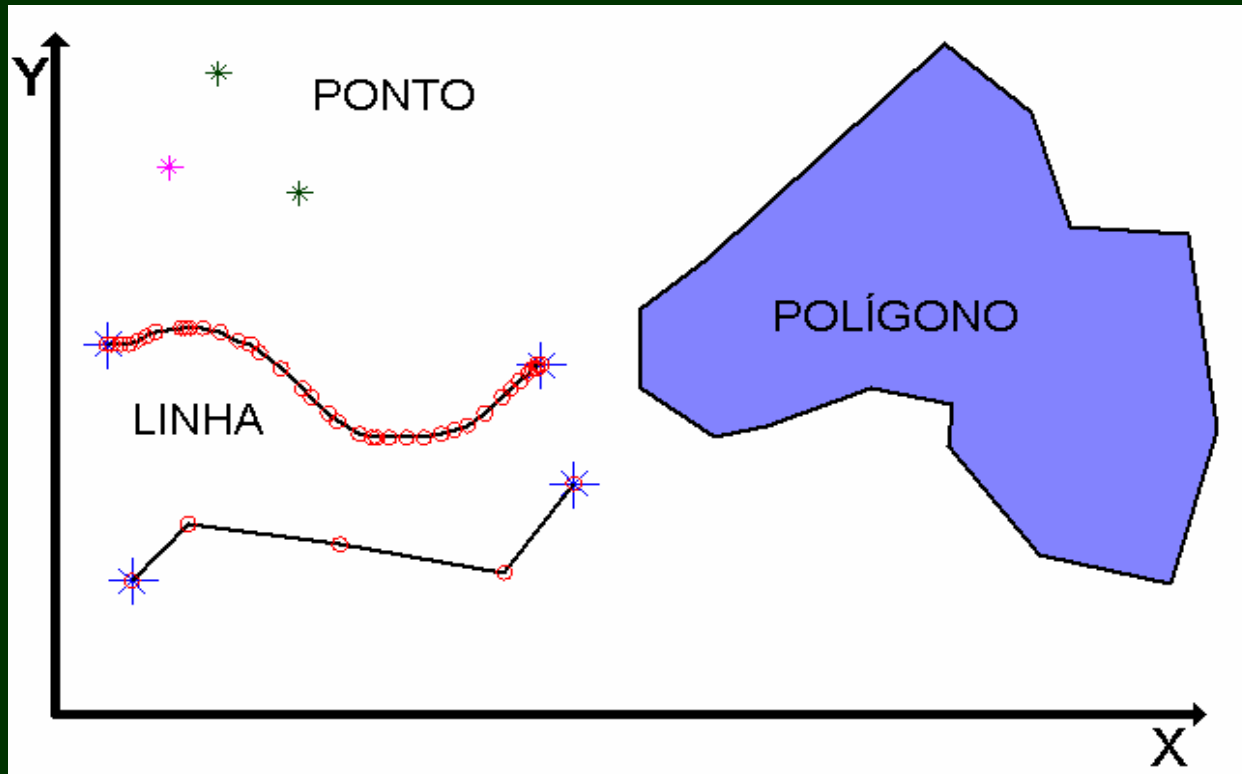
- **pontos**: um par de coordenadas (x,y)
- **linhas**: um vetor ou conjunto ordenado de pontos
- **polígonos**: um vetor ordenado de linhas que definem um espaço fechado



P	$(x\ y)$
L	$(x_1\ y_1)\ (x_2\ y_2)\ \dots\ (x_n\ y_n)$
R	$(x_1\ y_1)\ (x_2\ y_2)\ \dots\ (x_n\ y_n)\ (x_1\ y_1)$



3 – Estrutura Vetorial



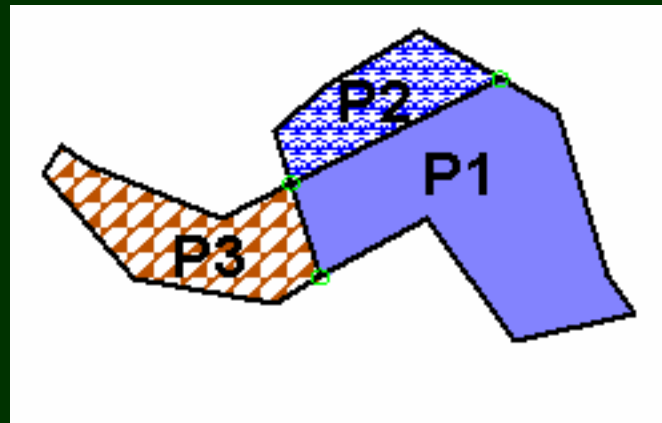
A representação vetorial é a forma mais precisa de representar feições geográficas.



3 – Estrutura Vetorial

- **Polígonos fechados**

- As coordenadas de cada polígono são guardadas em separado
- Vantagens
 - Facilita a inserção num banco de dados geográfico
- Desvantagens
 - Duplicação de linhas e possíveis erros



3 – Estrutura Vetorial

Possíveis Problemas - Polígonos Fechados

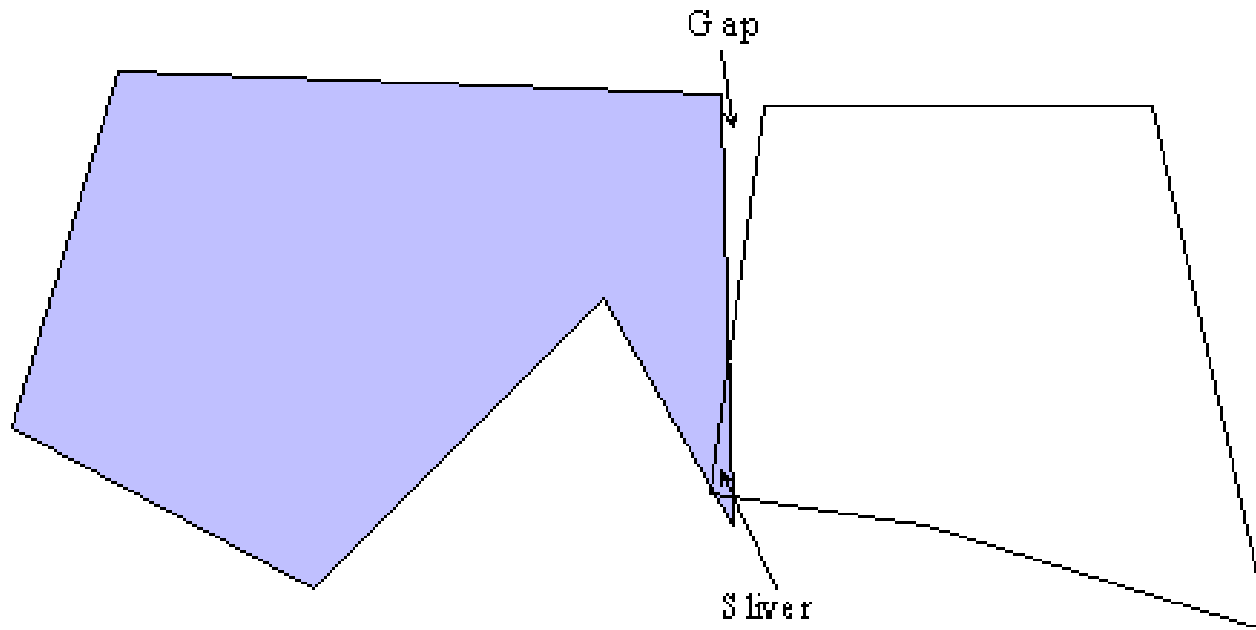
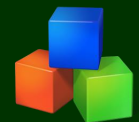


Figure 3 Gaps and Slivers Between Adjacent Polygons

fonte: John Elgy



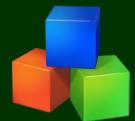
3 – Estrutura Vetorial

Operações elementares

- ✓ Comprimento de uma linha
- ✓ Área de um polígono
- ✓ Perímetro de um polígono
- ✓ Centro de um polígono
- ...

Operações entre objetos

- ✓ Distância entre pontos: $d(a,b)=\|a-b\|$
- ✓ Distância entre linhas: distância mínima, ...
- ✓ Distância entre polígonos
- ...



3 – Estrutura Vetorial

Curvas de Nível

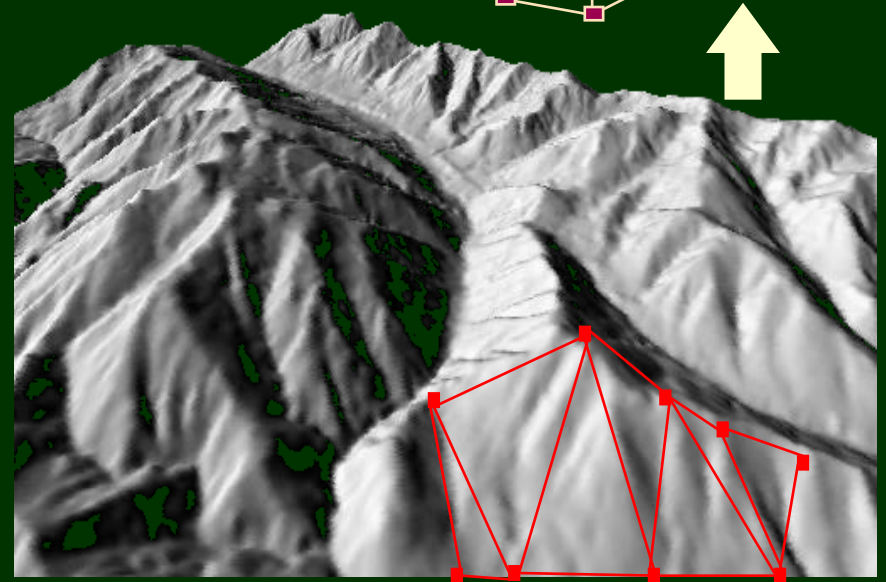
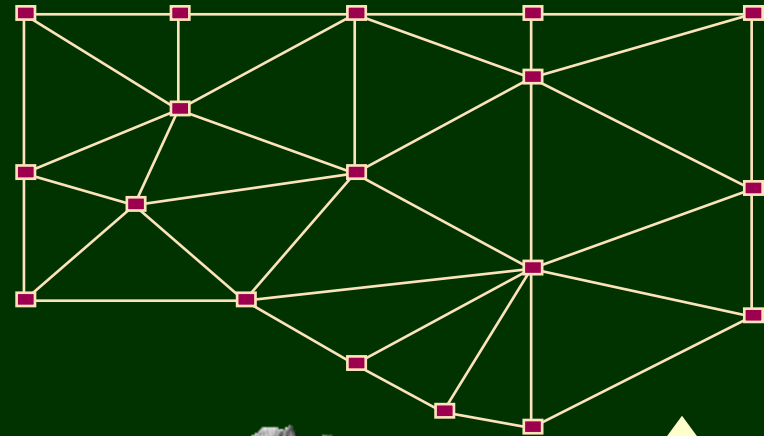
- ✓ O MDE está formado por linhas de altitude constante ou isoipsas;
- ✓ As linhas representam-se como um vetor de pontos;
- ✓ Cada ponto representa-se por um par de coordenadas (x, y);
- ✓ O modelo pode completar-se mediante pontos cotados (linhas de um só elemento).



3 – Estrutura Vetorial

Curvas de Nível















- ✓ O MDE compõe-se de uma rede de triângulos adaptada ao terreno;
- ✓ Os triângulos são irregulares e definem-se mediante os três vértices;
- ✓ Cada vértice representa-se por um terno de coordenadas (x,y,z) .



Exemplo

Nova Esperança - Paraná Microbacia Rib. Paracatú Uso do Solo



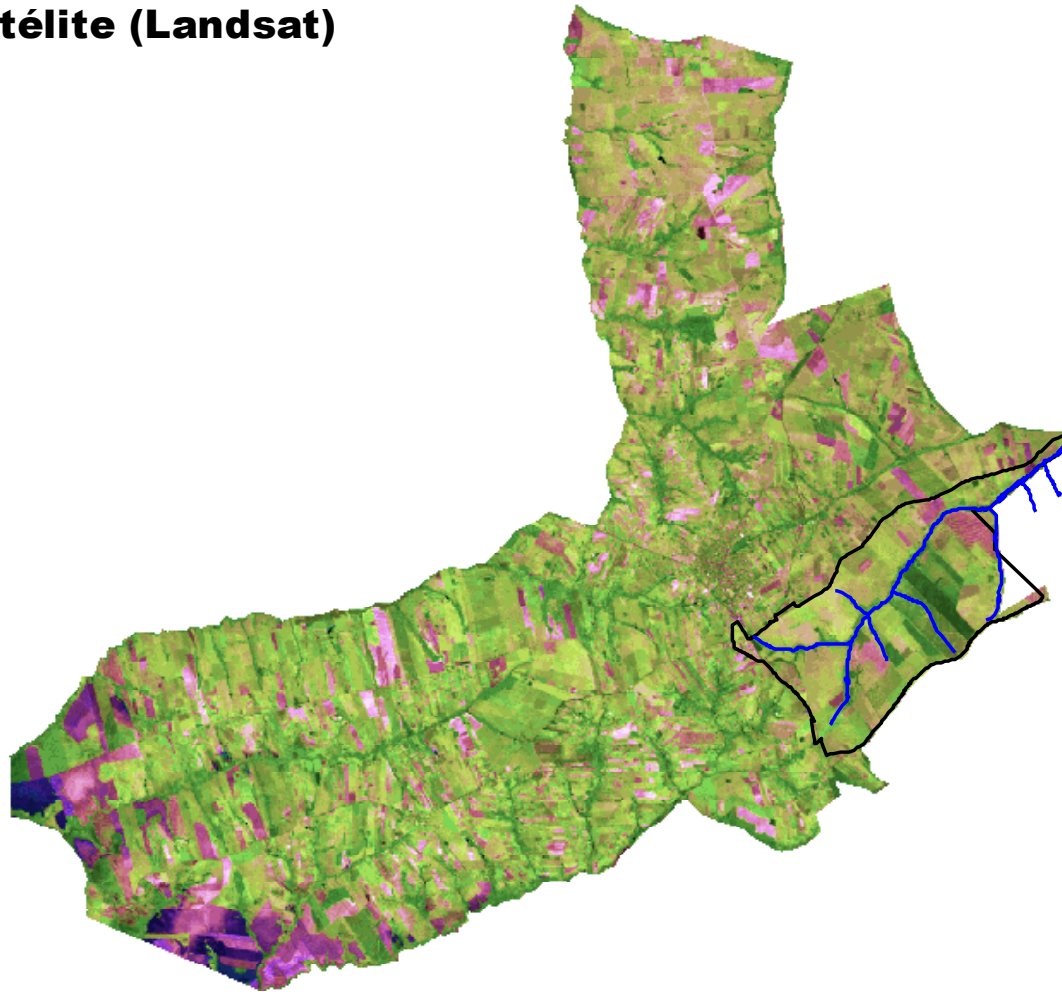
-  Bacia_paracatu_hidrografia.shp
-  Bacia_paracatu.shp
- Bacia_paracatu_usosolo.shp
 -  Amoreira
 -  Cafe
 -  Cana
 -  Estrada
 -  Eucalipto
 -  Floresta
 -  Frutiferas
 -  Laranja
 -  Lavoura
 -  Mandioca
 -  Pastagem
 -  Urbano



Escala 1:60000

Exemplo

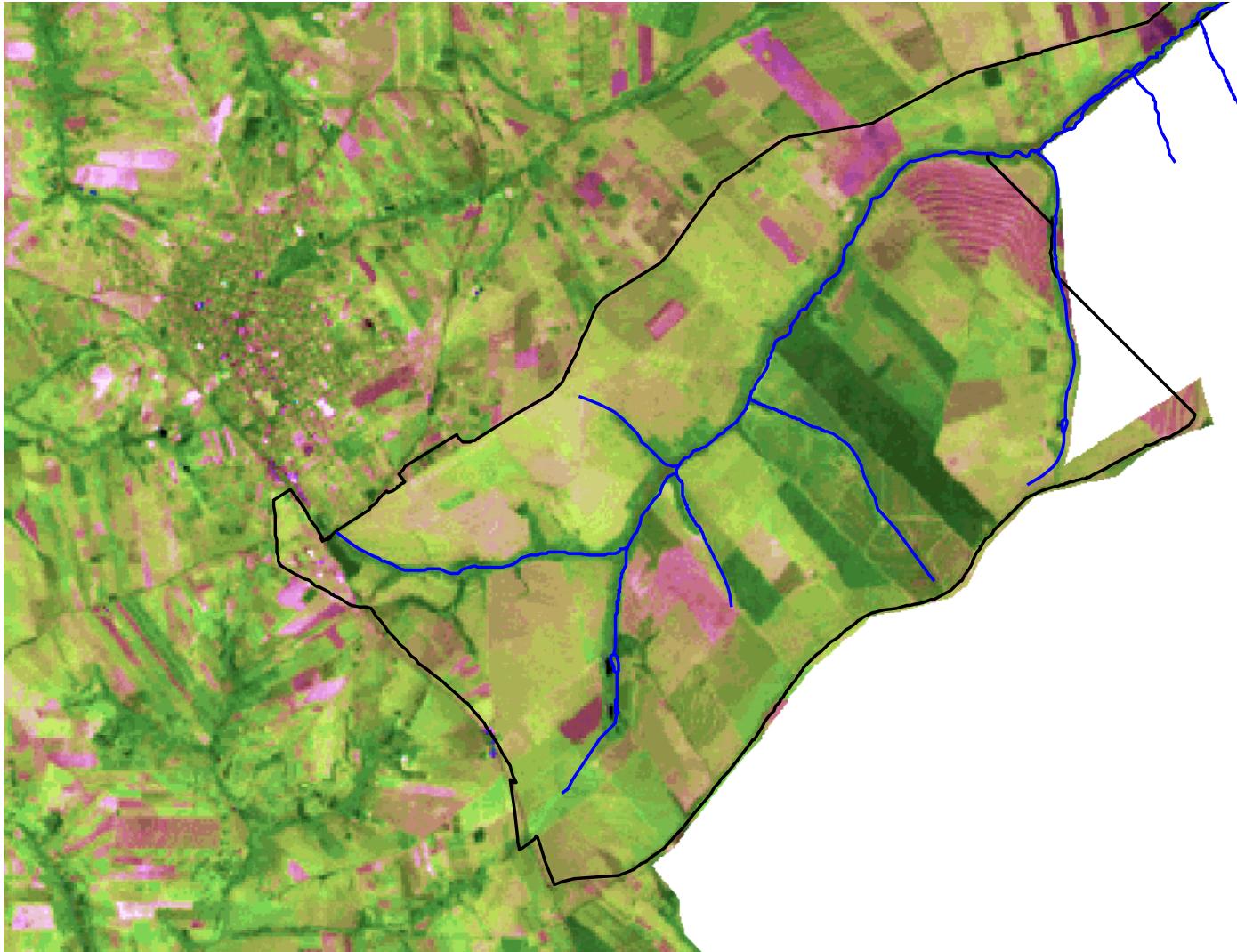
Nova Esperança - Paraná
Microbacia Rib. Paracatú
Imagem de Satélite (Landsat)



Escala 1:200000

Exemplo

Nova Esperança - Paraná
Microbacia Rib. Paracatú
Imagem de Satélite (Landsat)



Escala 1:60000

4 – Estrutura Raster

Na Modelagem Raster as entidades do mundo real (lagos, rios, etc.) são representados por uma matriz de pixels (*picture element*) ou células de mesma dimensão, que representam continuamente toda a área de interesse.

Características

Efetua a localização Geográfica dos pixels por meio de coordenadas geográficas ou cartesianas inteiras, devido a maior dimensão dos pixels.

Formato inadequado para representar entidades discretas do mundo real que exijam precisão e exatidão de seus atributos gráficos (ex.: Dimensões, comprimento), uma vez que as dimensões dos pixels são maiores que as entidades a serem representadas, em geral.

Os modelos raster representam bem operações de análise de vizinhança e como essa vizinhança pode influenciar as características do objeto.



4 – Estrutura Raster

Características

A área objeto de estudo, normalmente um quadrado de dimensão fixa.

Estas células constituem uma partição da área de estudo.

A cada célula encontra-se associado o valor de um determinado atributo constituindo uma matriz de números (inteiro, real ou lógico)

- O conjunto de células e respectivos valores constitui uma camada (layer)



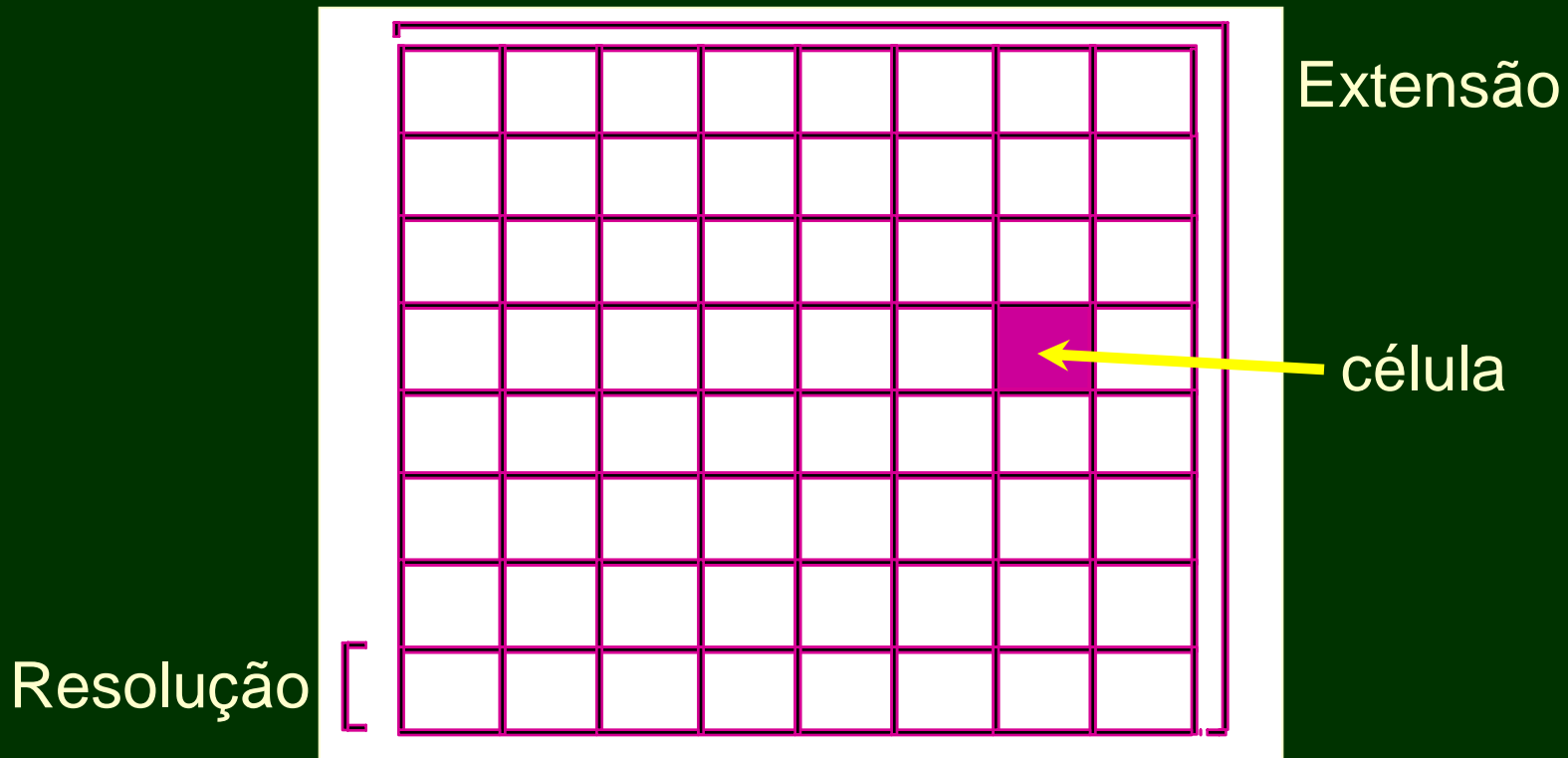
4 – Estrutura Raster

No modelo matricial, o terreno é representado por uma matriz $M(i, j)$, composta por i colunas e j linhas, que definem células, denominadas como *pixels*, ao se cruzarem. Cada *pixel* apresenta um valor referente ao atributo, além dos valores que definem o número da coluna e o número da linha, correspondendo, quando o arquivo está georreferenciado, às coordenadas x e y , respectivamente.

Neste tipo de representação, a superfície é concebida como contínua, onde cada *pixel* representa uma área no terreno, definindo a resolução espacial. Em dois documentos visualizados na mesma escala, o de maior resolução espacial apresentará *pixels* de menor tamanho, já que discrimina objetos de menor tamanho.



4 – Estrutura Raster



4 – Estrutura Raster



4 – Estrutura Raster

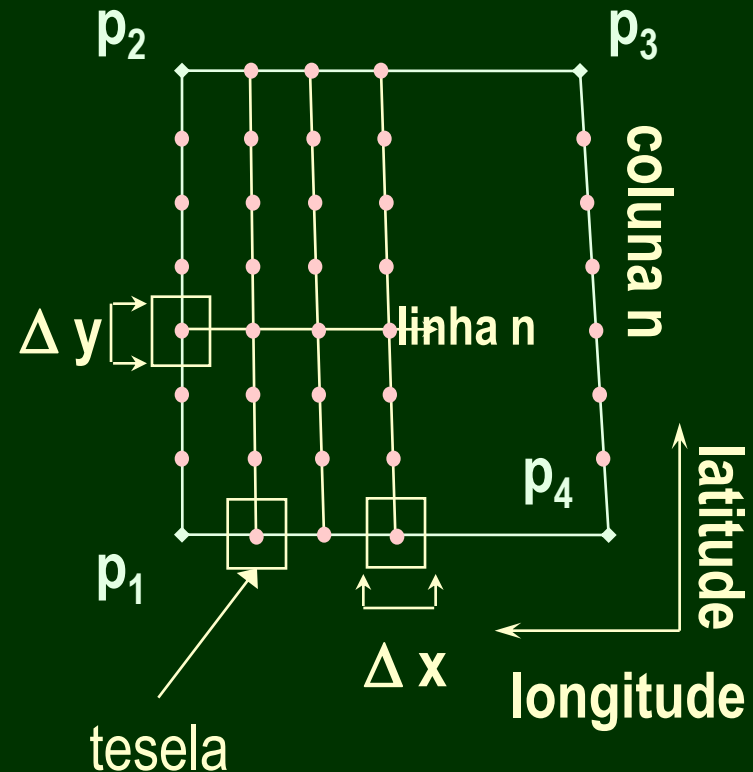
O modelo *raster* é adequado para armazenar e manipular imagens de Sensoriamento Remoto. Os atributos dos *pixels* representam um valor proporcional à energia eletromagnética refletida ou emitida pela superfície terrestre. Para identificação e classificação dos elementos geográficos, é necessário recorrer às técnicas de Processamento Digital de Imagem e de Fotointerpretação.



4 – Estrutura Raster

Curvas de Nível

- ✓ O MDE é formado por uma matriz sobreposta ao terreno;
- ✓ Cada célula ou quadrícula representa uma unidade de superfície;
- ✓ A cada célula associa-se o valor médio de altitude da área coberta;
- ✓ O MDE não representa objetos, mas sim propriedades de localizações espaciais.

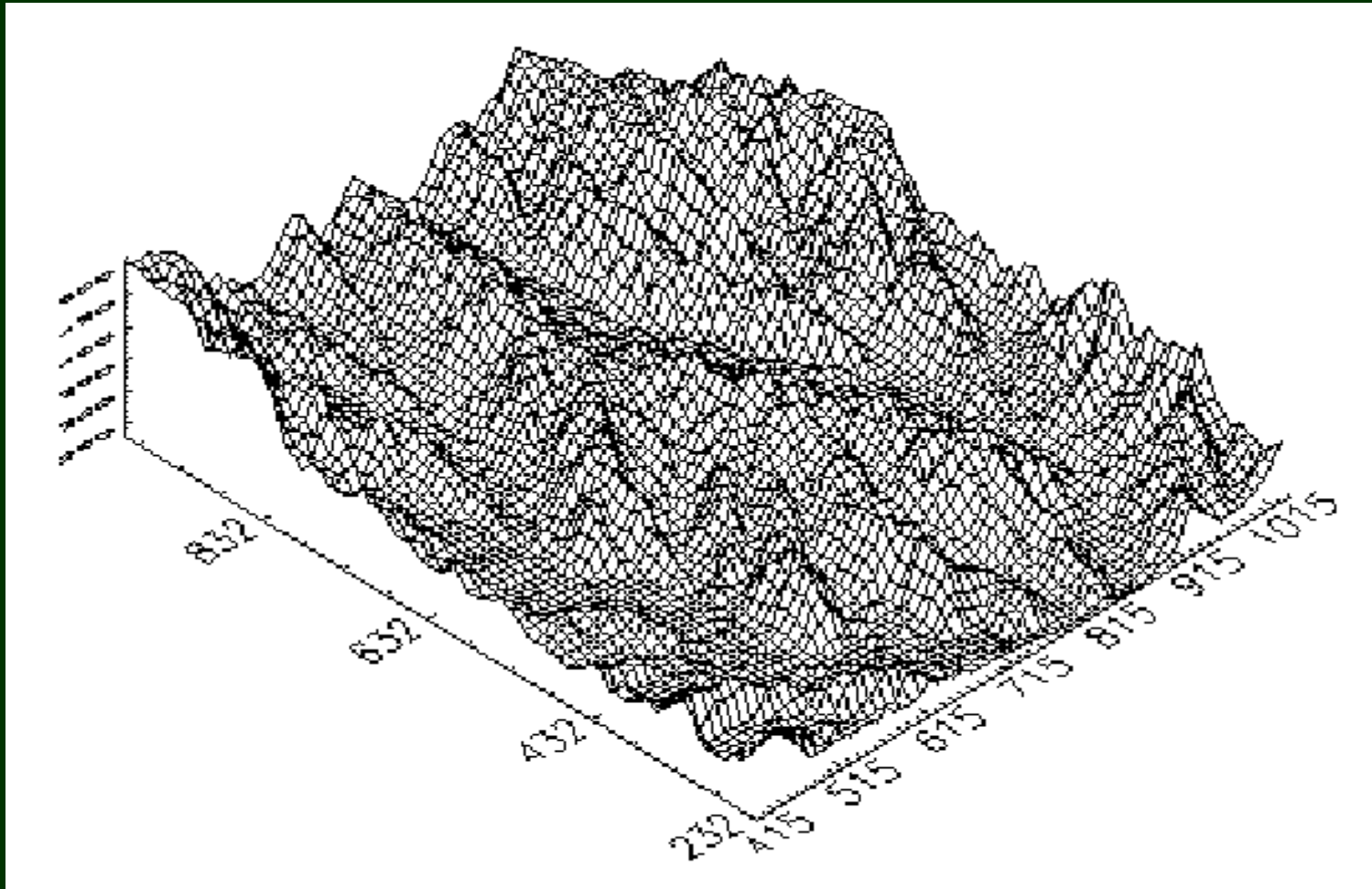


- p_{ij} • centros das quadrículas
- p_n ♦ limites do modelo



4 – Estrutura Raster

A Matriz Regular



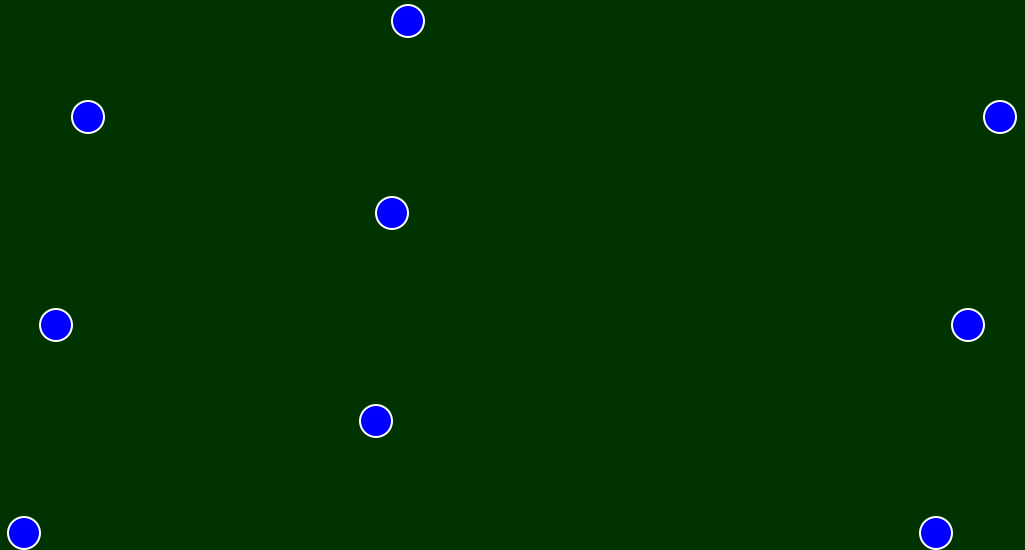
Exemplo: Geração de Modelo Digital de Terreno

MODELO RASTER

interpolação sobre pontos



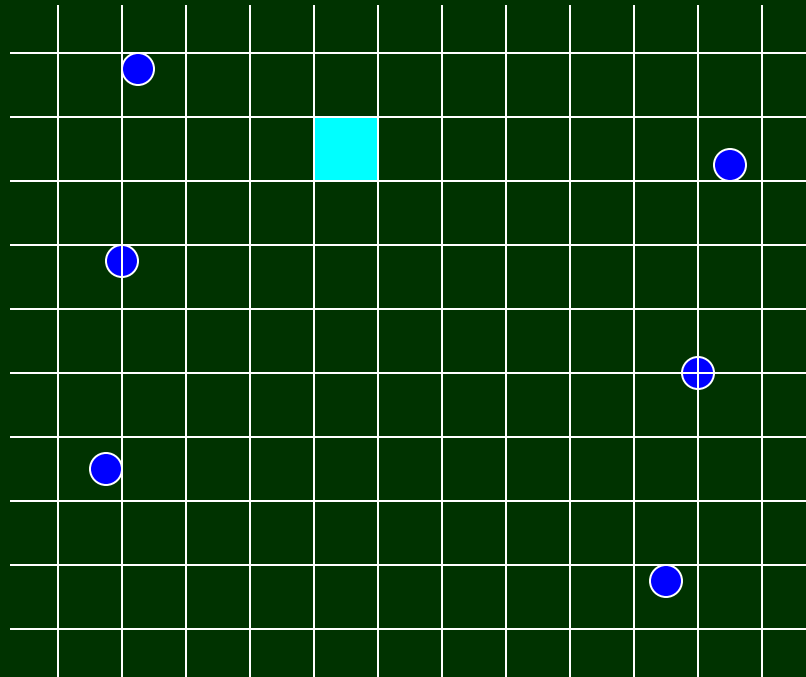
interpolação sobre TIN



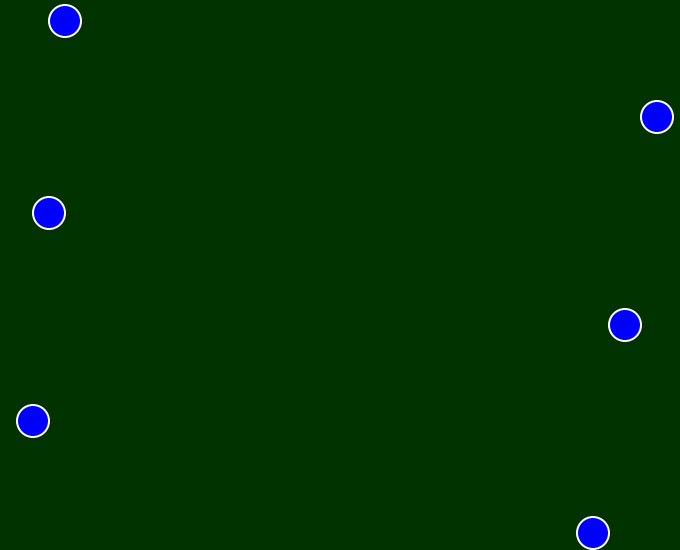
Exemplo: Geração de Modelo Digital de Terreno

MODELO RASTER

interpolação sobre pontos



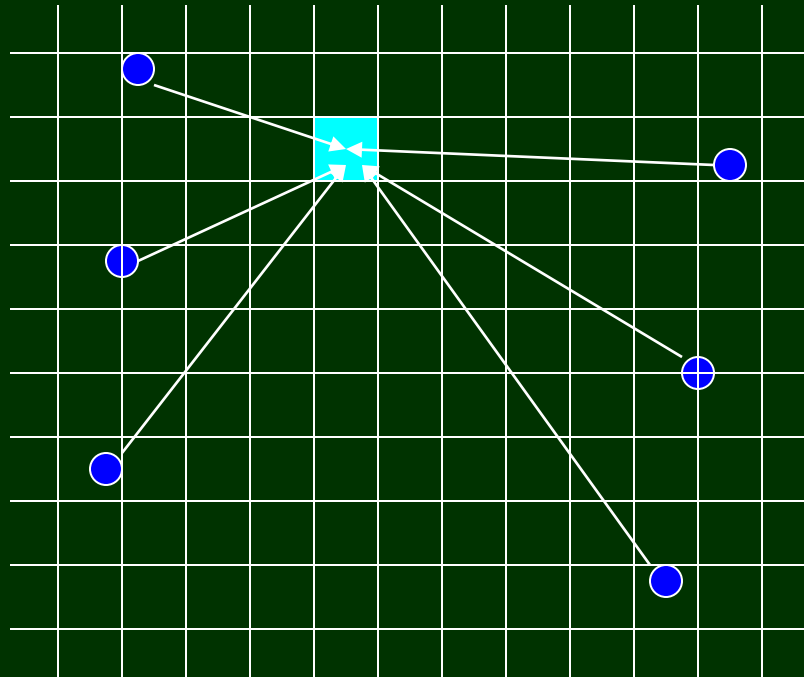
interpolação sobre TIN



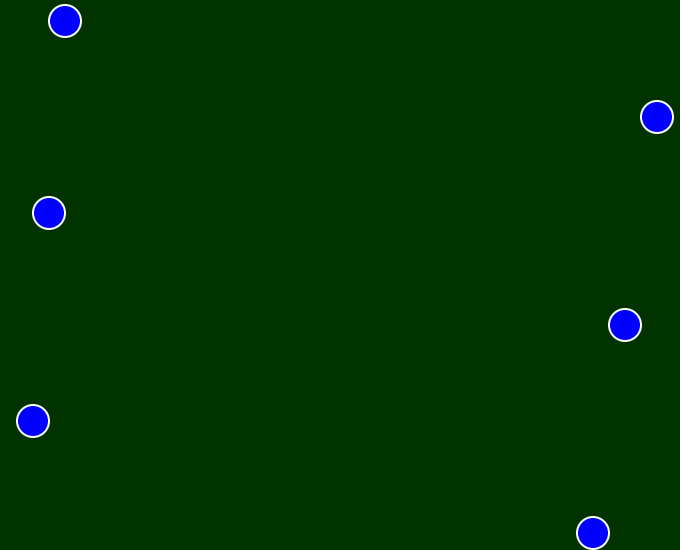
Exemplo: Geração de Modelo Digital de Terreno

MODELO RASTER

interpolação sobre pontos



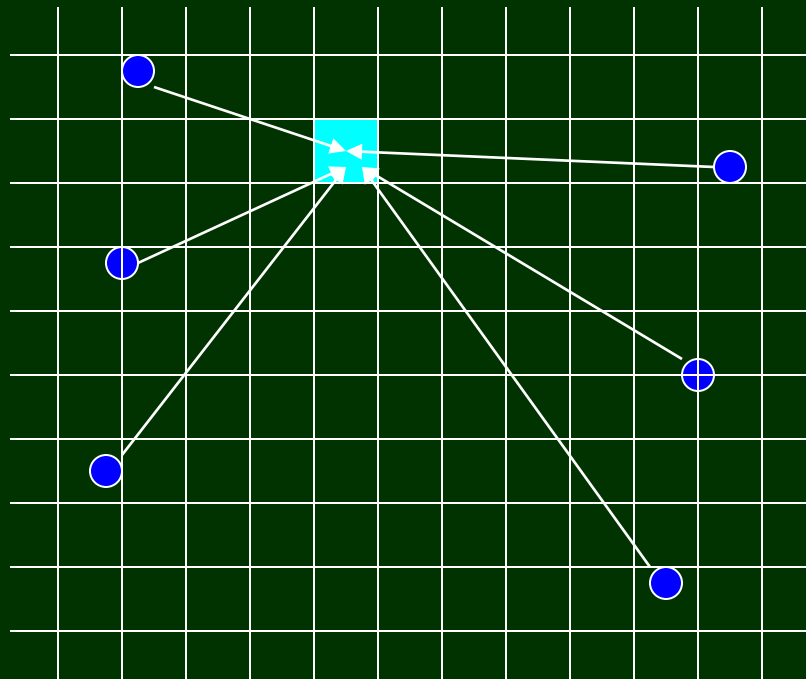
interpolação sobre TIN



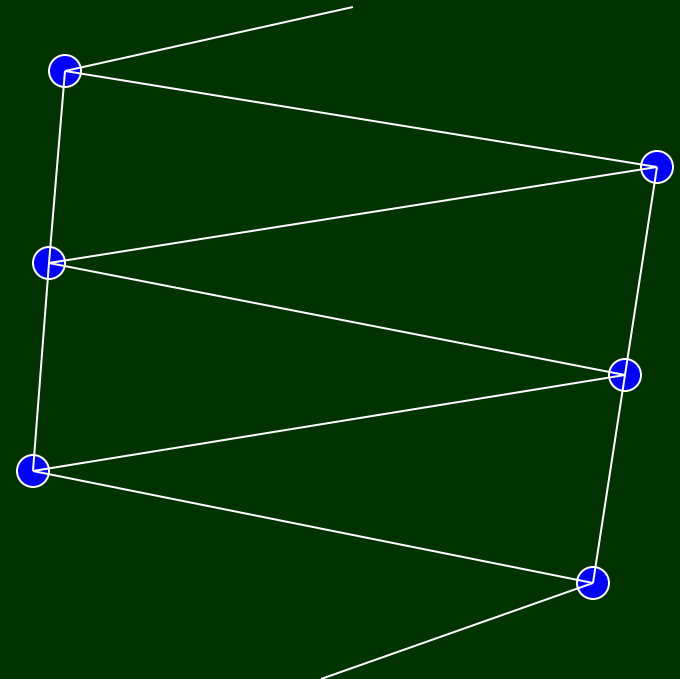
Exemplo: Geração de Modelo Digital de Terreno

MODELO RASTER

interpolação sobre pontos



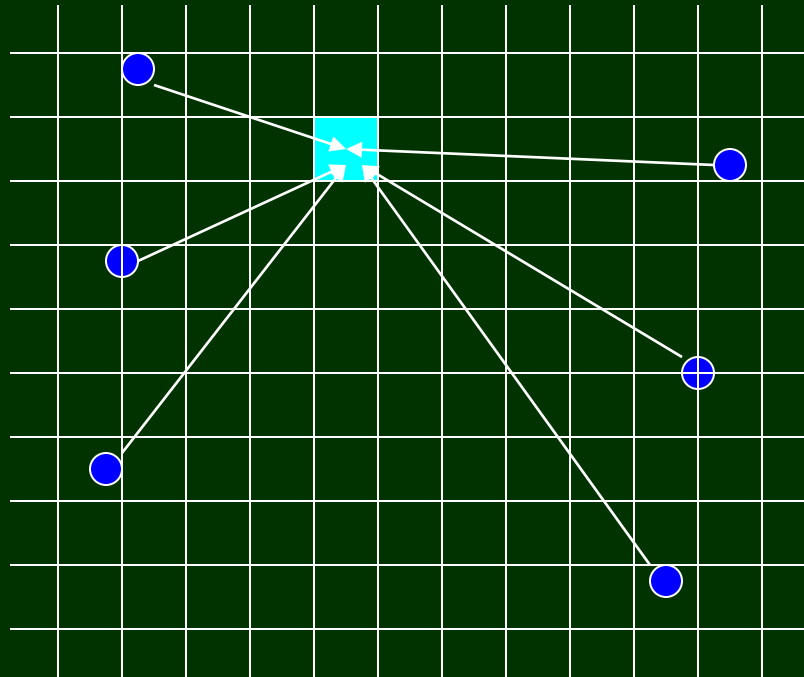
interpolação sobre TIN



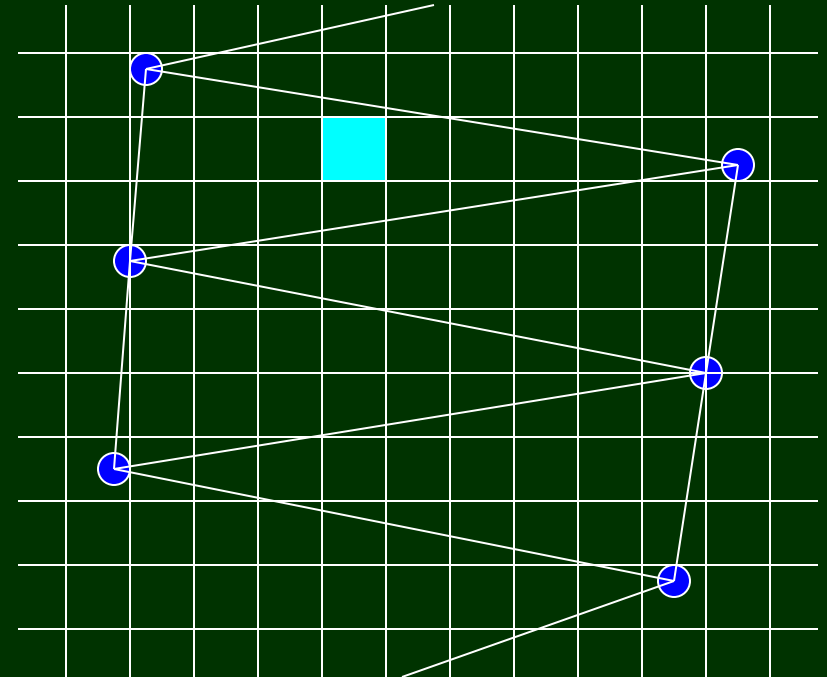
Exemplo: Geração de Modelo Digital de Terreno

MODELO RASTER

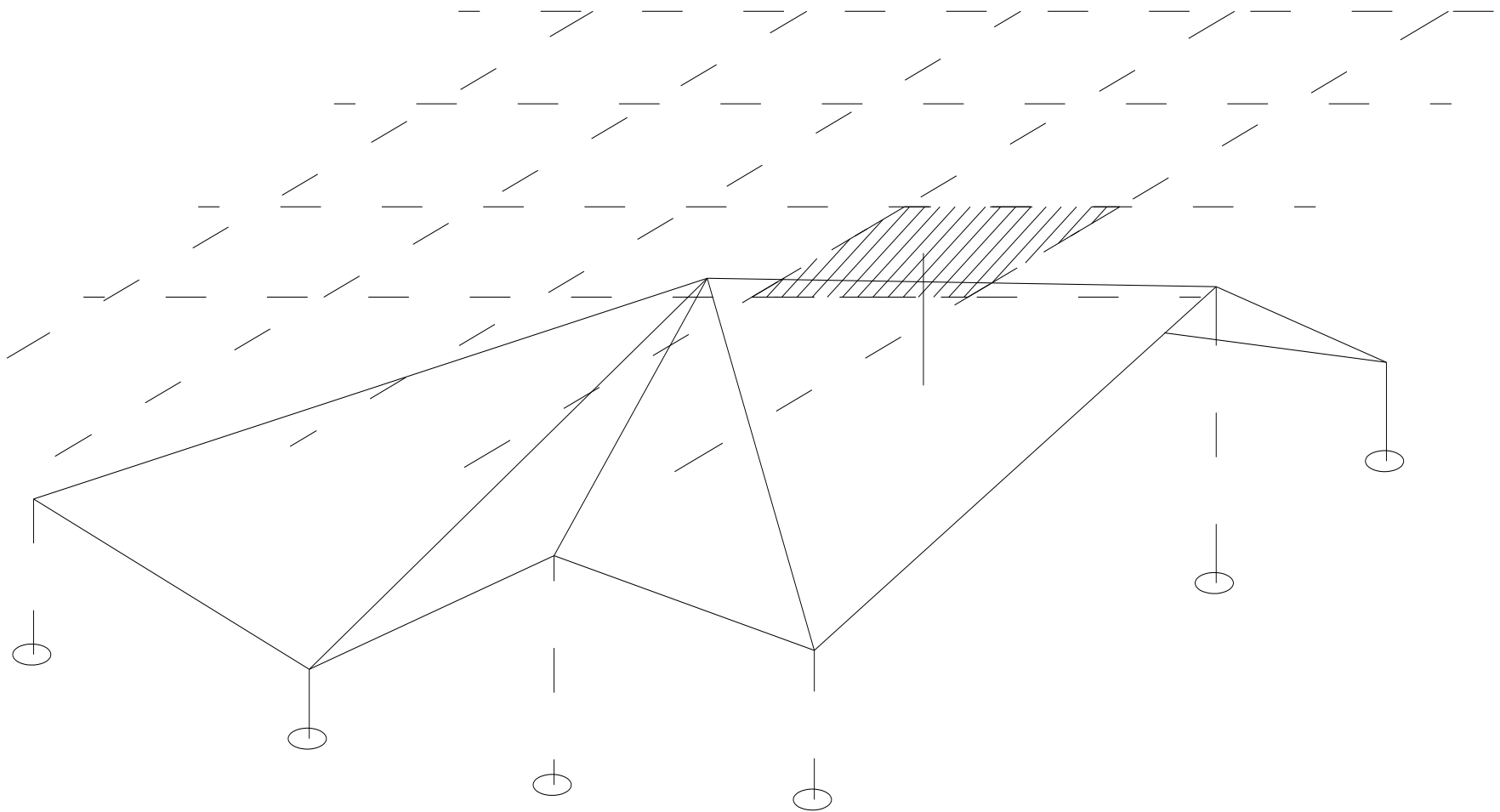
interpolação sobre pontos



interpolação sobre TIN



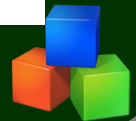
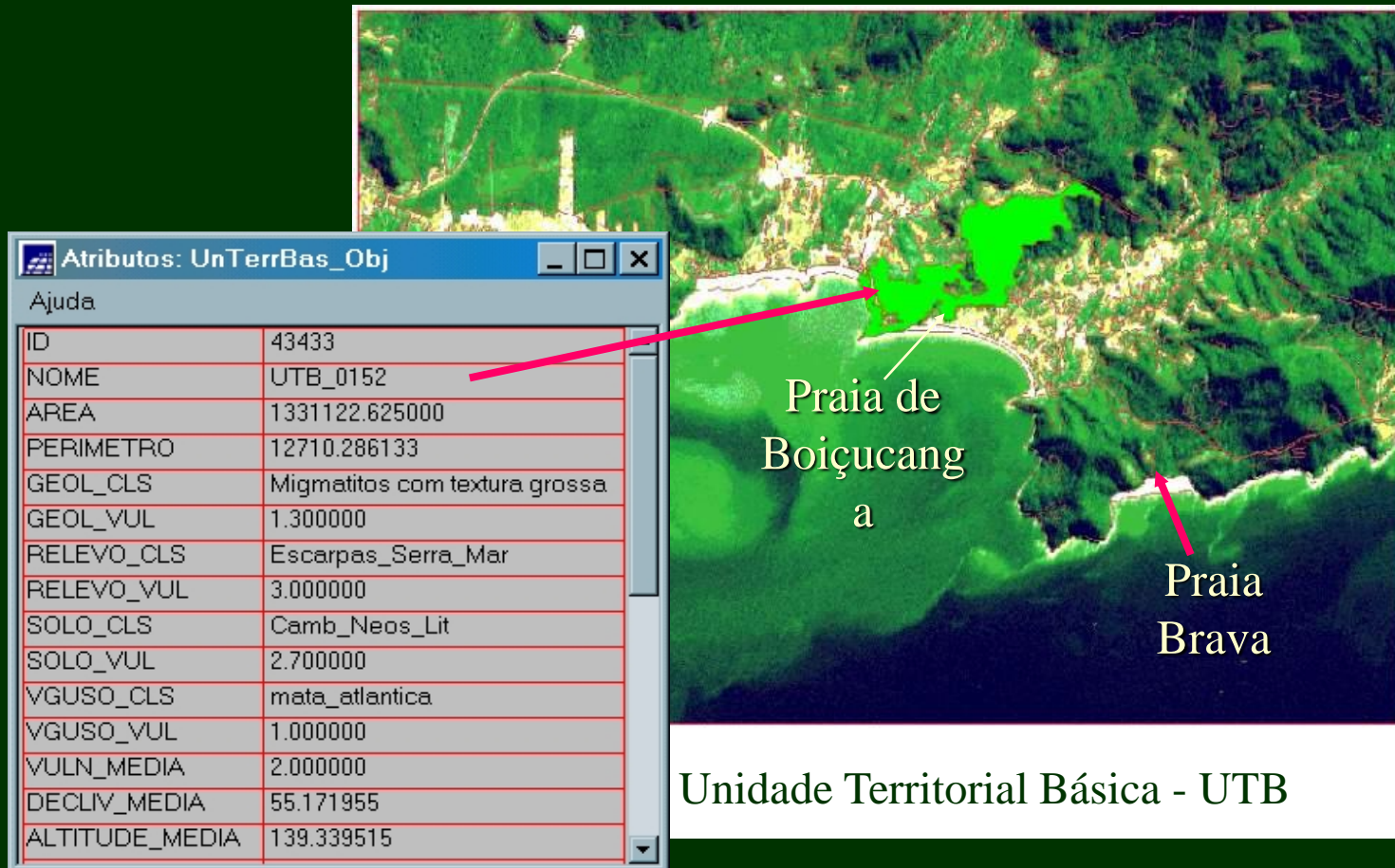
Exemplo: Geração de modelo *raster*



Interpolação da *grid* sobre o TIN

4 – Estrutura Raster

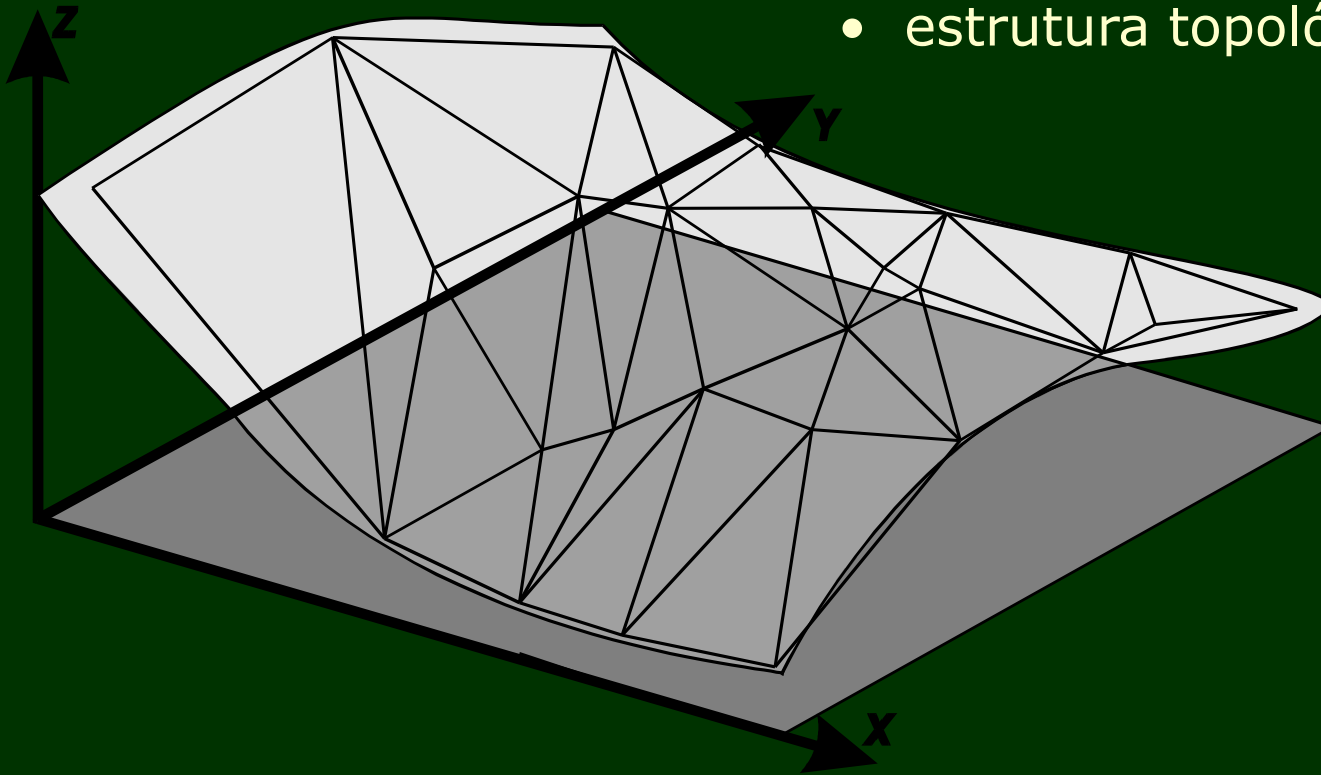
Integração Localização - Atributos



4 – Estrutura Raster

Malha triangular (TIN)

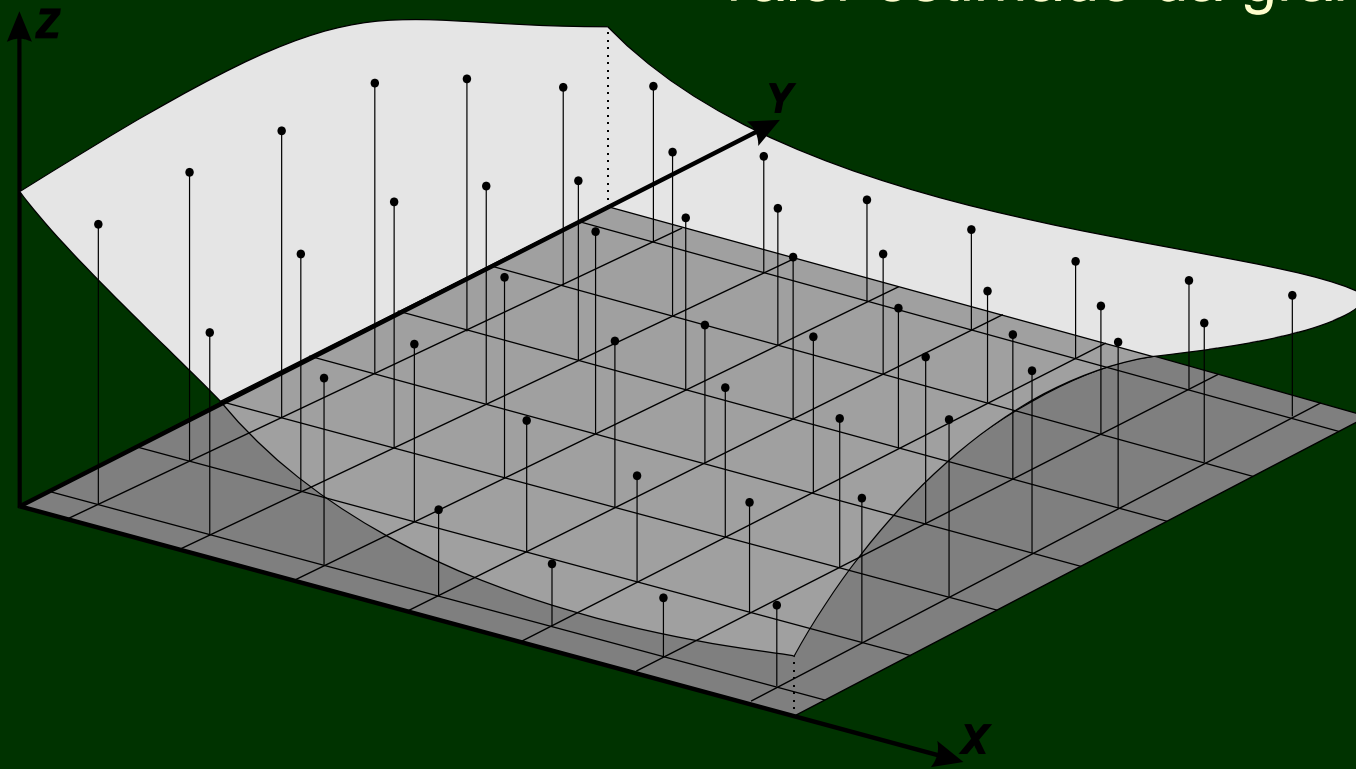
- conexão entre amostras
- estrutura topológica arco-nó



4 – Estrutura Raster

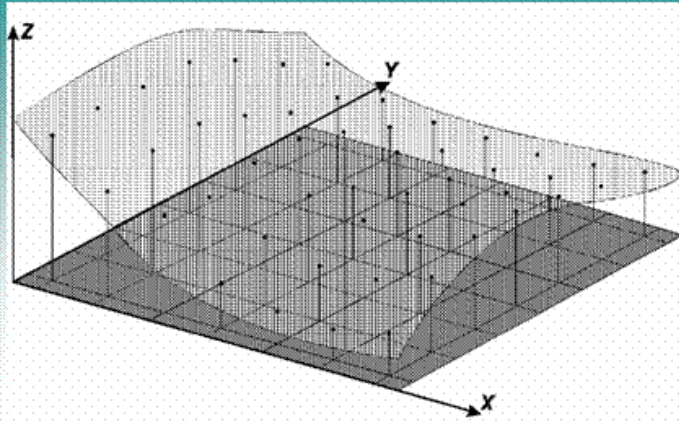
Grade regular (matriz de reais)

- elemento com espaçamento fixo
- valor estimado da grandeza

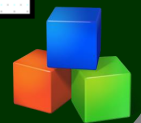
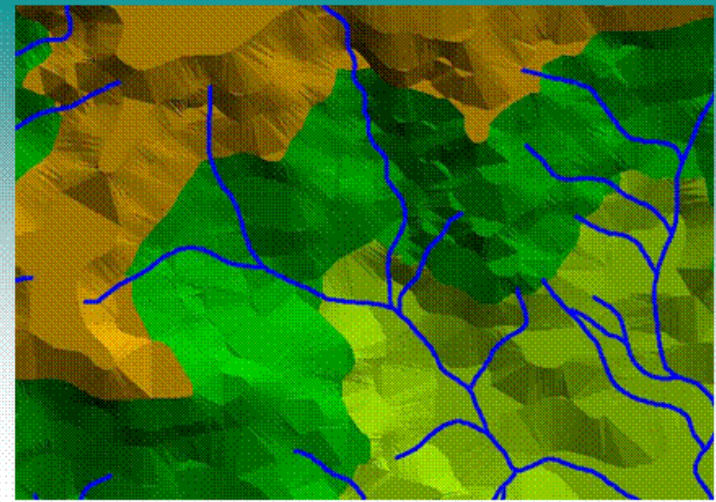
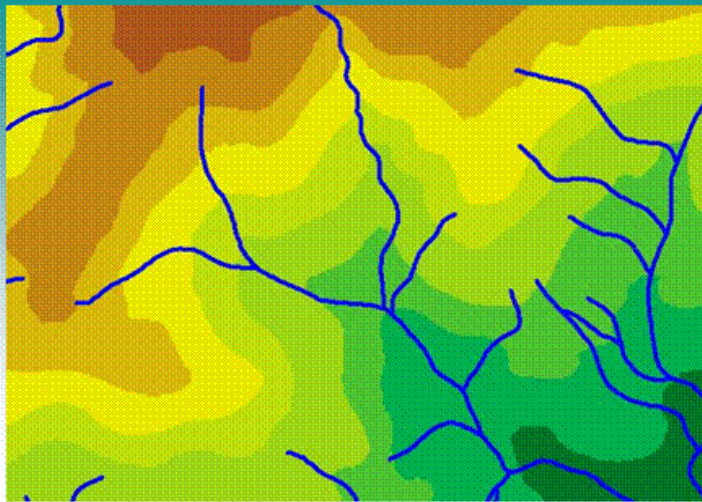
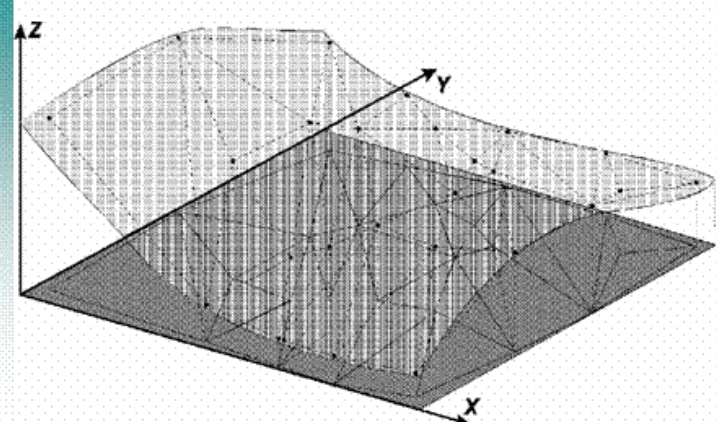


4 – Estrutura Raster

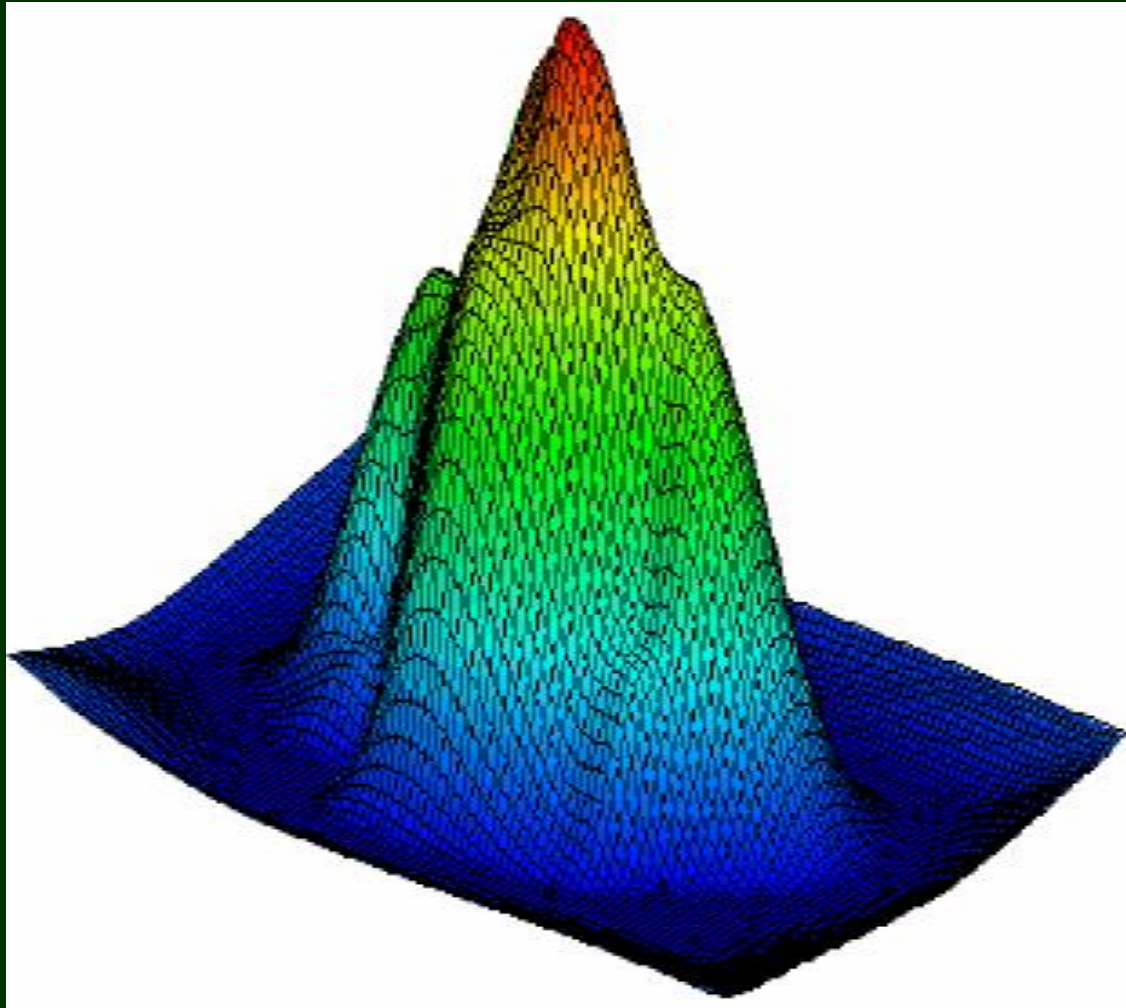
(A)



(B)



4 – Estrutura Raster



4 – Estrutura Raster

Exemplo

Imaginemos que um **MAPA DE SOLO** foi produzido a partir de interpretações de **IMAGENS DE SATÉLITE**, tendo sido identificados os seguintes tipos de solo:

ARENOSO, ARGILOSO, ARENO-ARGILOSO e ARGILO-ARENOSO. O mapa Pedológico produzido apresentou **64 PIXELS** que representam os solos (**MAPA PEDOLÓGICO INTERPRETADO**):

ARENOSO = CATEGORIA 1;
ARGILOSO = CATEGORIA 2;
ARENO-ARGILOSO = CATEGORIA 3;
ARGILO-ARENOSO = CATEGORIA 4.



MAPA PEDOLÓGICO INTERPRETADO (IMAGEM SATÉLITE)

Colunas →

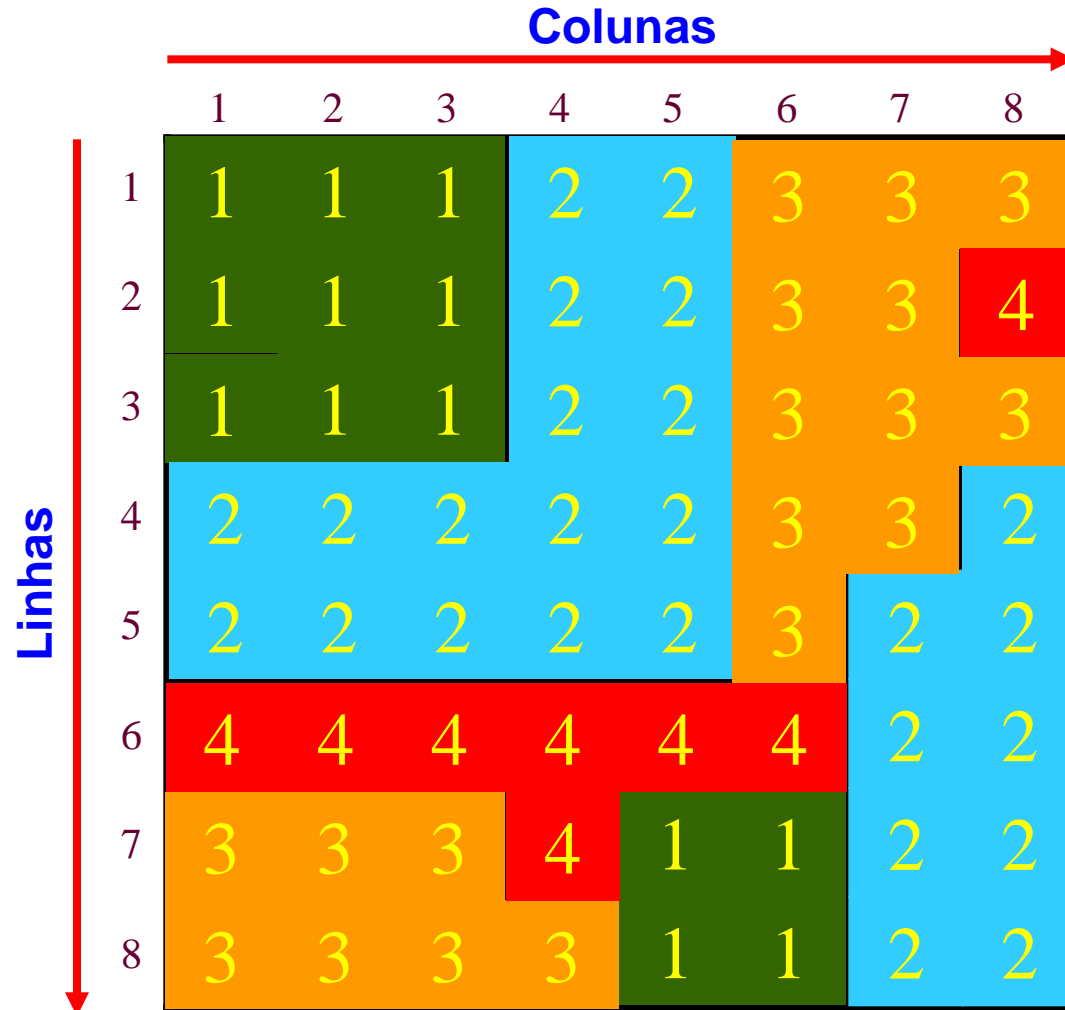
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	1	1	2	2	3	3	3
2	1	1	1	2	2	3	3	4
3	1	1	1	2	2	3	3	3
4	2	2	2	2	2	3	3	2
5	2	2	2	2	2	3	2	2
6	4	4	4	4	4	4	2	2
7	3	3	3	4	1	1	2	2
8	3	3	3	3	1	1	2	2

↓ **Linhas**

CATEGORIA 3 (Total: 28 Pixels):

**L1,C8; L6,C3; L8,C3; L2,C8; L2,C2; L6,C6;
 L6,C8; L3,C2; L3,C6; L7,C5; L5,C8; L3,C5;
 L5,C8; L5,C3; L8,C4; L8,C2; L8,C3; L8,C8;
 L6,C7; L6,C8; L7,C7; L7,C8; L8,C7; L8,C8.**

MAPA PEDOLÓGICO INTERPRETADO (IMAGEM SATÉLITE)



ARENOSO = 1;

ARGILOSO = 2;

ARENO-ARGILOSO = 3;

ARGILO-ARENOSO = 4.

5 - Vetorial x Raster

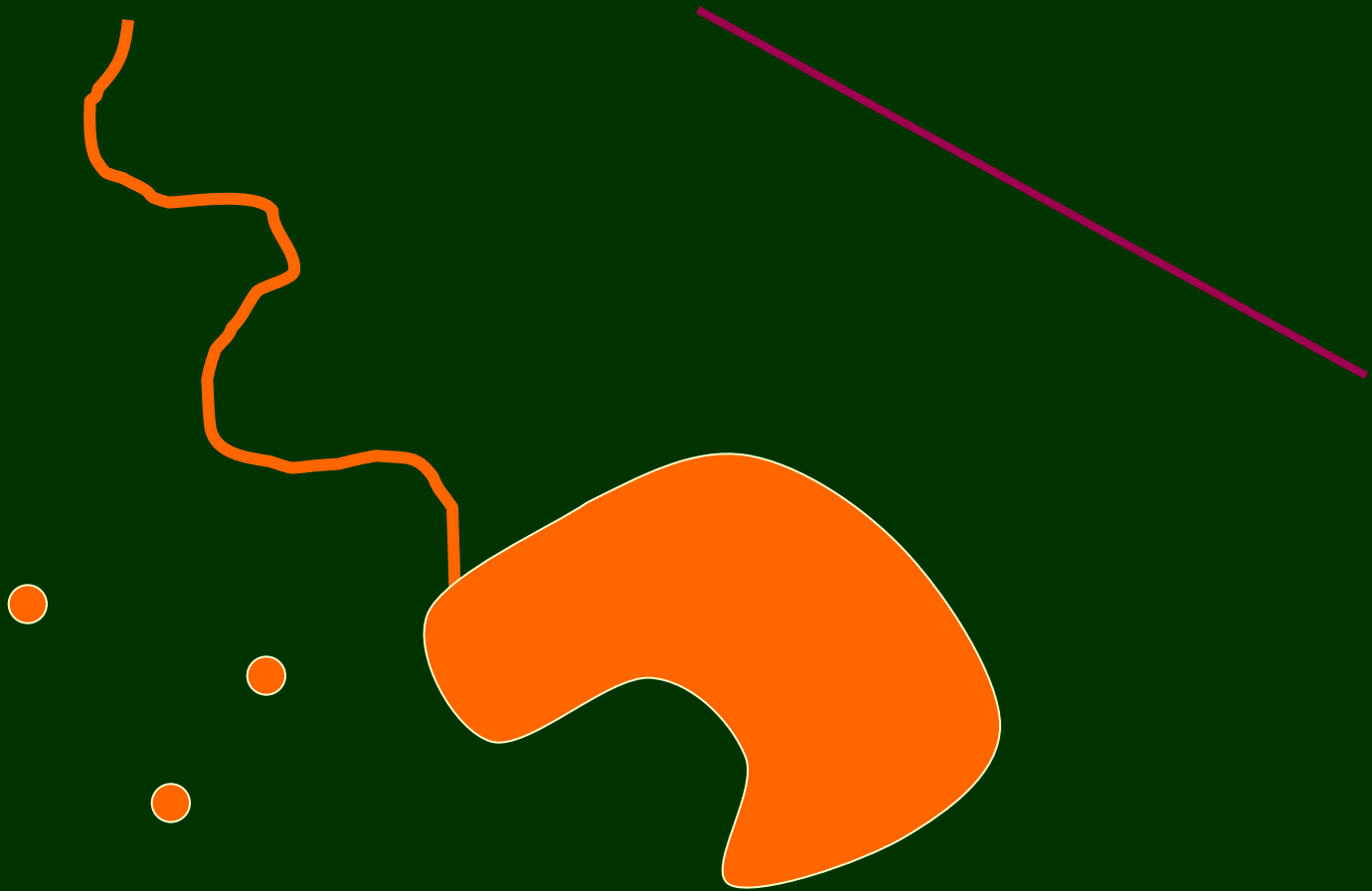
Os temas representados em raster podem ser os mesmos em vetorial, mas a estrutura de armazenamento, a utilidade e análise são diferentes.

A decisão de utilizar o modelo de dados Raster ou Vetorial afetará a forma como as entidades e as suas características podem ser visualizadas, manipuladas e analisadas.



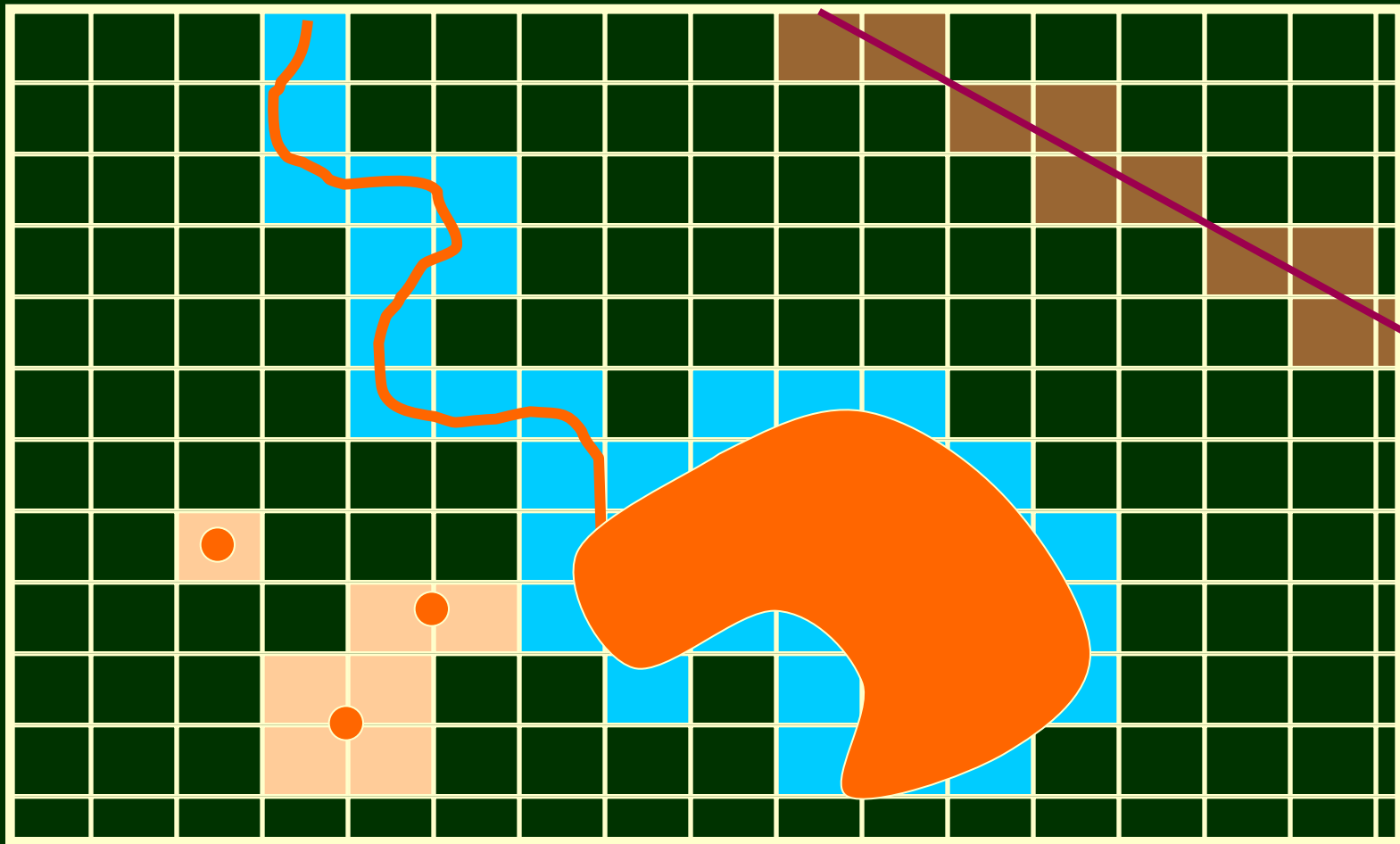
5 – Vetorial X Raster

Conversão Vetorial - Matricial



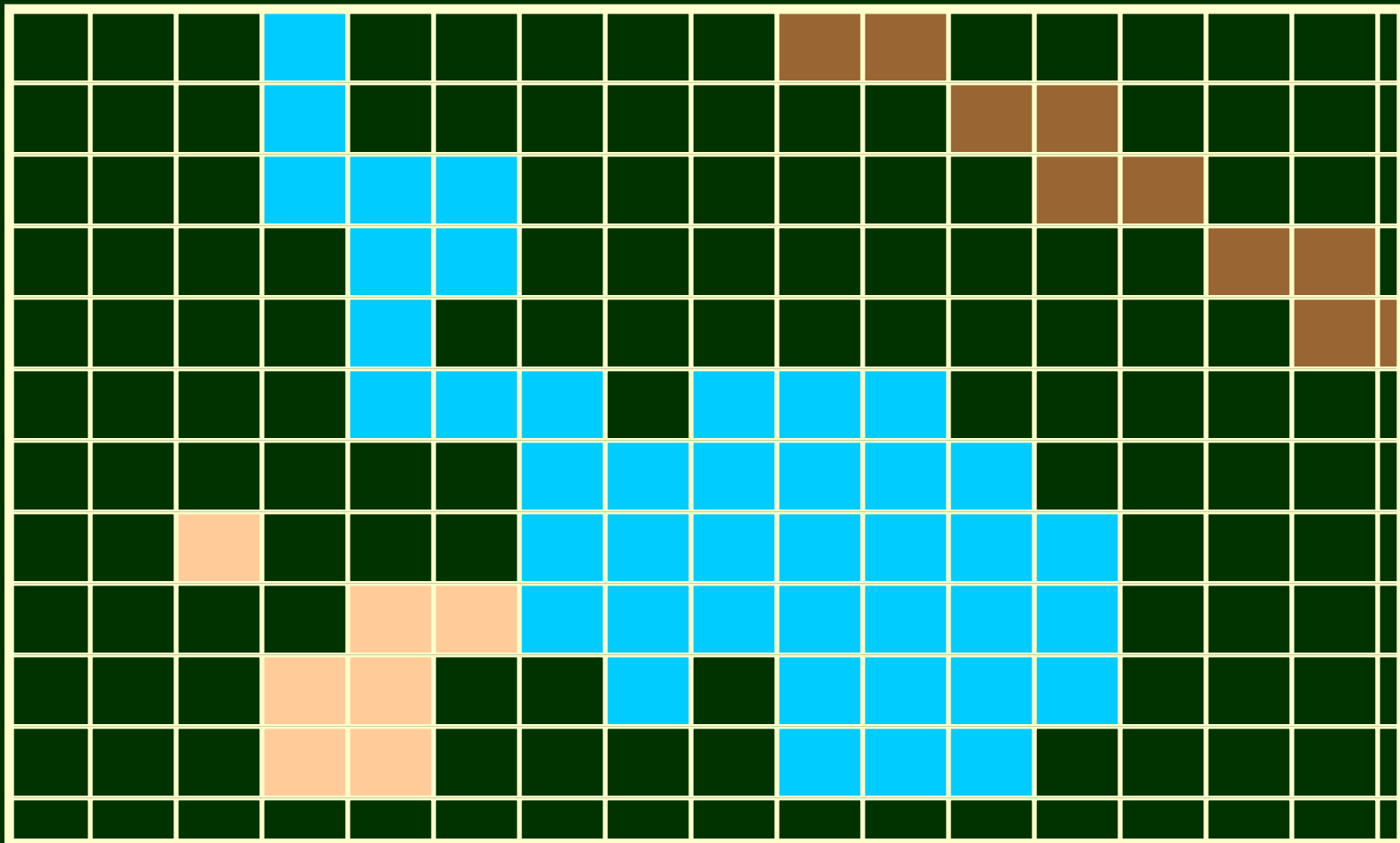
5 – Vetorial X Raster

Conversão Vetorial - Matricial



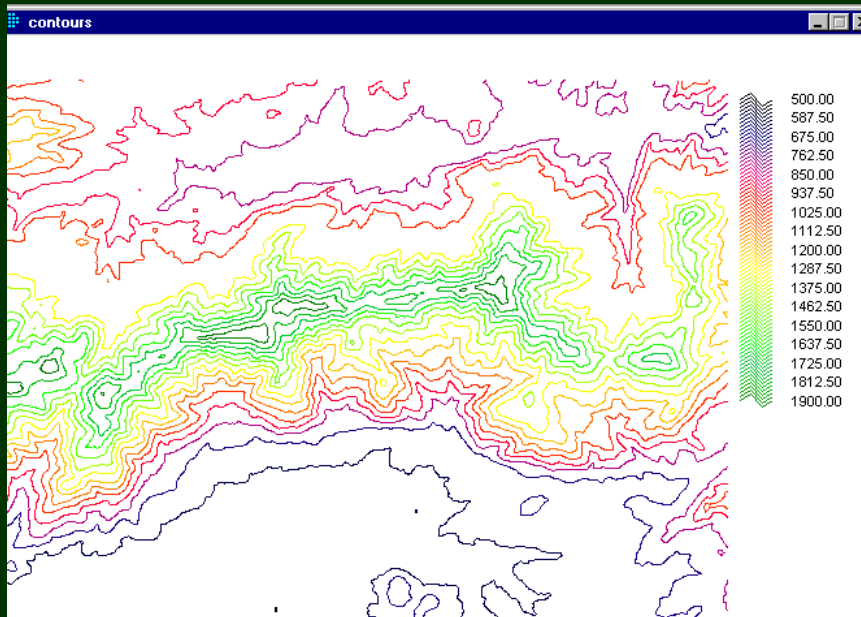
5 – Vetorial X Raster

Conversão Vetorial - Matricial

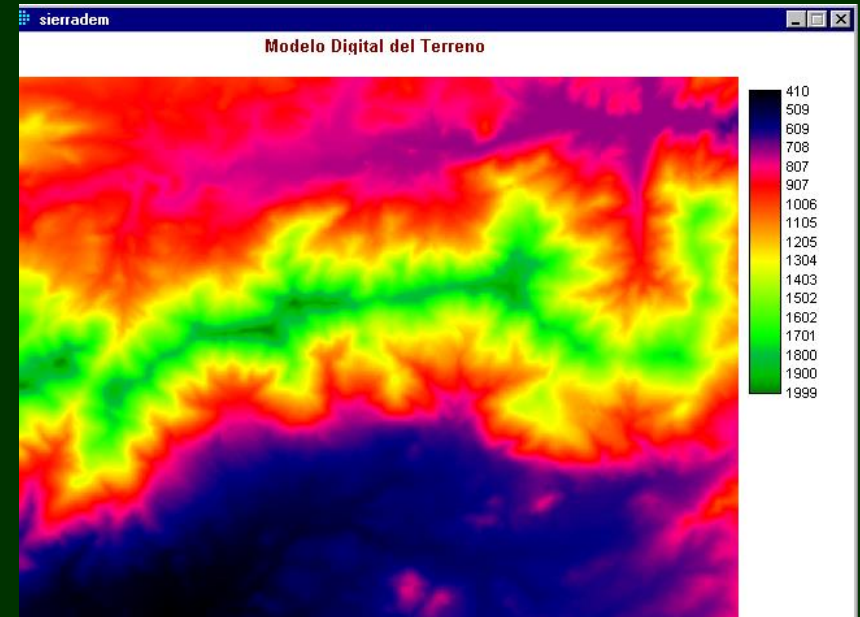


5 – Vetorial x Raster

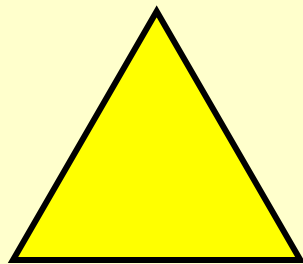
Vetorial



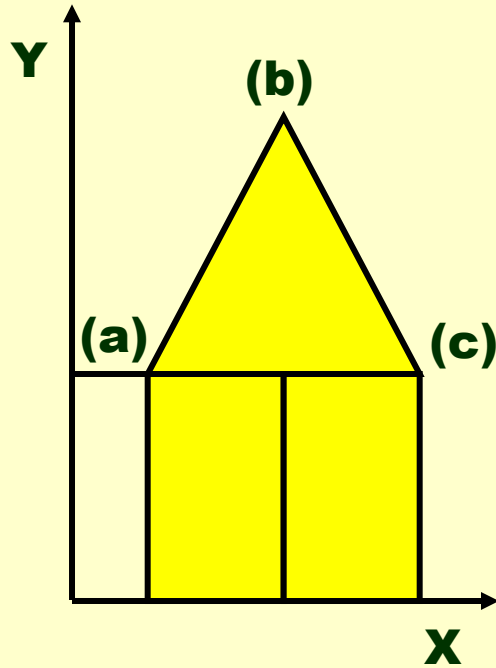
Raster



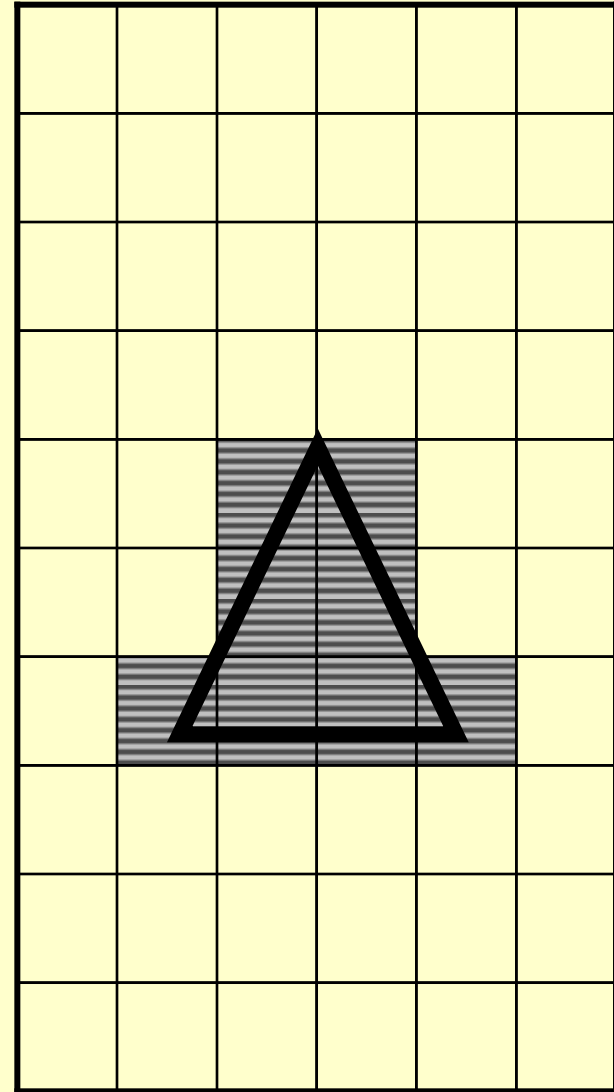
REPRESENTAÇÃO DE DADO VETORIAL E RASTER



CAMPO

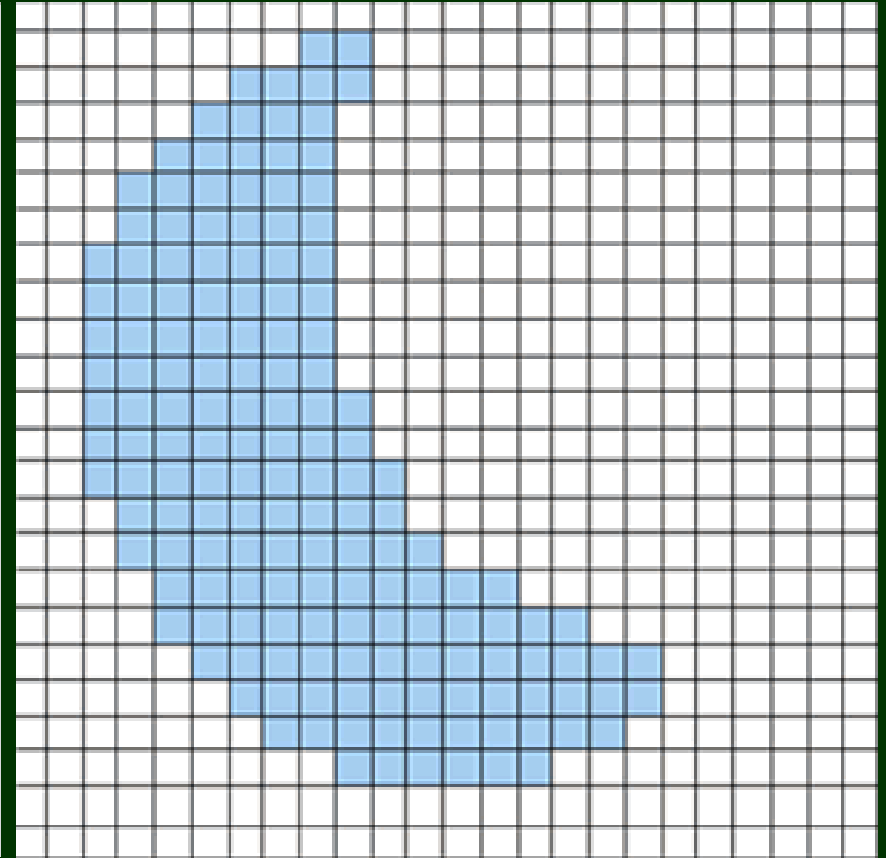


LINHAS

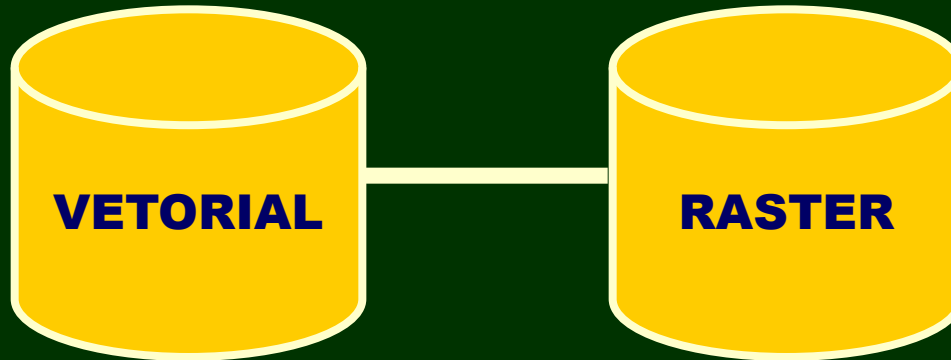


COLUNAS

5 – Vetorial x Raster



5 – Vetorial x Raster



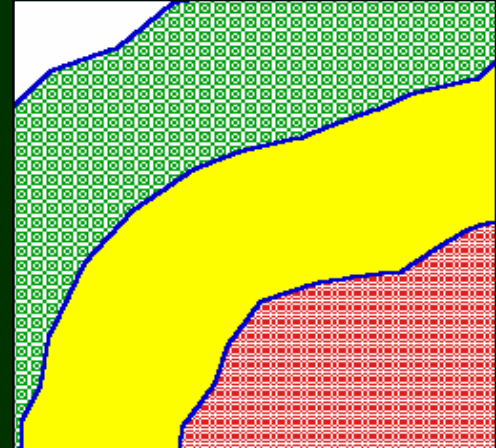
Refere-se à representação gráfica do mundo real por meio de sistemas de coordenadas, dessa forma, a unidade fundamental do dado vetorial é o par de coordenadas x, y .



5 – Vetorial x Raster

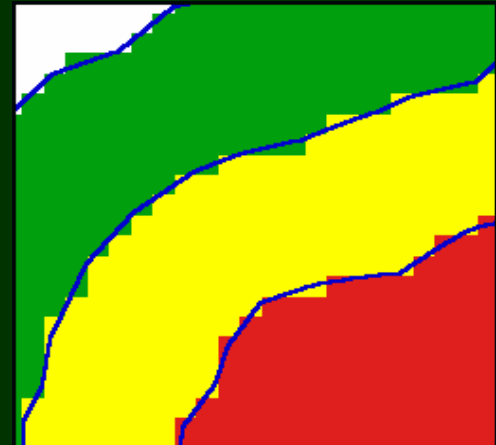
- **Vetorial**

- Objetos descontínuos
- preserva relacionamentos topológicos
- associar atributos a elementos gráficos
- eficiência de armazenamento



- **Matricial**

- Processos contínuos
- fenômenos variantes no espaço
- adequado para simulação e modelagem



5 – Raster x Vetorial

O modelo vetorial permite que os relacionamentos topológicos estejam disponíveis junto com os objetos, já no modelo matricial eles devem ser inferidos no banco de dados. Esta propriedade possibilita que os arquivos vetoriais sejam mais adequados para execução de consultas espaciais.

A associação entre o atributo e a componente gráfica também é mais adequada ao vetorial, já que neste modelo um elemento é identificado como único, enquanto no raster este é definido por um conjunto de *pixels* que possuem um atributo comum.



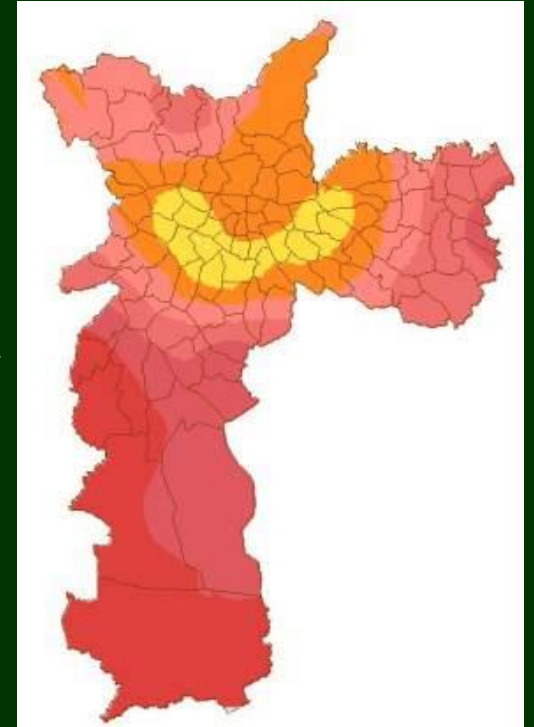
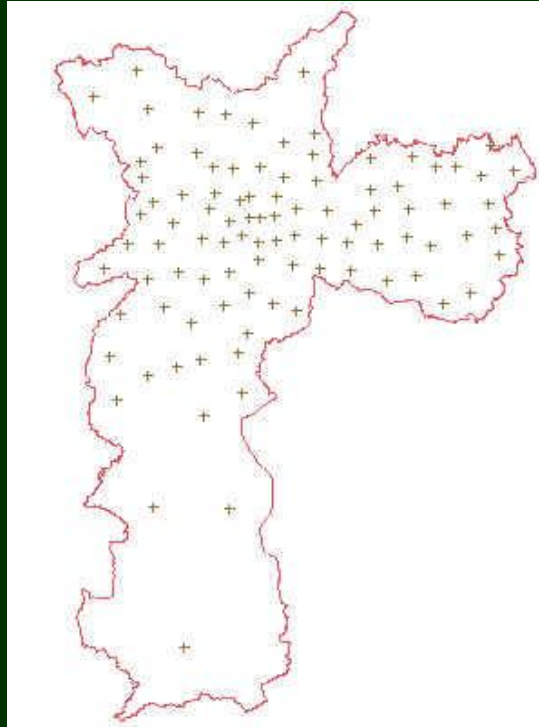
5 – Raster x Vetorial

Por outro lado, a representação da superfície por *pixels* permite que os fenômenos contínuos sejam adequadamente representados no modelo matricial. No modelo vetorial, para cada variação do fenômeno, há necessidade de criação em um novo elemento. Por isto, que o modelo matricial é utilizado nas imagens de sensoriamento remoto e, também, nos Modelos Numéricos do Terreno (MNT).



Modelo Vetorial	Modelo <i>Raster</i>
➤ Estrutura de dados compacta	➤ Estrutura de dados simples
➤ Estrutura de dados eficiente em operações topológicas	➤ Estrutura de dados eficiente em operações de sobreposição
➤ Representação idônea de objetos pontuais e lineares	➤ Representação idônea de variáveis com grande heterogeneidade espacial
➤ Representação mais compreensível (similar ao mapa convencional)	➤ É um modelo de dados necessário para manejar imagens digitais
➤ Requer menos espaço de armazenamento em disco	➤ Requer mais espaço de armazenamento em disco
➤ Produção gráfica se assemelha a mapas feitos manualmente	➤ Dependendo do tamanho do pixel, produção gráfica pode ser menos precisa
➤ Tamanho proporcional à área representada	➤ Tamanho proporcional à quantidade de informação

Conversões



Vetores ou Matrizes?

“Os limites desenhados em mapas temáticos (como solo, vegetação, ou geologia) raramente são precisos e desenhá-los como linhas finas muitas vezes não representa adequadamente seu caráter. Assim, talvez não nos devamos preocupar tanto com localizações exatas e representações gráficas elegantes. Se pudermos aceitar que limites precisos entre padrões de vegetação e solo raramente ocorrem, nós estaríamos livres dos problemas de erros topológicos associados como superposição e intersecção de mapas.” (P. A. Burrough)



A scenic sunset over a beach. The sun is low on the horizon, creating a bright, shimmering reflection on the water. The sky is filled with soft, golden light and scattered clouds. In the foreground, the dark silhouette of a tree branch with leaves hangs from the top right. The entire scene is framed by a green, textured, circular border that resembles marbled paper.

**Muito Obrigado Pela
Atenção!!!**