

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

Prof. Tiago Badre Marino – Geoprocessamento
Departamento de Geociências – Instituto de Agronomia
UFRRJ



Sumário

MODELO DE DADOS

TIPOS DE REPRESENTAÇÃO

REPRESENTAÇÃO VETORIAL

RELAÇÕES TOPOLÓGICAS

REPRESENTAÇÃO RASTER

MÉTODOS DE COMPACTAÇÃO RASTER

COMPARAÇÃO ENTRE VETOR E RASTER

MODELOS DIGITAIS DE TERRENO (MDT)

MODELO GRID

MODELO TIN

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

2

Prof. Tiago Badre Marino – Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Modelagem de Dados - Abstração

❑ Para serem armazenados no banco de dados, os dados **precisam ser reduzidos** a uma **quantidade finita** e gerenciável, o que deve ser feito através de processos de **generalização** ou **abstração**, levando em **conta o propósito do estudo**.

❑ **Abstração** é “*uma capacidade de visão de alto nível que nos permite examinar problemas de forma a selecionar grupos comuns, encontrar generalidades, para melhor compreender o problema e construir modelos.*” (Rumbaugh, 1994 apud THOMÉ, 1998)

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

3

Prof. Tiago Badre Marino – Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Modelagem de Dados - Abstração

❑ Processo pelo qual a estrutura fundamental de um domínio de aplicação é abstraída do mundo real e capturada.

❑ Qualquer descrição da realidade é sempre uma abstração, sempre parcial e sempre uma das muitas interpretações que podem ser feitas; isto é chamado de **modelagem do mundo real** e não é uma exata representação, **algumas características são aproximadas, outras simplificadas e algumas são ignoradas** (Aalders, 1998).

Ex.: Descreva você mesmo o ambiente que se encontra. Sua descrição certamente não irá considerar todos os elementos do ambiente e, tampouco coincidirá com a descrição do mesmo ambiente por outros.

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

4

Prof. Tiago Badre Marino – Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Modelagem de Dados - Componentes

- ❑ 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. Ex.: Coordenadas do poste.
 - **Relacionamentos espaciais ou topológicos**
Relações espaciais com outros objetos. Ex.: Estrada Rio Santos intercepta o Rio Guandu.
 - **Atributos temáticos**
Propriedades medidas ou observadas. Ex.: Largura da Estrada, Nome do Rio.

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

5

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Representação do Mundo Real

- ❑ O mundo real é muito complexo para ser modelado em sua integridade.
- ❑ Somente as áreas de interesse específico devem ser selecionadas para inclusão em uma determinada aplicação SIG.
- ❑ Uma vez escolhida a área de aplicação, o próximo passo é selecionar as feições relevantes e capturar informações acerca de suas localizações e características.

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

6

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Planos de Informação

- ❑ Em um SIG, os dados geográficos podem ser estruturados em planos de informação, também denominados de camadas.
- ❑ As camadas, quando geograficamente referenciadas (georreferenciadas), ou seja, referenciadas ao sistema de coordenadas terrestres (topográficas, geográficas, geodésicas ou cartesianas) podem ser sobrepostas e representam o modelo do mundo real.
- ❑ Para que ocorra a correta sobreposição entre as camadas, é necessário que elas possuam projeção cartográfica, sistema de coordenadas e sistema geodésico (datum) comuns e tenham sido geradas em escalas próximas.

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

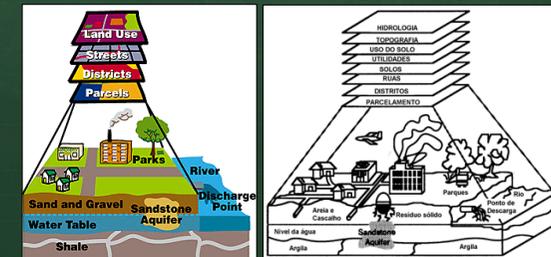
7

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Planos de Informação

- ❑ As camadas são compostas por uma coleção de elementos geográficos, denominados também como entes ou 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.
 - Exemplos: 1) um elemento não pode pertencer a ambas as classes floresta e área urbana, em um mapa de uso e cobertura do solo; 2) Um mesmo ponto não pode ter altimetria 200m e 300m.



Representações do mundo real em forma de camadas

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

8

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Identifique...: Evento, Entidade, Dado, Informação



Edifício



Colisão entre veículos



Festividade



Veículo

2 Pessoas

17º

“Avistei um incêndio e 2 pessoas correndo na Avenida Presidente Vargas”



Enumere atributos de: 1) uma pessoa; 2) um veículo; 3) um edifício

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

9

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Dado x Informação

- O **DADO** é um registro atual do ambiente. Não possui significado relevante e não conduz a nenhuma compreensão. Representa algo que não tem sentido a princípio. Portanto, **não tem valor** algum **para embasar conclusões**, muito menos respaldar decisões.
- A **INFORMAÇÃO** é a ordenação e **organização dos dados** de forma a transmitir significado e compreensão **dentro** de um determinado **contexto**. Seria o conjunto ou consolidação dos dados de forma a fundamentar o conhecimento.
- Exemplo:

AZUL
CASA GRANDE

- Tem algum significado para você os dados acima? Permite tomar alguma conclusão? Mas se eu disser: "A CASA AZUL É GRANDE". Pronto, agora sim, obtivemos uma informação na organização desses dados.

Entrada (dados) >> Processamento (análise dos dados) >> Saída (informação)

O GEOPROCESSAMENTO TRANSFORMA DADOS EM INFORMAÇÕES

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

10

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Atributos da Informação

Índice de correlação que conjuga três atributos básicos de uma informação:

- ✓ Espaço (onde)
- ✓ Tempo (quando)
- ✓ Taxonomia (o quê)



Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

11

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Outros Atributos da Informação

- Completeza
- Grau de Atualidade (ou Percibilidade)
- Confiabilidade
- Relevância
- Acessibilidade
- Precisão
- Importância
- Segurança
- Concisão



Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

12

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Componentes do SIG

Os elementos geográficos representam e descrevem os eventos e os fenômenos do mundo real através de duas componentes:

1. Gráfica ou espacial:

Descreve:

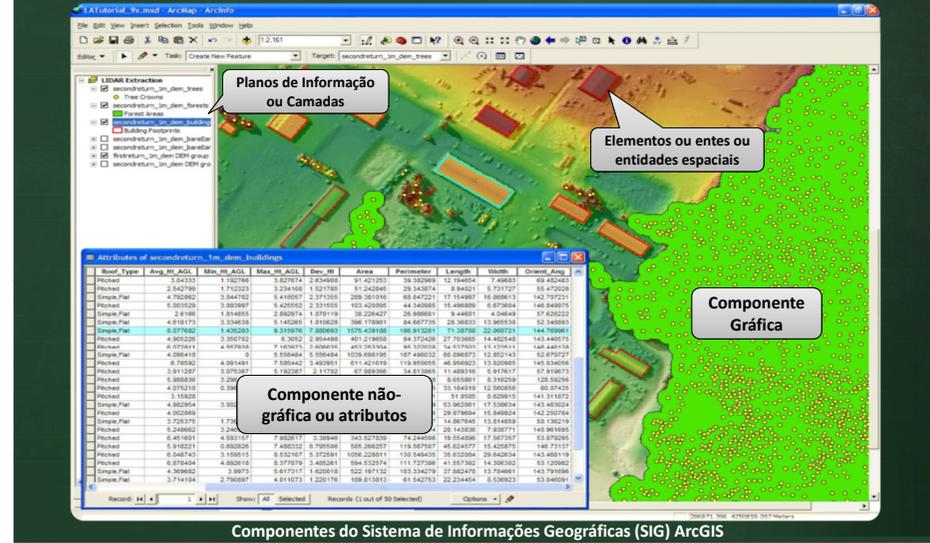
1. A **localização** registrada em coordenadas geográficas, coordenadas de projeção ou coordenadas retangulares com uma origem local. Ex: **Coordenadas UTM ou Geodésicas**;
2. A **geometria** contém informações sobre área, perímetro e forma. Ex.: **ponto, linha, área**;
3. A **topologia** descreve a relação entre os entes espaciais. Ex.: **sobreposição, intersecção,...**

OBS: Em algumas aplicações de SIG apesar da componente gráfica não ser representada visualmente através de uma tela gráfica, é possível manipular suas propriedades da mesma forma. Ex.: Oracle Geospatial

2. Não-gráfica ou não-espacial ou alfanumérica:

Descreve os atributos temáticos e temporais, representados em **forma de tabela estruturada** ou de um banco de dados convencional. Ex.: largura do rio, nome da rua, nome do bairro, altura do poste.

Componentes do SIG

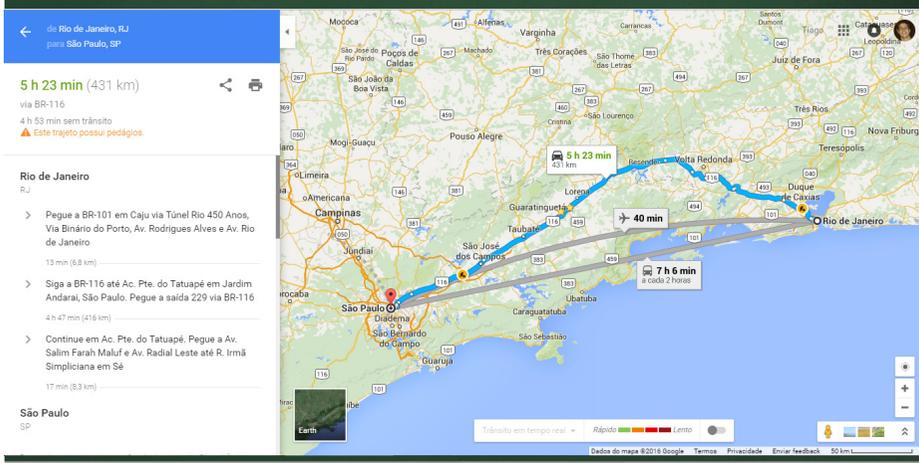


13 Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ

14 Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ

Componentes do SIG

- Como o Google Maps calcula o trajeto, tempo, custos,...
- Por que o Waze é ainda mais preciso para estimar a sua hora de chegada?



15 Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ

Componentes do SIG

- Tempo de Viagem: $50/100 + 50/80 + 50/90 + 50/110 + 50/60 = 0,5 + 0,625 + 0,55 + 0,45 + 0,83 = 2,95h = 2 h : 57 m$
- Custo: $P1 + P2 + P3 = R\$ 12,70 \times 3 = R\$ 38,10$

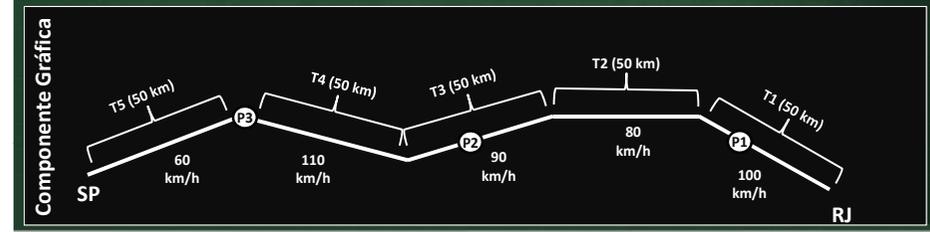
Pedágios

ID	Cidade	Valor (R\$)
P1	Seropédica	12,70
P2	Itaiaia	12,70
P3	Guarulhos	12,70

Componente Não-gráfica

Vias

ID	Veloc. (Km/h)	Pistas
T1	100	2
T2	80	3
T3	90	3
T4	110	3
T5	60	2



16 Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ

16 Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ

Sumário

MODELO DE DADOS

TIPOS DE REPRESENTAÇÃO

REPRESENTAÇÃO VETORIAL

RELAÇÕES TOPOLÓGICAS

REPRESENTAÇÃO RASTER

MÉTODOS DE COMPACTAÇÃO RASTER

COMPARAÇÃO ENTRE VETOR E RASTER

MODELOS DIGITAIS DE TERRENO (MDT)

MODELO GRID

MODELO TIN

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT



17

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ

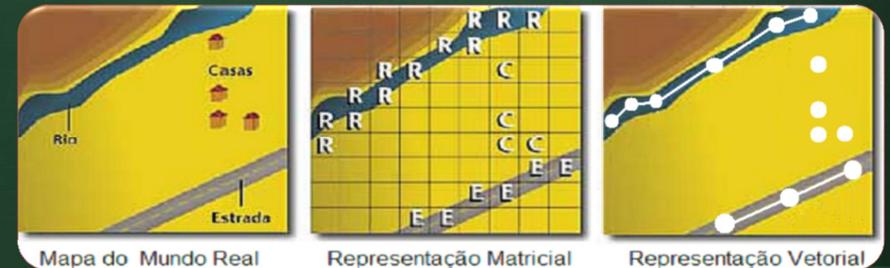
Modelo Geométrico da Componente Gráfica

VÍDEO: [What are Vector and Raster Graphics \(2 min\) \[LOCAL\] \[WEB\]](#)

- Os modelos geométricos para a representação da componente gráfica no ambiente digital são o **raster** (também chamado “matricial”) e o **vetorial** (ASSAD; SANO, 1998).

Experimento:

- Abrir uma foto JPEG no editor de imagens e aproximar ao máximo.
- Abrir um arquivo SHP ou DWG ou KML (Google) e aproximar bastante.
- Comparar a diferença dos resultados entre ambos procedimentos.



Mapa do Mundo Real

Representação Matricial

Representação Vetorial

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT



18

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ

Sumário

MODELO DE DADOS

TIPOS DE REPRESENTAÇÃO

REPRESENTAÇÃO VETORIAL

RELAÇÕES TOPOLÓGICAS

REPRESENTAÇÃO RASTER

MÉTODOS DE COMPACTAÇÃO RASTER

COMPARAÇÃO ENTRE VETOR E RASTER

MODELOS DIGITAIS DE TERRENO (MDT)

MODELO GRID

MODELO TIN

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT



19

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ

Representação Vetorial: Ponto



- Geralmente utilizado na representação de **objetos** de **pequenas dimensões** espaciais.
- Usa **um par de coordenadas** simples para **representar a localização** de uma entidade.
- O **tamanho ou a dimensão** da entidade pode **não** ser uma informação **importante, somente sua localização** pontual.

Ex: Lotes podem ser representados na base espacial por um ponto, e ter armazenados como atributos, área, proprietário, tipo de uso, valor venal, etc.

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT



20

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ

Representação Vetorial: Linha



- ❑ Definidas como um conjunto ordenado de pontos interligados por segmentos de reta (polígono aberto).
- ❑ O ponto inicial e o final são denominados nós e os pontos intermediários são chamados de vértices.
- ❑ É utilizada na **representação** de entes cuja **largura não convém ser expressada graficamente**.

Ex: estradas, cursos de água, redes de saneamento, redes de linhas de transmissão de energia elétrica, entre outras.

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

21

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Representação Vetorial: Polígono



- ❑ São usados para **representar áreas** e são definidos como um conjunto ordenado de pontos interligados, onde o **primeiro e último ponto coincidem**.
 - ❑ Atributos podem ser associados aos polígonos como área, perímetro, uso e ocupação do solo, nome, etc.
- Ex: Lotes, quadras, unidades territoriais, propriedades rurais.

Atividade: Abrir Google Earth/ArcGIS verificar os 3 tipos de formas vetoriais que se pode inserir

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

22

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Exercício:

Modele um Banco de Dados Georreferenciados (BDG) para a gestão dos recursos hídricos e apoiar a operação de reposta do Corpo de Bombeiros, atendendo aos seguintes requisitos:

- 1) Especificar pelo menos 5 atributos inerentes à entidade "hidrante de coluna".
 - a) Especificar a forma vetorial (ponto, linha ou polígono) utilizada para retratar graficamente esta entidade;
 - b) Para cada atributo, especificar o tipo de valor recebido: data, hora, única escolha, múltipla escolha, textual, numérico.
- 2) Identificar atributos para controlar o grau de atualidade e confiabilidade da informação: quem/quando informou?
- 3) O sistema deverá ser capaz de responder às seguintes consultas:
 - a) Onde estão localizados os hidrantes de coluna que estejam "operantes" e possuam vazão superior a 1.200 litros por minuto?
 - b) Onde estão localizados os hidrantes de coluna "inoperantes" dentro da jurisdição do batalhão Centro?

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

23

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Sumário

MODELO DE DADOS

TIPOS DE REPRESENTAÇÃO

REPRESENTAÇÃO VETORIAL

RELAÇÕES TOPOLÓGICAS

REPRESENTAÇÃO RASTER

MÉTODOS DE COMPACTAÇÃO RASTER

COMPARAÇÃO ENTRE VETOR E RASTER

MODELOS DIGITAIS DE TERRENO (MDT)

MODELO GRID

MODELO TIN

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

24

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Modelo Vetorial – Topologia: Conceito

- ❑ Topologia é a parte da matemática que estuda as **propriedades geométricas** que **não variam mediante uma deformação** (superfície terrestre → carta) e **especialmente o relacionamento espacial entre objetos**, como, por exemplo, proximidade e vizinhança.
- ❑ Denotam as estruturas de relacionamentos espaciais (vizinhança, proximidade, pertinência, conectividade, adjacência, entre outras) que pode se estabelecer entre objetos geográficos.

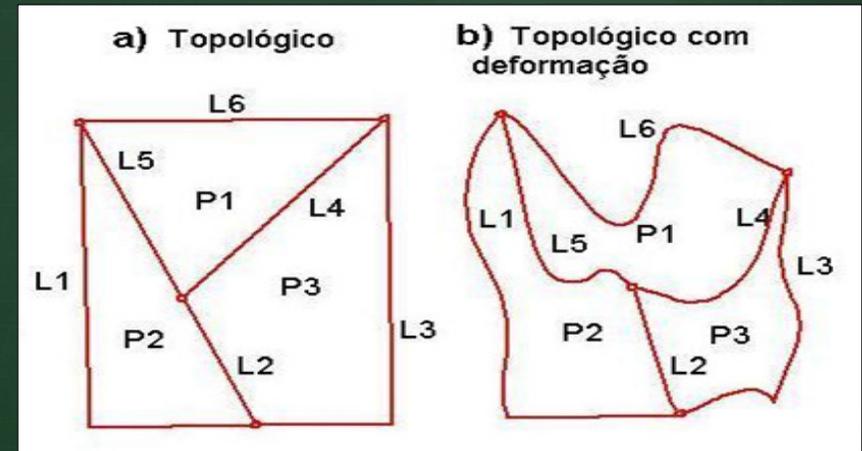
Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

25

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Modelo Vetorial com Topologia



(a) Topologia original; (b) Topologia preservada após deformação.
Ex.: Representação cartográfica: de esfera → plano

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

26

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ

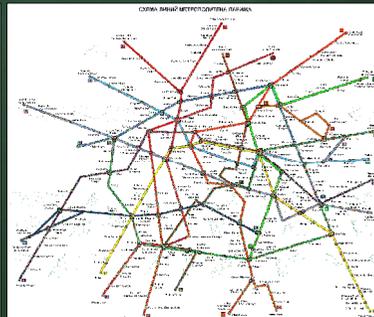


Modelo Vetorial – Mapa Topológico

- ❑ Mapas esquemáticos de metrô: o que **importa** ao público alvo é a **relação de vizinhança**, como chegar de um ponto ao outro. **Não importa** a **distância real** entre as estações.
- ❑ **Desafio: medir a distância entre duas estações.**



Representação da topologia (Metrô de Londres)



Representação da geometria (Metrô de Paris)

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

27

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Sumário

MODELO DE DADOS

TIPOS DE REPRESENTAÇÃO

REPRESENTAÇÃO VETORIAL

RELAÇÕES TOPOLÓGICAS

REPRESENTAÇÃO RASTER

MÉTODOS DE COMPACTAÇÃO RASTER

COMPARAÇÃO ENTRE VETOR E RASTER

MODELOS DIGITAIS DE TERRENO (MDT)

MODELO GRID

MODELO TIN

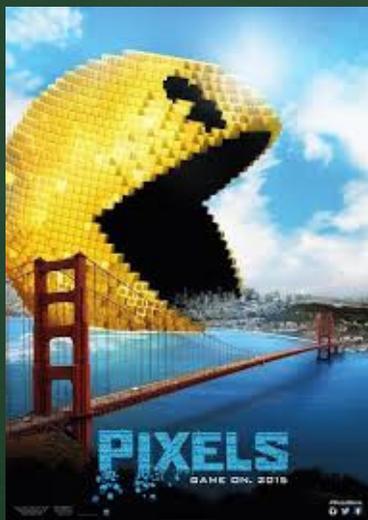
Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

28

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Representação Raster



Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

29

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Representação Raster



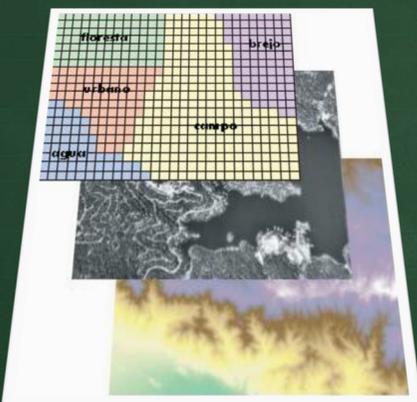
Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

30

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Representação Raster



Representação Raster: modelo discreto

- No modelo matricial (ou raster) o terreno é representado por uma matriz $M(i, j)$, composta por i colunas e j linhas, que definem células, denominadas como pixels (*picture element*).
- 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**, a um **par de coordenadas x e y** que se encontra dentro da área abrangida por aquele pixel.

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

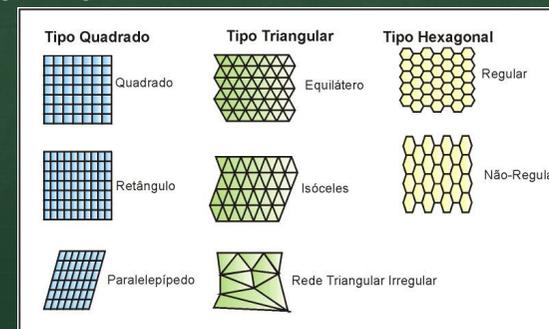
31

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Representação Raster: Formas

- Somente três formas geométricas regulares, proporcionam cobertura homogênea sobre a superfície (**sem deixar espaços não cobertos**):
 - Quadrados (usados na maioria dos casos);
 - Triângulos equiláteros;
 - Hexágonos regulares.



Formatos geométricos regulares de células raster

FONTE : A. Jon Kimerling, Associação Cartográfica Internacional. Versão em Português: UNESP

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

32

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



A Representação Raster: Características Gerais

- ❑ Formato **compatível** com dados oriundos de **scanners** e **sensores remotos**.
- ❑ Forma mais adequada para representar feições ou fenômenos contínuos no espaço, como: elevação, precipitação, declividade e dados geoquímicos – interpolação.
- ❑ Também 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.

OBS.: Para **identificação e classificação** dos elementos geográficos, é necessário **recorrer às técnicas de processamento digital de imagem** e de fotointerpretação (Ex. Software Spring, INPE).

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

33

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



A Representação Raster: Resolução Espacial

- ❑ “*Resolução Espacial é a capacidade de distinguir entre pontos adjacentes*” (Dicionário Webster)
- ❑ **NÃO CONFUNDIR:** Uma imagem com a resolução espacial de 1 m possui **melhor definição** do que um de 20 m.
- ❑ **CUSTO X BENEFÍCIO:** As medidas de área e distância serão mais exatas nos documentos de maior resolução mas, por sua vez, eles **demandam mais espaço para o seu armazenamento**.

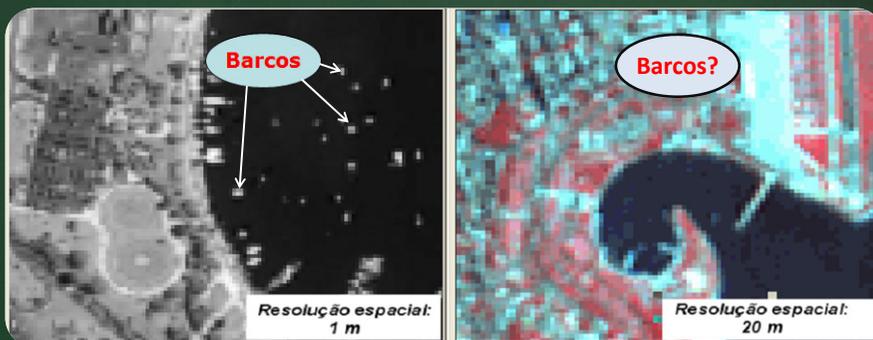
Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

34

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



A Representação Raster: Resolução Espacial



Imagens IKONOS (1m) e SPOT (20 m)

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

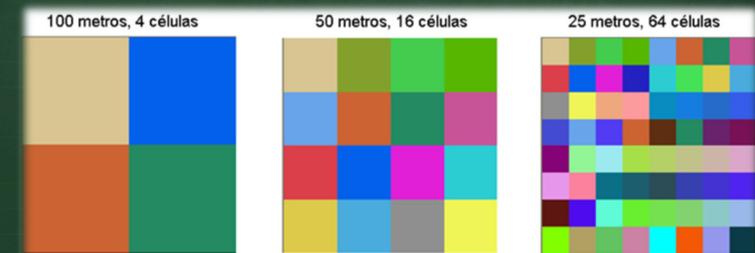
35

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



A Representação Raster: Resolução Espacial

- ❑ O tamanho de cada célula afeta muitas propriedades dos dados raster, incluindo a área destes.
- ❑ Maior precisão para medição de distâncias e áreas quanto maior a segmentação.
- ❑ O **número de células aumenta** quando há **redução da dimensão da célula – mais memória computacional!!!**.



Ex.: Mesma área (200 m x 200 m = 400 m²) representada em diferentes resoluções

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

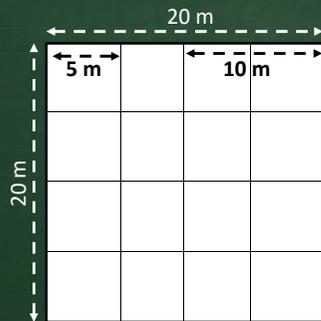
36

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



A Representação Raster: Resolução Espacial

Exercício: Dado um mapa raster com dimensões 200 x 300 e resolução espacial de 20 metros, quais serão suas novas dimensões ao realizar uma operação de reamostragem, reduzindo sua resolução espacial para 5 metros?



Conclusão:
1 pixel na resolução espacial 20 metros cobre a mesma área que 16 pixels na resolução espacial de 5 metros.
Desta forma, a nova imagem, cobrindo a mesma área, apresentará dimensões de 800 x 1200 pixels.

1 Pixel

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

37

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



A Representação Raster: Resolução Espacial

- A dimensão da célula também afeta a exatidão espacial do dado.
- A **exatidão (ou erro)** posicional esperada não é melhor que aproximadamente a metade do tamanho da célula.
 - Ex.: Mapa com resolução de 10 metros pode apresentar erros de localização de até 5 metros.



- Assim, o tamanho da célula não pode ser maior que duas vezes a exatidão esperada para o propósito da representação.

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

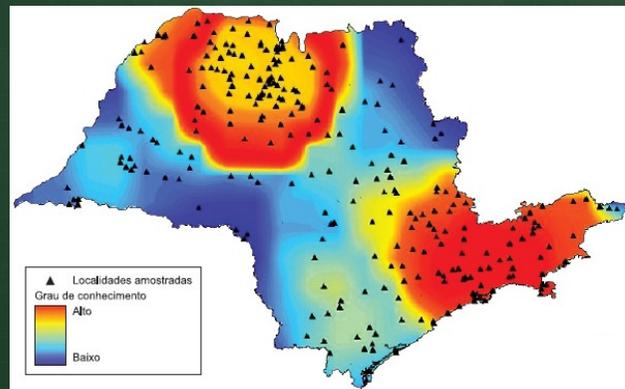
38

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



A Representação Raster: Interpolação

- Dados em apenas alguns **pontos de coleta (ou de controle)**. Os demais pontos do mapa são gerados através de aproximações proporcionais a estes valores de referência.



Exemplo de mapa de temperaturas resultante de interpolação.
Fonte: Biota Neotropical - <http://ref.scielo.org/g4pt9n>

10	?	?	?	50
?	?	?	?	?
?	?	?	?	?
?	?	?	?	?
20	?	?	?	30

Interpolação linear

10	20	30	40	50
12,5	X	X	X	X
15	X	X	X	X
17,5	X	X	X	X
20	22,5	25	27,5	30

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

39

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Sumário

MODELO DE DADOS

TIPOS DE REPRESENTAÇÃO

REPRESENTAÇÃO VETORIAL

RELAÇÕES TOPOLÓGICAS

REPRESENTAÇÃO RASTER

MÉTODOS DE COMPACTAÇÃO RASTER

COMPARAÇÃO ENTRE VETOR E RASTER

MODELOS DIGITAIS DE TERRENO (MDT)

MODELO GRID

MODELO TIN

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

40

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Métodos de Compactação Raster

- ❑ Compactações de dados raster são baseadas em algoritmos que **reduzem** o tamanho do **arquivo**, **mantendo as informações** nele contidas.
- ❑ Há maior eficiência quando a compactação é aplicada a áreas homogêneas, nas quais muitas células de mesmo valor estarão agrupadas, caracterizando redundâncias.
- ❑ Algoritmos de compressão de dados **removem** muitas dessas **redundâncias**.
- ❑ Quanto **mais homogênea** a imagem, **maior** será a intensidade da **compactação**.
- ❑ De modo análogo, quanto mais heterogênea a imagem raster, menor o grau de compactação obtido.

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

41

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Métodos de Compactação Raster: Run-Length-Coding

- ❑ Método comum de compressão de dados baseado na gravação do percurso sequencial dos valores de células raster.
- ❑ Cada percurso é gravado com um valor e um comprimento;
 - O número à esquerda do par, representa o número de células na linha e o número à direita representa o valor da célula.
 - Assim, 2:9, listado na primeira linha do exemplo, indica que a célula de valor 9 aparece duas vezes consecutivas.

Raster

9	9	6	6	6	6	6	7
6	6	6	6	6	6	6	6
9	9	6	6	6	6	7	7
9	8	9	6	6	7	7	5

Run-length codes

2:9, 5:6, 1:7
 8:6
 2:9, 4:6, 2:7
 2:9, 1:8, 1:9, 2:6, 2:7, 1:5

Exemplo de compactação pelo método *Run-Length Coding* (RLC)

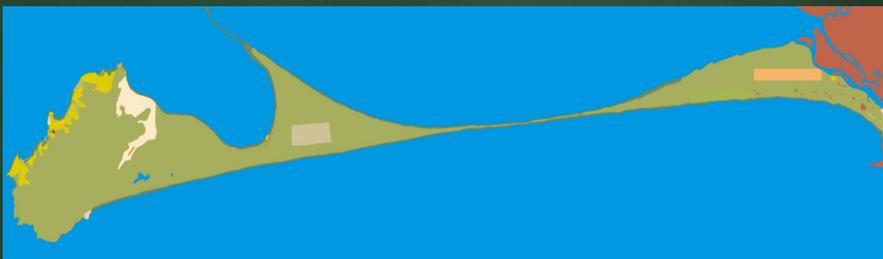
Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

42

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Métodos de Compactação Raster: Exemplo Comparativo



- ❑ Local: Restinga da Marambaia
- ❑ Dimensões: 4000x1000 pixels
- ❑ **SEM COMPACTAÇÃO:**
 - Tamanho do arquivo no formato BMP: 13,1 Mbytes
- ❑ **COM COMPACTAÇÃO RUN-LENGTH-CODING:**
 - Tamanho do arquivo no formato RST/SAGA: 72,0 Kbytes – **180 vezes menor!!**

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

43

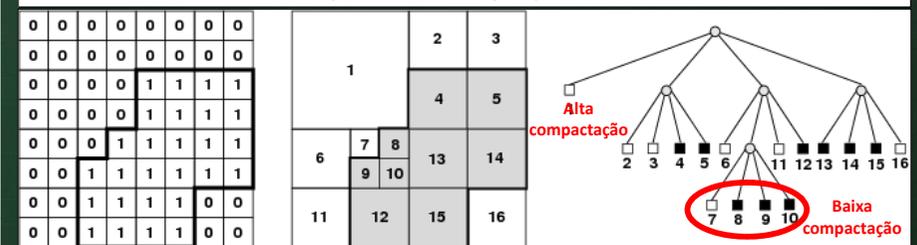
Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Métodos de Compactação Raster: “Quad Tree”

- ❑ “Método de compactação de dados raster, pela subdivisão consecutiva do espaço em quadrantes.” (Teixeira e Christofletti, 1997)
- ❑ A cada interação o sistema armazena os quadrantes de células homogêneas e subdivide quadrantes de células heterogêneas.
- ❑ O sistema permanece realizando interações e decompondo os quadrantes até não encontrar mais regiões de células heterogêneas.

(A) Matriz Binária (B) Esquema de Decomposição (C) Árvore Quaternária



Estrutura da Árvore Quaternária (*Quad tree*)

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

44

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Sumário

MODELO DE DADOS

TIPOS DE REPRESENTAÇÃO

REPRESENTAÇÃO VETORIAL

RELAÇÕES TOPOLÓGICAS

REPRESENTAÇÃO RASTER

MÉTODOS DE COMPACTAÇÃO RASTER

COMPARAÇÃO ENTRE VETOR E RASTER

MODELOS DIGITAIS DE TERRENO (MDT)

MODELO GRID

MODELO TIN

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

45

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Comparação entre Vetor e Raster

Qual é melhor, modelo raster ou vetorial?”

- Nenhuma das duas classes de representação de dados é melhor em todas as condições ou para todos os dados.
- Ambos apresentam vantagens e desvantagens relativas a cada um:
 - Em alguns casos é preferível manter dados no formato raster e em outros no formato vetorial.
 - Mesmo assim, a maioria dos dados podem ser representados em ambos os formatos, podendo ainda ser convertidos entre eles.

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

46

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Comparação entre Vetor e Raster: Vantagens do Raster

Algumas vantagens do modelo de representação raster sobre o modelo de representação vetorial:

- ↳ A forma de **organização das células em linhas e colunas** é muito simples e com **codificação** numa estrutura lógica na maioria das **linguagens de computador**.
- ↳ A posição de cada célula é dada pelo número da linha e coluna em que ela se encontra.
- ↳ **Facilita** operações algébricas entre camadas (**operações com matrizes**), correspondendo a operações algébricas entre os pixels de camadas sobrepostas corretamente, ou seja, georreferenciadas e com mesma resolução espacial.
 - Este processamento é utilizado na elaboração de mapas de susceptibilidade (potencial/risco); o valor obtido por cada pixel, após as operações algébricas, pode ser classificado em níveis de susceptibilidade (baixo, médio, alto).
 - A seguir um exemplo de metodologia de avaliação em mapas raster.

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

47

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Exemplo de Avaliação em Mapas Raster (Sistema S.A.G.A.)

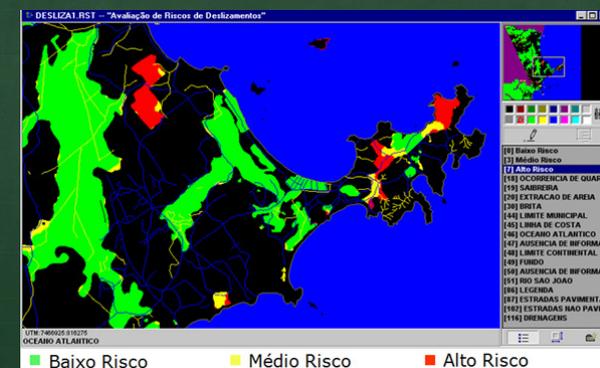
$$A_{ij} = \sum_{K=1}^n (P_k \times N_k)$$

A_{ij} = pixel da base georreferenciada sob análise;

n = número de mapas digitais utilizados;

P_k = percentuais atribuídos ao mapa “k”, dividido por 100;

N_k = possibilidade (nas escalas de “0 a 10” ou “0 a 100”) da ocorrência conjunta da classe “k”, com a alteração ambiental sob análise (uma única classe, para cada mapa digital, pode ocorrer em cada pixel).



Exemplo de modelo raster : mapa de avaliação de “Riscos de Deslizamentos” processado no aplicativo Vista Saga/UFRJ

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

48

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Comparação entre Vetor e Raster: Vantagens do Vetor

- ❑ Algumas vantagens do modelo de representação vetorial sobre o modelo de representação raster:
 - 👉 Os modelos vetoriais geralmente destacam-se, como de **armazenamento mais compacto**.
 - 👉 Grandes **regiões homogêneas** são **armazenadas pelas coordenadas dos seus limites no modelo vetorial**, enquanto que no **modelo raster** são **armazenadas como um grupo de células**.
 - 👉 Dado vetorial é **mais adequado** para **representar redes (networks)** e outras feições lineares conectadas – algoritmos baseados em grafos.
 - 👉 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.

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

49

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Comparação entre Vetor e Raster: Quadro Comparativo

CARACTERÍSTICA	RASTER	VETOR
Estrutura de Dados	Geralmente simples	Geralmente complexo
Requisito de Armazenagem	Grande para a maioria dos dados sem compressão	Pequena, para a maior parte dos dados
Conversão de Sistema de Coordenadas	Pode ser lenta, devido ao volume, e requerer reamostragem	Simple
Precisão Posicional	Degaus contornando células. Depende da resolução adotada	Limitado somente pela qualidade posicional de levantamento
Acessibilidade	Fácil para modificar através do uso de programas; estrutura de dados simples	Freqüentemente complexo
Visualização e saída	Bom para imagens, mas para feições discretas, pode mostrar efeito escada	Parecido com mapas, com curvas contínuas; pobre para imagens
Relações espaciais entre objetos	Relacionamentos espaciais devem ser inferidos	Relacionamentos topológicos entre objetos disponíveis
Análise e Modelagem	Superposição e modelagem mais fáceis	Álgebra de mapas é limitada

Quadro comparativo entre as estruturas Raster e Vetorial

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

50

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Sumário

MODELO DE DADOS

TIPOS DE REPRESENTAÇÃO

REPRESENTAÇÃO VETORIAL

RELAÇÕES TOPOLÓGICAS

REPRESENTAÇÃO RASTER

MÉTODOS DE COMPACTAÇÃO RASTER

COMPARAÇÃO ENTRE VETOR E RASTER

MODELOS DIGITAIS DE TERRENO (MDT)

MODELO GRID

MODELO TIN

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

51

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Modelos Digitais de Terreno: Características

- ❑ Representa a **distribuição espacial da magnitude** (grandeza) de fenômeno, através de uma representação matemática computacional (Felgueiras, 2005).
- ❑ A magnitude (z) é **expressa por valores numéricos** obtidos no levantamento ambiental pontual, levantamento cadastral e levantamento planialtimétrico.
- ❑ A **primeira etapa** para a geração de Modelo Numérico do Terreno (MNT) corresponde à **aquisição de amostras**, representadas por curvas de isovalores (isolinhas) ou **pontos tridimensionais, compostos pelas coordenadas (x,y) e pelo valor da magnitude (z)**.
- ❑ A **etapa seguinte** consiste na modelagem propriamente dita, que tem como resultado a **geração** de uma grade retangular (GRID) ou triangular (TIN).
- ❑ Os MNT podem ser aplicados para **representar espacialmente** a magnitude de **qualquer tipo de fenômeno**, como **hidrometeorológico, geofísico, geoquímico e altimetria**; este último recebe uma **denominação específica: Modelo Digital de Elevação (MDE)**.

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

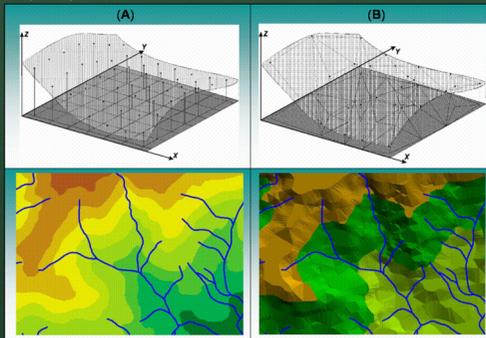
52

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Modelos Digitais de Terreno: Características

- Com base nesses modelos é possível:
 - Calcular **volume** e **área** (mais correta que quando numa sup. planimétrica – carta);
 - Traçar perfil e secção transversal;
 - Gerar isolinhas e mapas de declividade, orientação de vertentes, sombreamento e visibilidade;
 - Visualizar em perspectiva **tridimensional**.



Modelo Digital de Terreno: (A) grade retangular e (B) grade triangular

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

53

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Sumário

MODELO DE DADOS

TIPOS DE REPRESENTAÇÃO

REPRESENTAÇÃO VETORIAL

RELAÇÕES TOPOLÓGICAS

REPRESENTAÇÃO RASTER

MÉTODOS DE COMPACTAÇÃO RASTER

COMPARAÇÃO ENTRE VETOR E RASTER

MODELOS DIGITAIS DE TERRENO (MDT)

MODELO GRID

MODELO TIN

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

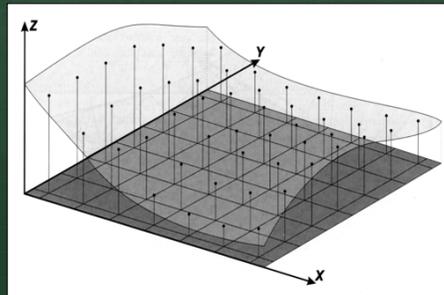
54

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Grade Regular - GRID

- Grade Regular - GRID** é uma representação raster onde cada célula está associada a um valor numérico (regular), que aproxima superfícies através de um poliedro de faces retangulares.
- Não retratam fielmente o mundo real uma vez que possuem apenas informações exatas de cada célula. A geração da superfície contínua é realizada através de modelos de interpolação.



Modelo de superfície gerada por uma grade retangular (Fonte: INPE)

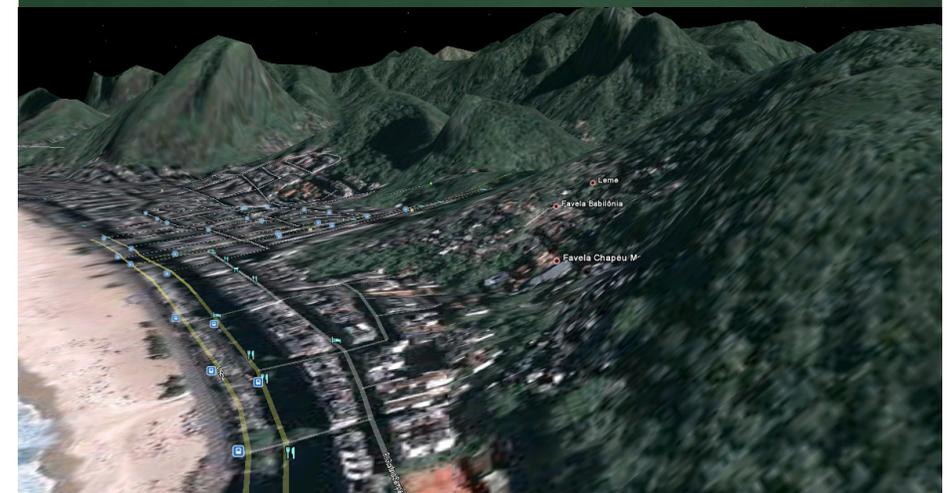
Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

55

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Modelos Digitais de Terreno: Exemplo



Google Earth – Renderização 3D do Modelo Digital de Elevação (MDE). Para alguns pontos há o dados da altitude. Os demais são gerados a partir de interpolação.

Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

56

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Sumário

MODELO DE DADOS

TIPOS DE REPRESENTAÇÃO

REPRESENTAÇÃO VETORIAL

RELAÇÕES TOPOLÓGICAS

REPRESENTAÇÃO RASTER

MÉTODOS DE COMPACTAÇÃO RASTER

COMPARAÇÃO ENTRE VETOR E RASTER

MODELOS DIGITAIS DE TERRENO (MDT)

MODELO GRID

MODELO TIN

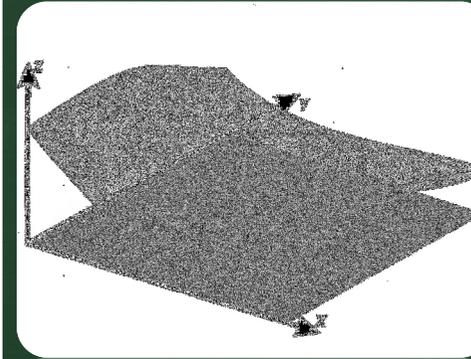
Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

57

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Grade Irregular TIN: *Triangulated Irregular Network*



Modelo de superfície gerada por grade triangular

(Fonte: INPE)

- ❑ É o grafo planar construído sobre n pontos (vértices), de um espaço tridimensional projetados no espaço bidimensional x,y e unidos por segmentos de retas (arestas), que não se interceptam. (Preparata e Shamos, 1985)
- ❑ Método de estruturação dos dados para criação de uma superfície a partir de pontos espaçados irregularmente, sem necessariamente interpolar pontos intermediários.
- ❑ Muito utilizado em projetos de engenharia.

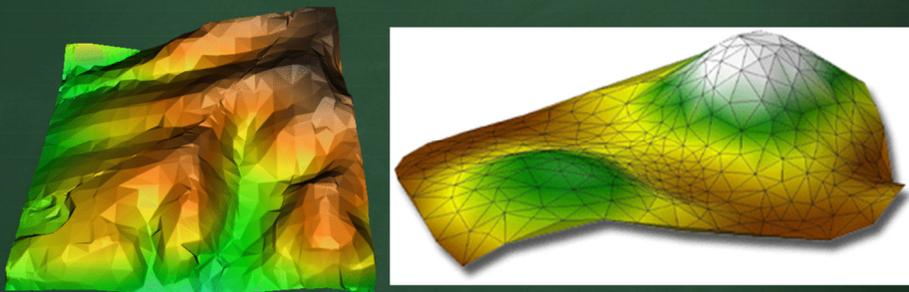
Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

58

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Grade Irregular TIN: Exemplos



Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

59

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Referências Bibliográficas

- ❑ FORTES, Laís Regina Ghelere Martins. Processo de modelagem de dados em sistema de informação geográfica. São Paulo, 1998. 211p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- ❑ RODRIGUES, M. A modelagem de dados Espaciais. Fator GIS: A Revista do Geoprocessamento, a.2, n.5, p.39-40, 1994.
- ❑ RODRIGUES, Marcos. Introdução ao Geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 1., São Paulo, 1990. Curso Introdutório. São Paulo: EPUSP, 1990. p1-26.
- ❑ RUMBAUGH, J. et al. Modelagem e projetos baseados em objetos. Trad. de Dalton Conde de Alencar. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- ❑ **YouTube - Vídeo Aulas:**
 - 1) [Dados Vetoriais X Dados Matriciais | Conceitos](#)
 - 2) [0103 Imagens Vetoriais e Matriciais](#)



Modelagem de Dados Espaciais, Raster x Vetor x MDT

60

Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ

