

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

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



Sumário

INTRODUÇÃO

MODELO DE DADOS

TIPOS DE REPRESENTAÇÃO

REPRESENTAÇÃO VETORIAL

REPRESENTAÇÃO RASTER

MÉTODOS DE COMPACTAÇÃO

COMPARAÇÃO ENTRE VETOR E RASTER

MODELOS DIGITAIS DE TERRENO (MDT)

MODELO GRID

MODELO TIN

2

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN
Prof. Tiago Badre Marino – Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Introdução

- ❑ 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)

Sumário

INTRODUÇÃO

MODELO DE DADOS

TIPOS DE REPRESENTAÇÃO

REPRESENTAÇÃO VETORIAL

REPRESENTAÇÃO RASTER

MÉTODOS DE COMPACTAÇÃO

COMPARAÇÃO ENTRE VETOR E RASTER

MODELOS DIGITAIS DE TERRENO (MDT)

MODELO GRID

MODELO TIN

4

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN
Prof. Tiago Badre Marino – Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



3

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN
Prof. Tiago Badre Marino – Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



Modelagem de Dados - Definições

- ❑ 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 (Alders, 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.
- ❑ De acordo com Sá (2001) as etapas da modelagem, referentes a abstração do mundo real e a definição do modelo conceitual, formam a base para a coleta dos dados.

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

5

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



Modelagem de Dados – Definições

- ❑ 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.

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

6

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.
- ❑ As informações são adquiridas com métodos específicos a depender do seu perfil e do propósito para que serão usadas.

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

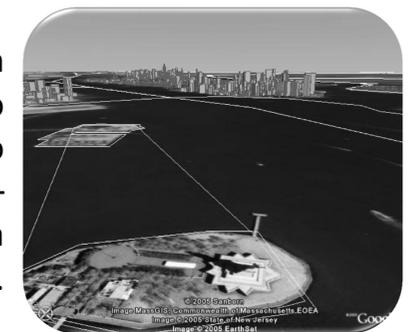
7

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



Representação do Mundo Real

- ❑ Todo processo de representação envolve redução.
- ❑ Mapas são representações gráficas do mundo real.
- ❑ A representação de localidades da superfície terrestre (irregular e tridimensional) em mapas (planos) implica em distorções (aceitáveis).
- ❑ Evolução: Representação com uso de imagem satélite, modelo digital de elevação e restituição tridimensional de edificações – ainda assim distante da integralidade do mundo real. (Estátua da Liberdade – NY - USA)



Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

8

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.

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

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



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.
 - Por exemplo, um elemento não pode pertencer a ambas as classes floresta e área urbana, em um mapa de uso e cobertura do solo. Ou, mesmo ponto não pode ter altimetria 200m e 300m.



Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

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



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 – coordenadas UTM ou Geodésicas;
 2. A geometria contendo informações sobre área, perímetro e forma – ponto, linha ou área;
 3. A topologia – relação entre os entes espaciais: 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.

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

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



Componentes de um SIG

Roof_Type	Avg_Ht_AGL	Min_Ht_AGL	Max_Ht_AGL	Dev_Ht	Area	Perimeter	Length	Width	Orient_Ang
Plano	3.92732	1.107760	2.923608	81.42125	29.32309	12.19454	7.8503	50.42465	
Plano	2.542799	1.712323	3.224108	1.521785	51.24284	29.34374	8.94021	6.71727	86.472028
Plano	6.702621	3.047652	6.416057	2.271265	209.201916	68.041221	11.44681	6.84648	162.702257
Plano	5.092528	3.093987	5.426502	2.331555	193.420995	44.346985	15.496889	6.673804	148.846975
Plano	2.4168	1.144864	2.802974	1.275118	58.204427	38.046651	11.44681	6.84648	52.802257
Plano	4.615173	3.34636	5.142055	1.918028	346.178881	84.667753	26.36833	13.865536	52.348685
Plano	8.071928	1.452583	9.319108	7.868985	19174.818108	198.972281	11.387056	22.962729	144.709885
Plano	4.052226	3.359702	6.2052	2.954498	401.219905	64.374203	27.70305	14.402543	143.446515
Plano	6.07291	4.657938	7.42373	2.505025	401.251294	66.232208	24.07703	11.521614	148.446515
Plano	4.056143	0	5.556464	5.556464	1039.658195	187.486032	80.890273	12.82143	52.87927
Plano	6.76928	4.891481	7.980442	3.488381	611.421619	118.896665	48.99023	13.20666	145.24666
Plano	3.811207	3.075187	5.895361	2.31792	67.88956	36.693605	11.488316	6.937617	57.618673
Plano	5.888836	3.298	8.05861	5.142056	128.9296	31.184819	12.848884	60.57418	
Plano	4.072181	0.298	3.19026	3.19026	14.007645	17.314468	14.007645	142.210784	
Plano	3.19026	3.002	3.24862	3.24862	29.979804	15.848024	14.007645	142.210784	
Plano	3.252375	1.734	4.881821	7.868985	343.827639	74.244506	26.143036	7.938771	145.861685
Plano	5.91821	0.692028	7.488332	6.795406	646.266267	118.867607	48.624877	14.424878	148.73117
Plano	6.048743	3.159616	6.932187	6.272961	1066.228811	136.648426	19.620684	20.420684	142.86818
Plano	6.878484	4.892818	8.378179	3.488381	884.532574	111.727360	41.587382	14.386382	53.120682
Plano	4.2688743	3.39879	5.015117	4.028194	527.191122	103.764276	37.882476	13.746484	142.791686
Plano	3.714454	2.788897	4.011073	1.226176	186.615813	61.542753	22.234454	6.536893	53.646891

Componentes do Sistema de Informações Geográficas (SIG) ArcGIS

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

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

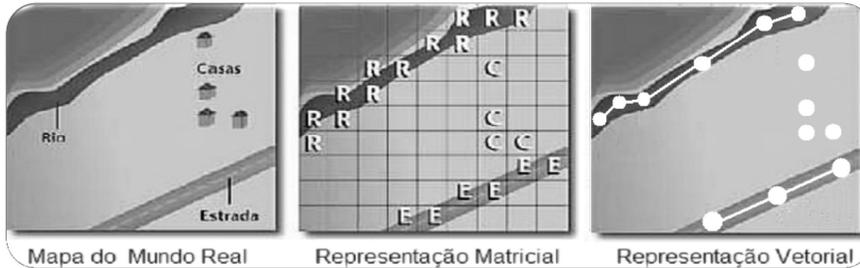


Modelo Geométrico da Componente Gráfica

- Os modelos geométricos para a representação da componente gráfica no ambiente digital são o matricial, também denominado de **raster**, e o **vetorial** (detalhados adiante).

Atividade:

- 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 do resultados entre ambos procedimentos.



Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN



13

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

Sistema de Coordenadas

- Sistemas de Coordenadas** são usados para definir a localização espacial de domínios espaciais dos objetos.

- Ex.: O sistema de projeção UTM apresenta um sistema de coordenadas métrico, cartesiano com origem no Equador para coordenadas N (norte = lat) e o meridiano central de cada zona, para coordenadas E (leste = long).

- Sistema de Projeção Cartográfica** refere-se a um método, usado em mapeamentos, que envolve transformações matemáticas, pelas quais a superfície terrestre (curva) é representada numa superfície plana.

- Nas projeções, as distorções são conhecidas e controladas, porém, nenhum dos sistemas é isento desta limitação.

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN



14

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

Sistema de Coordenadas – Projeções e Deformações

- Os mapas são representações aproximadas da superfície terrestre uma vez que não se pode passar de uma superfície curva para uma superfície plana sem que haja deformações.

- A classificação das projeções depende do tipo de superfície adotada (cilindro, cone, poliedro) e pelas propriedades de deformação que as caracterizam. Cada tipo de projeção se adequa melhor a uma região do globo.

- No Brasil (e > parte do mundo): Melhor projeção é a de Mercator – cilíndrica e conforme.

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN



15

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

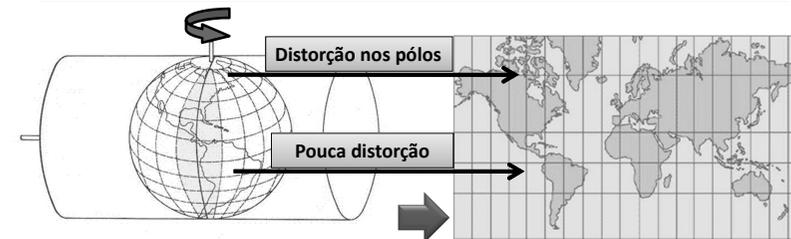
Sistema de Coordenadas – Projeção de Mercator

- Nesta projeção os meridianos e os paralelos são linhas retas que se cortam em ângulos retos.

- Corresponde a um tipo cilíndrico pouco modificado.

- Nela as regiões polares aparecem muito exageradas, inviabilizando as medições nestes locais. Aplicam-se então outros sistemas de projeção mais adequados aos pólos.

Mais Info em : http://www.lapig.iesa.ufg.br/lapig/cursos_online/gvsig/a_projeo_utm.html



Cilindro secante ao globo terrestre, rotacionado de 6 em 6 graus, completando 60 fusos ("gomos")

Projeções de Mercator ou Cilíndrica Equatorial

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

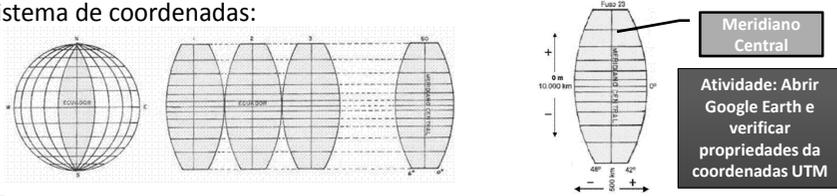


16

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

Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM)

- Cada fuso apresenta um único sistema plano de coordenadas, com valores que se repetem em todos os fusos.
- Assim, para localizar um ponto definido pelo sistema UTM, é necessário conhecer, além dos valores das coordenadas, o fuso ao qual as coordenadas pertencem, já que elas são idênticas de em todos os fusos.
- Para evitar coordenadas negativas, são acrescentadas constantes à origem do sistema de coordenadas:



- 10.000.000 m para a linha do Equador, referente ao eixo das ordenadas do hemisfério sul, com valores decrescentes nesta direção; 0 m para a linha do Equador, referente ao eixo das ordenadas do hemisfério norte, com valores crescentes nesta direção; e 500.000 m para o meridiano central, com valores crescentes do eixo das abscissas em direção ao leste. [Clique aqui para mais detalhes](#)

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

17

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



Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM)

- Devido à sua extensão longitudinal, o território brasileiro é abrangido por 8 fusos UTM: do fuso 18, situado no extremo oeste, ao fuso 25, situado no extremo leste do território.

- Como quase toda a extensão latitudinal do território está situada no hemisfério sul, as coordenadas situadas ao norte da linha do Equador, que deveriam apresentar valores crescentes e seqüenciais a partir do 0, de acordo com a convenção atribuída à origem do sistema de coordenadas, apresentam valores crescentes e seqüenciais a partir de 10.000.000m, dando continuidade às coordenadas atribuídas ao hemisfério sul.

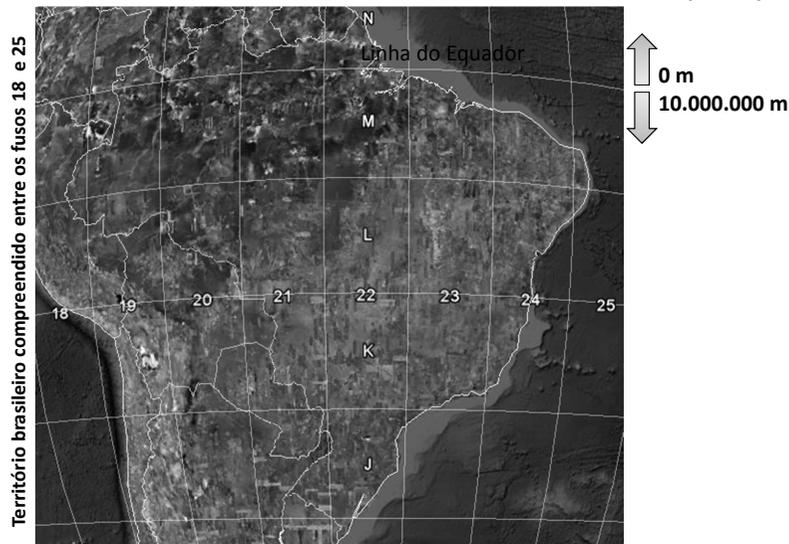
Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

18

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



Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM)



Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

19

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



Sistema UTM – Algumas Questões

- As coordenadas UTM assumem valores negativos em alguma localidade para:
 - Latitude?
 - Longitude?
- Dado o par de coordenadas 7723300m : 315462m:
 - Qual valor representa a Latitude?
 - Quantos lugares na Terra apresentam este par de coordenadas?
- Como solucionar a ambiguidade acima?
- Quantos lugares na Terra apresentam LNG 500.000m?
- Quantos fusos são necessários para cobrir a Terra?

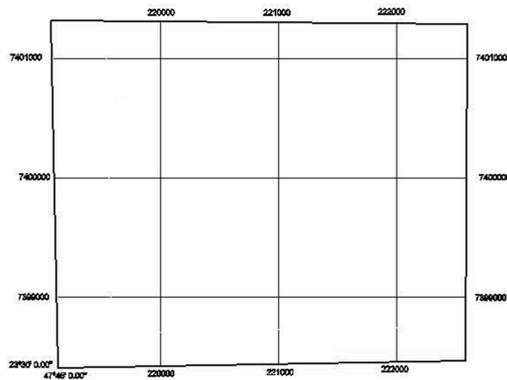
Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

20

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



Sistema de Coordenadas: O Sistema Cartesiano



Exemplo de Sistema de Coordenadas Cartesianas: UTM

❑ O **Sistema Cartesiano** é definido a partir de dois ou três eixos, com ângulos ortogonais num sistema métrico.

- Sistemas cartesianos bidimensionais são definidos pelos eixos x e y no plano.
- Sistemas cartesianos tridimensionais são definidos pelos eixos z , ortogonal aos outros dois eixos, x e y .

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

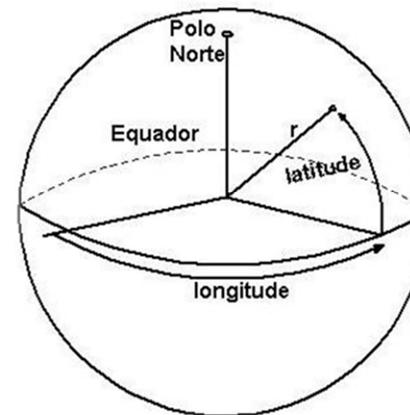
21

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



Sistema de Coordenadas: O Sistema Esférico

Coordenadas Esféricas



Exemplo de Sistema Esférico: Coordenadas Geodésicas

❑ O **Sistema Esférico** usa dois ângulos de rotação e uma distância radial para especificar localizações numa superfície modelada da Terra, expressa em graus, minutos e segundos.

- **Longitude (λ):** definida pelo ângulo diedro formado pelo plano do Meridiano de Greenwich e pelo meridiano local.
- **Latitude (Φ):** ângulo que a vertical forma com sua projeção sobre o plano do Equador.

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

22

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



Sumário

INTRODUÇÃO

MODELO DE DADOS

TIPOS DE REPRESENTAÇÃO

REPRESENTAÇÃO VETORIAL

REPRESENTAÇÃO RASTER

MÉTODOS DE COMPACTAÇÃO

COMPARAÇÃO ENTRE VETOR E RASTER

MODELOS DIGITAIS DE TERRENO (MDT)

MODELO GRID

MODELO TIN

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

23

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



Tipos de Representação

❑ Segundo ASSAD; SANO (1998), existem duas classes de representações computacionais de mapas:

- Vetoriais
- Matriciais (raster)

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

24

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



Sumário

INTRODUÇÃO

MODELO DE DADOS

TIPOS DE REPRESENTAÇÃO

REPRESENTAÇÃO VETORIAL

REPRESENTAÇÃO RASTER

MÉTODOS DE COMPACTAÇÃO

COMPARAÇÃO ENTRE VETOR E RASTER

MODELOS DIGITAIS DE TERRENO (MDT)

MODELO GRID

MODELO TIN

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

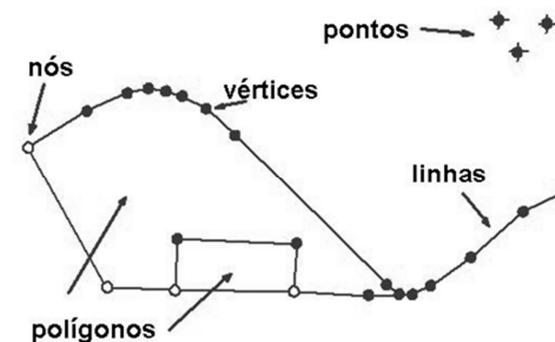
Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRJ



25

Representação Vetorial

- “As representações vetoriais, têm em comum o fato de que os domínios espaciais são representados por conjuntos de traços, deslocamentos ou vetores, adequadamente referenciados.” Rodrigues (1990).



Representação dos elementos primários do modelos vetorial: pontos, linhas e polígonos

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

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



26

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.

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

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



27

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.

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

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



28

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 que se pode inserir

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

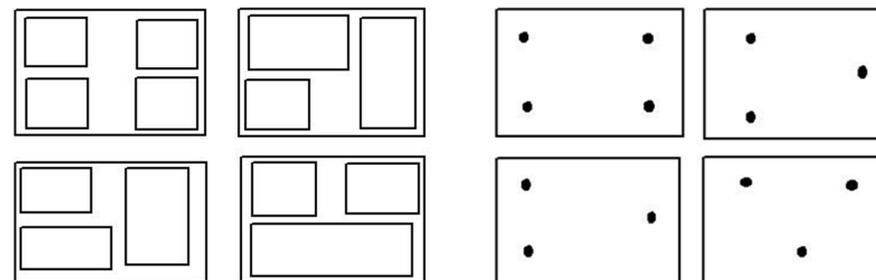
29

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



Representação Vetorial: Propósito da Representação

- ❑ A adoção de uma das três formas de representação de um determinado ente, depende do propósito com que observamos o objeto do mundo real que estamos representando.



Exemplo de lotes representados por polígonos (esquerda) ou pontos (direita)

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

30

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



Representação Vetorial: Generalização

- ❑ Generalização é a simplificação ou eliminação de detalhes.
- ❑ Está associada à escala de representação de uma carta.
 - Diminuir escala implica na simplificação dos objetos.
 - Pode ser necessário:
 - ignorar as áreas muito pequenas;
 - transformar polígonos em pontos ou linhas (slide anterior).

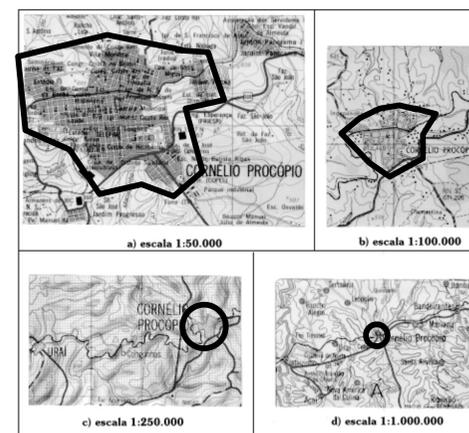
Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

31

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



Representação Vetorial: Exemplo de Generalização



Exemplo de generalização devido à mudança de escala.

Fonte: IBGE

- ❑ Podemos observar o processo de generalização a medida que a escala da carta diminui.
- ❑ Na figura “a” são representados os lotes, na “b” apenas as quadras, na “c” apenas um polígono com mancha urbana e na “d” a mancha urbana é representada apenas por um ponto.

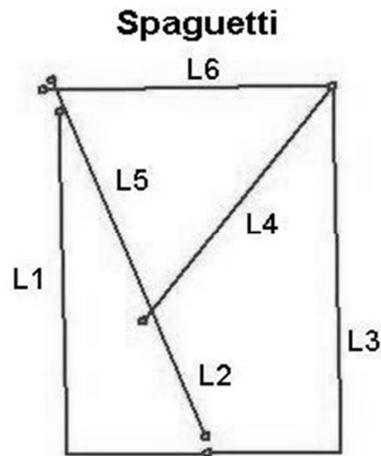
Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

32

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



Modelo Vetorial - Spaguetti



Exemplo de Modelo Spaguetti

❑ “Modelo gerado pela digitalização de entidades gráficas de acordo com sua própria configuração espacial. Os dados vetoriais, compostos por segmentos de linhas, **NÃO** são **estruturados topologicamente.**” (Teixeira e Christofolletti, 1997)

❑ Não possibilita realização de operações topológicas, como: fluxo ou roteamento, proximidade, sobreposições, dentre outras análises devido a **ausência de conexão entre seus vértices e nós.**

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

33

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



Modelo Vetorial - Spaguetti

- ❑ Não existe indicação sobre os pontos onde as linhas se cruzam.
- ❑ Exemplo de fonte de informação deste tipo:
 - Mapas digitalizados à mão, em mesa digitalizadora ou no monitor (vetorização manual).
- ❑ Estes tipo de dados são encarados como dados não tratados, ou não estruturados.
- ❑ É normalmente utilizado apenas para visualização da informação gráfica.
- ❑ É muito pouco adequado para usar num SIG como modelo de dados.
- ❑ Para executar as operações usuais é necessário procurar as relações espaciais entre os elementos, o que é muito moroso (lento, complexo).

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

34

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 e especialmente o relacionamento espacial entre objetos, como, por exemplo, proximidade e vizinhança.
- ❑ Formas e coordenadas dos objetos são menos importantes que os elementos do modelo topológico, como por exemplo, conectividade, contigüidade e continência – vide ilustrações a seguir.

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

35

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

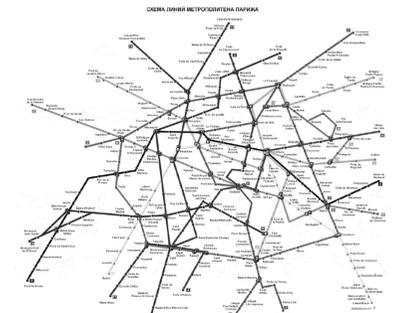


Modelo Vetorial – Mapa Topológico

- ❑ Mapas esquemáticos de metrô. A distância entre estações é a mesma representada no esquema. Mas na realidade não é. Ali, o que importa ao público alvo é a relação de vizinhança.



Representação da topologia (Metrô de Londres)



Representação da geometria (Metrô de Paris)

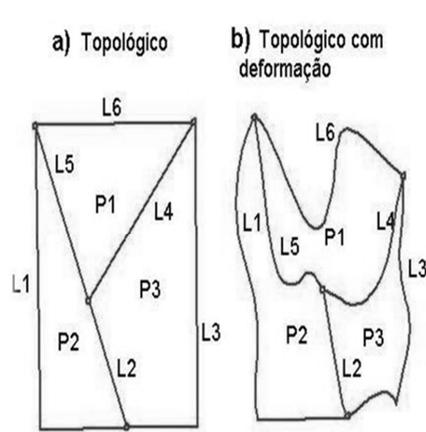
Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

36

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



Modelo Vetorial com Topologia



Topologia (a), e topologia preservada (b) após deformação. Ex.: Representação cartográfica: de esfera → plano

❑ **Topologia:** propriedades geométricas que não variam mediante uma deformação.

❑ Denotam as estruturas de relacionamentos espaciais (vizinhança, proximidade, pertinência, conectividade, adjacência, entre outras) que pode se estabelecer entre objetos geográficos.

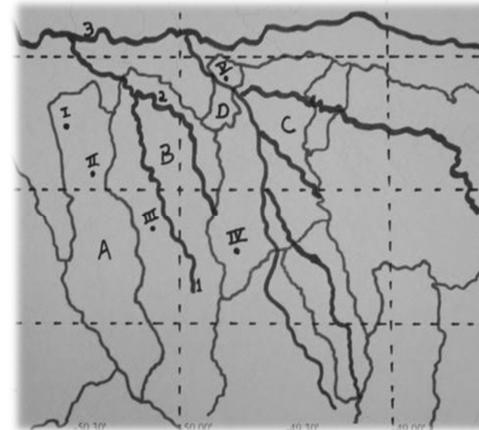
Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

37

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



Modelo Vetorial com Topologia: Exemplo mapa



Exemplo de relacionamentos topológicos em um mapa

❑ Podemos observar no mapa que:

- os polígonos A e B; C e D são adjacentes (vizinhos);
- As linhas 1, 2 e 3 estão conectadas;
- Os pontos I e II pertencem ao polígono A, o ponto III ao polígono B, o ponto IV ao polígono C e o V ao polígono D;

❑ Além disso, podemos fazer diversas medições referentes às dimensões das feições.

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

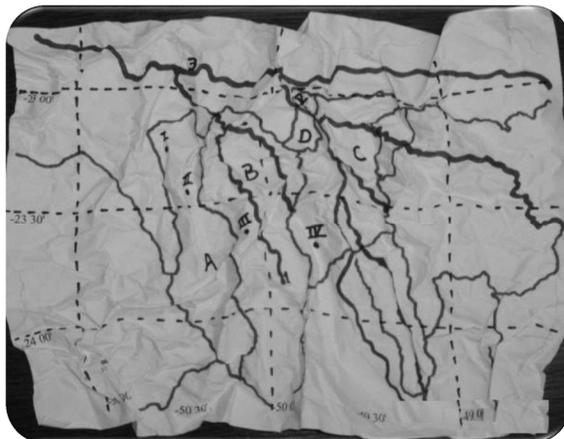
38

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



Modelo Vetorial com Topologia: Exemplo mapa deformado

Após amassarmos (distorção da carta) o mapa podemos observar:



Preservação das relações topológicas com a deformação do mapa

▪ Os polígonos A e B; C e D continuam sendo adjacentes; As linhas 1, 2 e 3 permanecem conectadas.

▪ Os pontos I e II continuam pertencendo ao polígono A, o ponto III ao polígono B, o ponto IV ao polígono C e o V ao polígono D.

▪ Porém se realizarmos medidas sobre as dimensões das feições estas terão valores diferentes do mapa anterior.

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

39

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



Sumário

INTRODUÇÃO

MODELO DE DADOS

TIPOS DE REPRESENTAÇÃO

REPRESENTAÇÃO VETORIAL

REPRESENTAÇÃO RASTER

MÉTODOS DE COMPACTAÇÃO

COMPARAÇÃO ENTRE VETOR E RASTER

MODELOS DIGITAIS DE TERRENO (MDT)

MODELO GRID

MODELO TIN

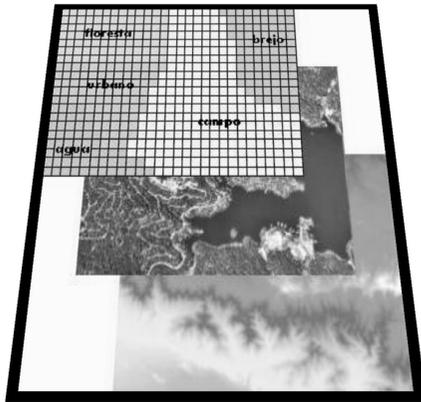
Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

40

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.

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

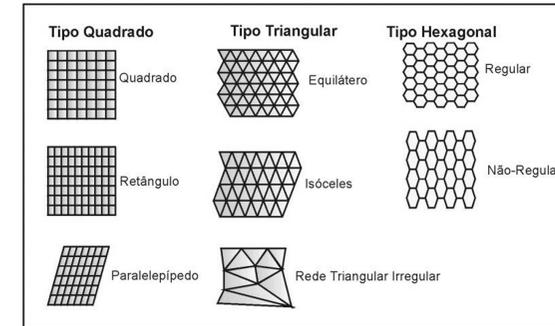
41

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

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

42

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



A Representação Raster: Características Gerais

- ❑ As células constituem uma partição da área de estudo e a cada uma delas é associado o valor de um atributo.
- ❑ Os tipos de valores que podem ser atribuídos às células é variável e podem ser:
 - Valores inteiros (freqüentemente utilizados);
 - Valores reais;
 - Alfanumérico.

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

43

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 (próximo slide).
- ❑ 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).

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

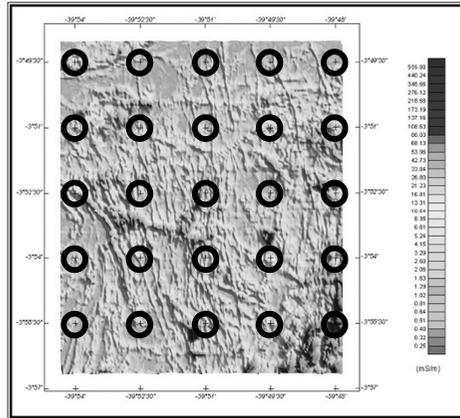
44

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



A Representação Raster: Exemplo de Interpolação

- Dados em apenas alguns pontos de coleta. O resto dos pontos do mapa é gerado através de aproximações proporcionais a estes valores.



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

↓ Interpolação

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

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

45

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)

- Em dois documentos visualizados na mesma escala, o de maior resolução espacial apresentará *pixels* de menor tamanho, já que discrimina objetos de menor tamanho.

- Por exemplo, um arquivo com a resolução espacial de 1 m possui maior resolução do que um de 20 m – **NÃO CONFUNDIR!**

- 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.

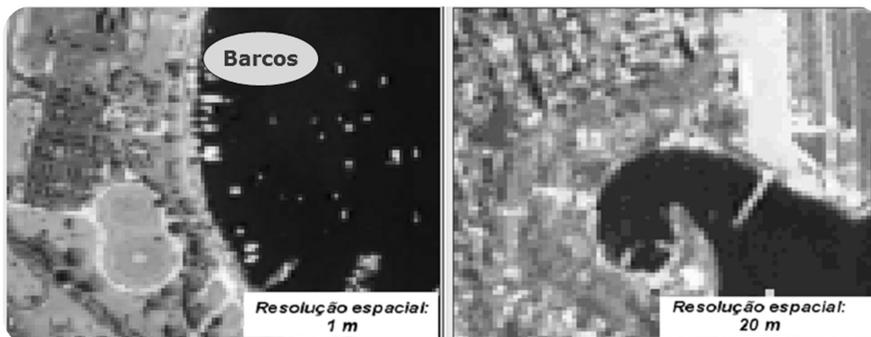
Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

46

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



A Representação Raster: Resolução Espacial



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

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

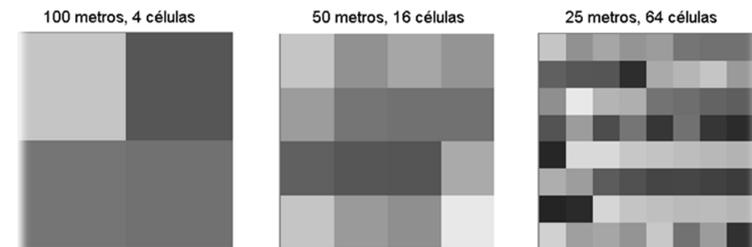
47

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.
- O número de células aumenta quando há redução da dimensão da célula – mais memória computacional!!!
- Maior precisão para medição de distâncias e áreas quanto maior a segmentação.



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

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

48

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 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.



Sumário

INTRODUÇÃO

MODELO DE DADOS

TIPOS DE REPRESENTAÇÃO

REPRESENTAÇÃO VETORIAL

REPRESENTAÇÃO RASTER

MÉTODOS DE COMPACTAÇÃO

COMPARAÇÃO ENTRE VETOR E RASTER

MODELOS DIGITAIS DE TERRENO (MDT)

MODELO GRID

MODELO TIN



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.



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

Run-length codes

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

2:9, 5:6, 1:7

8:6

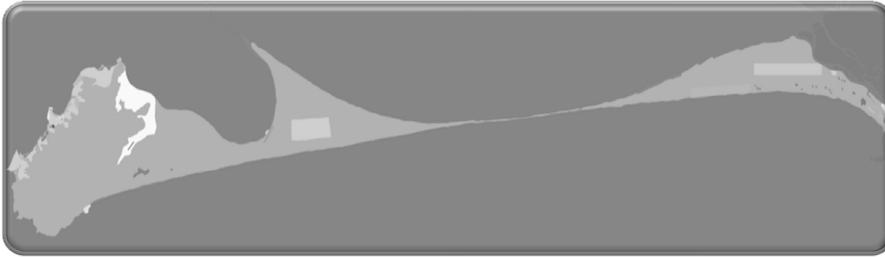
2:9, 4:6, 2:7

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

Exemplo de compactação pelo método *Run-Length Coding*



Métodos de Compactação Raster: Exemplo Comparativo



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

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

53

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 estrutura Quadtree é hierárquica.
- 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.

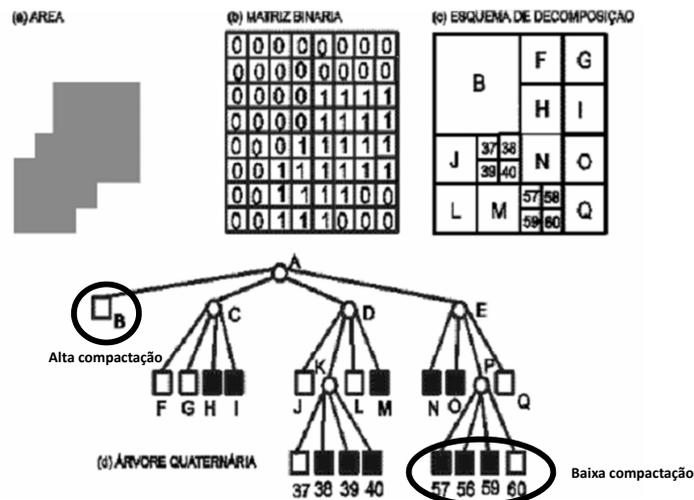
Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

54

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



Métodos de Compactação Raster: “Quadtree”



Estrutura da Árvore Quaternária (Quad tree) - Fonte: Samet apud Rodrigues (1990)

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

55

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



Sumário

INTRODUÇÃO

MODELO DE DADOS

TIPOS DE REPRESENTAÇÃO

REPRESENTAÇÃO VETORIAL

REPRESENTAÇÃO RASTER

MÉTODOS DE COMPACTAÇÃO

COMPARAÇÃO ENTRE VETOR E RASTER

MODELOS DIGITAIS DE TERRENO (MDT)

MODELO GRID

MODELO TIN

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

56

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.

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

57

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



Comparação entre Vetor e Raster: as 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.

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

58

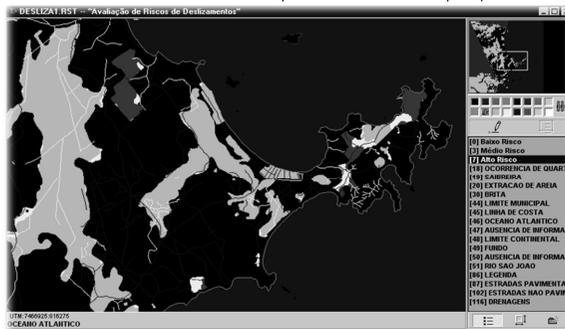
Prof. Tiago Badre Marino - Geoprocessamento - Departamento de Geociências - Instituto de Agronomia - UFRRR



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 cartogramas digitais utilizados;
- P_k = pontos percentuais atribuídos ao cartograma digital "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 cartograma digital, pode ocorrer em cada pixel).



Exemplo de modelo raster : mapa de avaliação de "Riscos de Deslizamentos" processado no aplicativo Vista Saga/UFRU

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

59

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



Comparação entre Vetor e Raster: as 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.

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

60

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



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	Degraus 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

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

61

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



Sumário

INTRODUÇÃO

MODELO DE DADOS

TIPOS DE REPRESENTAÇÃO

REPRESENTAÇÃO VETORIAL

REPRESENTAÇÃO RASTER

MÉTODOS DE COMPACTAÇÃO

COMPARAÇÃO ENTRE VETOR E RASTER

MODELOS DIGITAIS DE TERRENO (MDT)

MODELO GRID

MODELO TIN

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

62

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).

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

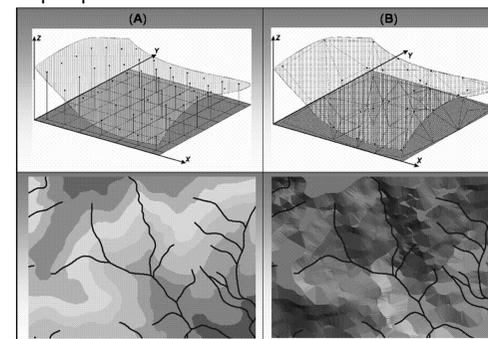
63

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

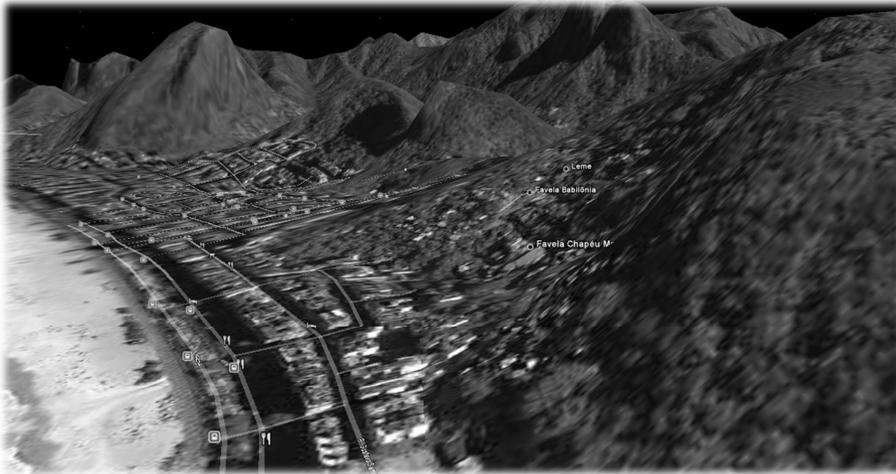
Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

64

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
Alguns pontos temos altitude. Os demais são gerados a partir da modelagem.

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

65

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



Sumário

INTRODUÇÃO

MODELO DE DADOS

TIPOS DE REPRESENTAÇÃO

REPRESENTAÇÃO VETORIAL

REPRESENTAÇÃO RASTER

MÉTODOS DE COMPACTAÇÃO

COMPARAÇÃO ENTRE VETOR E RASTER

MODELOS DIGITAIS DE TERRENO (MDT)

MODELO GRID

MODELO TIN

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

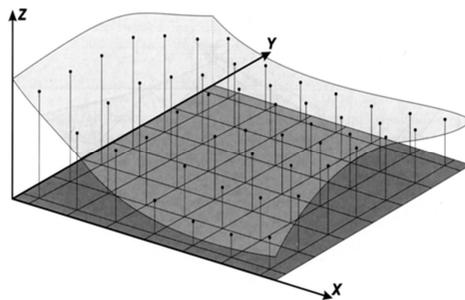
66

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)

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

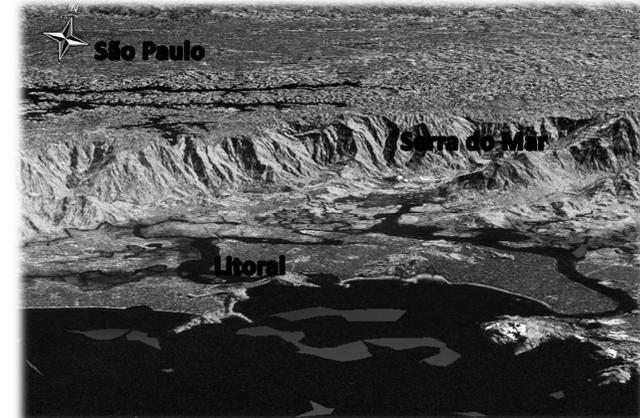
67

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



Exemplo de GRID

- MDE GRID, oriundo do SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), associado a imagem do satélite LANDSAT 7, no qual podemos ver a mancha urbana do município de São Paulo, a Serra do Mar e o Litoral.



Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

68

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



Sumário

INTRODUÇÃO

MODELO DE DADOS

TIPOS DE REPRESENTAÇÃO

REPRESENTAÇÃO VETORIAL

REPRESENTAÇÃO RASTER

MÉTODOS DE COMPACTAÇÃO

COMPARAÇÃO ENTRE VETOR E RASTER

MODELOS DIGITAIS DE TERRENO (MDT)

MODELO GRID

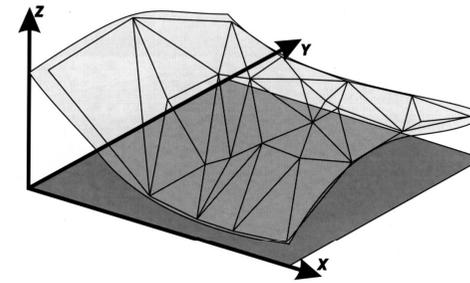
MODELO TIN

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

69 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)

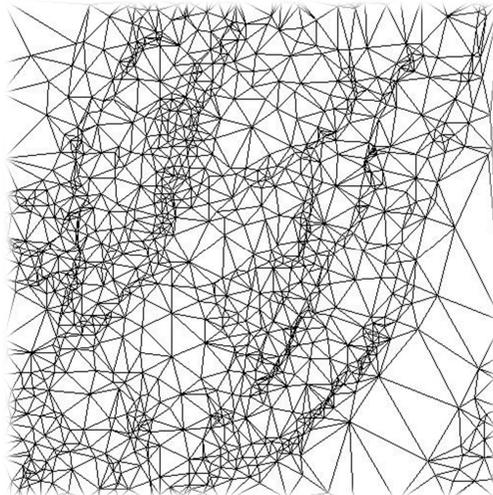
- ❑ É o grafo planar construído sobre n pontos (vértices), de um espaço tridimensional projetados no espaço bidimensional x,y e unidos por segmentos de retas (arestas), que não se interceptam. (Preparata e Shamos, 1985)
- ❑ Método de estruturação dos dados para criação de uma superfície a partir de pontos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

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

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



Grade Irregular TIN: Exemplo de TIN



Exemplo de TIN - Pontos (dados) dispersos irregularmente

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

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



Sumário

MODELOS DIGITAIS DE TERRENO (MDT)

MODELO GRID

MODELO TIN

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

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



Referências Bibliográficas

- ❑ ABITEBOUL, Serge; HULL, Richard. IFO: a formal semantic database model. ACM Transactions on Database Systems. v.12, n.4, p.525-565. 1987.
- ❑ BORGES, Karla A.V. Modelagem de Dados Geográficos: Uma extensão do modelo OMT para aplicações geográficas. Belo Horizonte, 1997. 139p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Governo, Fundação João Pinheiro.
- ❑ CHEN, P. Modelagem de dados : a abordagem entidade-relacionamento para projeto lógico. Trad. de Cecilia Camargo Bartalotti . Rev. de Jose Fabio Marinho de Araújo. São Paulo: McGraw-Hill, 1990.
- ❑ COAD, P; YOURDON, E. Object-Oriented Analysis. 2.ed. New Jersey: Prentice Hall, 1991.
- ❑ DILLON, T.S.; TAN, P.L. Object-Oriented Conceptual Modeling. Prentice Hall, 1993.
- ❑ ELSMARI, R.; NAVATHE, S.B. Fundamentals of Database Systems. The Benjamin Cummings, 1994.

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

73

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.
- ❑ FRANK, Andrew U. Spatial concepts, geometric data models, and geometric data structures. Computer & Geoscience, London. v.18, n.4, p.409-417, 1992.
- ❑ KANG, S.; CHOY, Y. Object-Relational data modeling for GIS. In: GIS/LIS'95. Nashville. 1995. v.1, p.535-544.
- ❑ KÖSTERS, G.; PAGEL, B.; SIX, H. Object-oriented requirements engineering for GIS-applications. In: ACM-GIS INTERNATIONAL WORKSHOP ON ADVANCES IN GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS. Baltimore. 1995.
- ❑ KÖSTERS, G.; PAGEL, B.; SIX, H. GIS-application development with GeoOOA. International Journal of Geographical Information Science. London. 1994. v.11, n.4, p.307-335.
- ❑ KORTH, H. F.; ABRAHAN, S. Sistema de banco de dados. Rev. técnica de Routh Terada. São Paulo: MacGraw-Hill, 1989.

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

74

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



Referências Bibliográficas

- ❑ OLIVEIRA, Juliano L.; PIRES, Fátima, MEDEIROS, Claudia B. Na environment for modeling and design of geographic applications. Geoinformatica. Boston, 1997. n.1,p.29-58.
- ❑ PIMENTEL, Flávio Leal. Uma proposta de modelagem conceitual para dados geográficos: o modelo MGEO+. Recife. 1995. UFPE.
- ❑ PROJETO DA SERRA DA MANTIQUEIRA, Laboratório de Geoprocessamento da EPUSP. Disponível em: <http://apl12.poli.usp.br/maplab/mantiqueira/> . 2003.
- ❑ 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.
- ❑ SETZER, V. W. Projeto lógico e projeto físico de banco de dados. Belo Horizonte: UFMG, 1986. 284p.

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

75

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



Referências Bibliográficas

- ❑ SHEKHAR, S.; COYLE, M. GOYAL, B. LIU, D. SARKAR, S. Data model in geograph information systems. Communications of the ACM. v.40, n.4, p.103-11, 1997.
- ❑ TIMES, Valéria C.; SALGADO, Ana Carolina. Uma modelagem orientada a objetos para aplicações geográficas. In: 9º SIMPÓSIO BRASILEIRO, São Carlos. 1992. p.293-309.
- ❑ TRYFONA, N.; HADZILACOS, T. Geographic applications development: models and tools the conceptual level. In: ACM-GIS INTERNATIONAL WORKSHOP ON ADVANCES IN GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS, 1995. Baltimore.

Representação de Dados Espaciais - Raster x Vetor x TIN

76

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

