



GSA-5859 / PCA-5017

SIG em Software Livre

Dados vetoriais

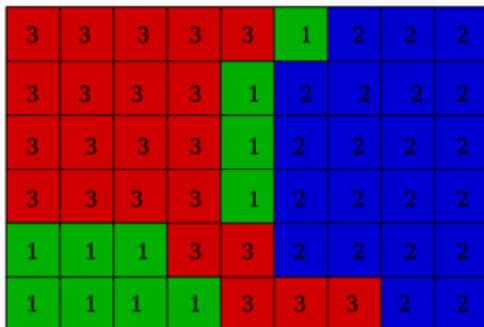
Carlos H. Grohmann

2021

Instituto de Energia e Ambiente
USP

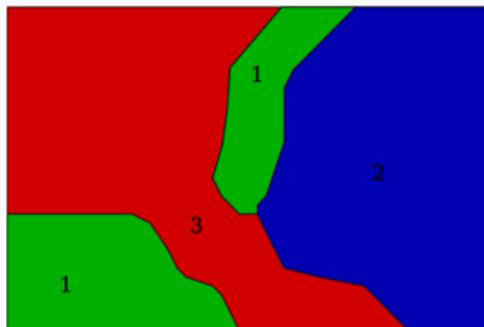
- São usados para informações de objetos lineares ou áreas definidas por linhas fechadas (polígonos). Uma linha conecta dois pontos extremos (end points – nós ou vértices), cada um com suas respectivas coordenadas XY ou XYZ. Cada objeto vetorial pode possuir vários (ou nenhum) atributos, armazenados em um banco de dados

Representações Raster e Vetorial dos mesmos objetos em SIG



1 = área vegetada

2 = água



3 = área urbana

Representando o mundo em SIGs

- o mundo é infinitamente complexo
- o conteúdo de um banco de dados espacial representa uma visão limitada da realidade
- o banco de dados espacial é um modelo da realidade
- o usuário vê o mundo real por meio do banco de dados

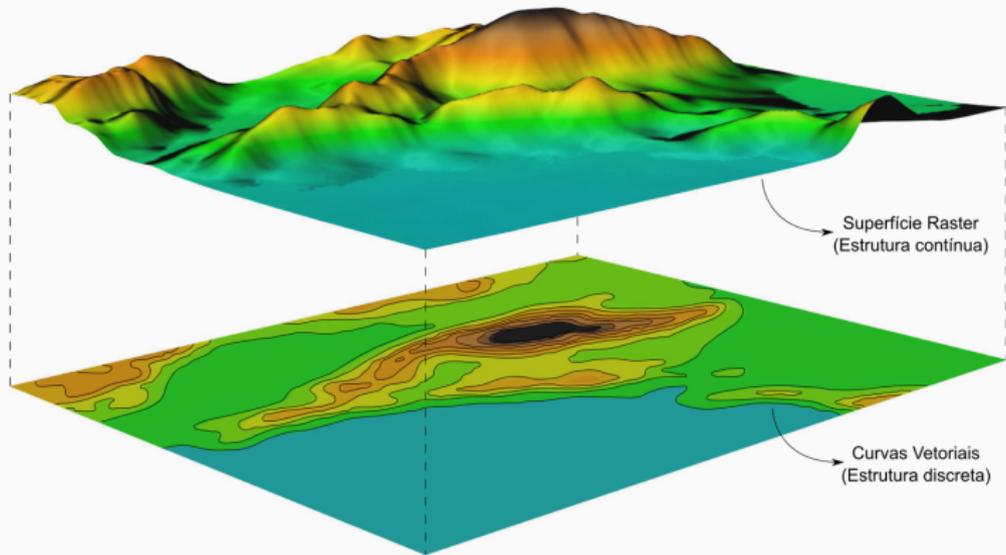
Um banco de dados pode incluir

- versões digitais de objetos reais
(casas, florestas, rios)
- versões digitais de objetos fictícios
(inventados - limites políticos)

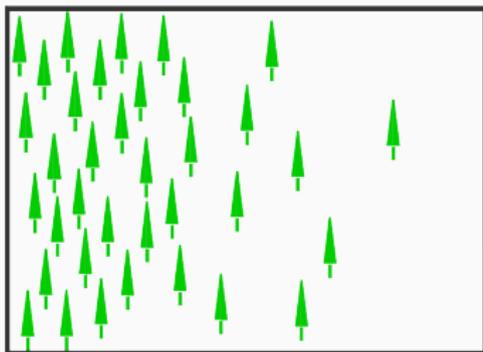
Representando o mundo em SIGs

- computadores são bons para armazenar dados espaciais discretos, maus para dados contínuos
- algumas coisas são entidades discretas não são problema para representar no computador
- outras existem em todo o espaço e variam continuamente (ex. temperatura) a variação precisa ser aproximada usando representações discretas

Estruturas Discretas x Contínuas



Representando o mundo em SIGs



Realidade



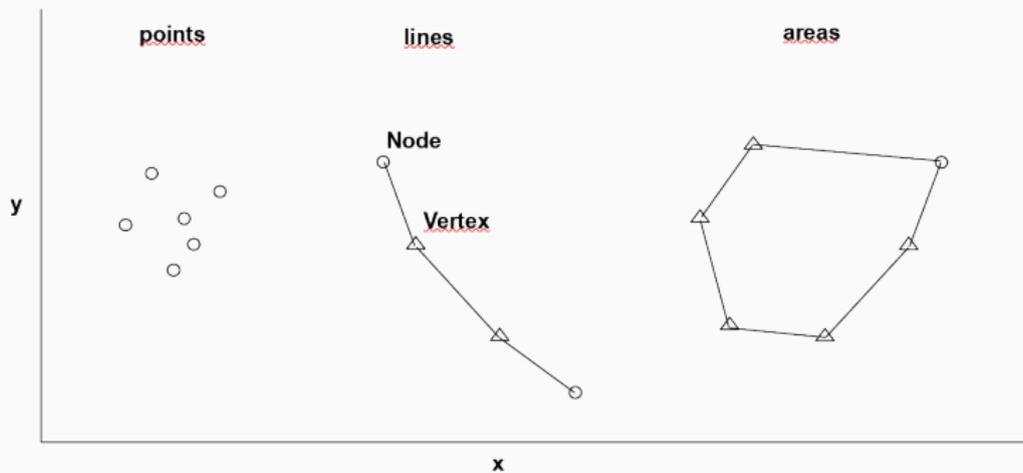
Representação no SIG

Às vezes a distinção entre discreto e contínuo não é muito clara...

Modelo Vetorial

- objetos do mundo real representados por pontos, linhas e áreas.
- pontos identificam localizações
- linhas conectam pontos
- arcos - linhas orientadas (vetores s.s.)
- polígonos consistem de segmentos de linhas conectados

Modelo Vetorial



Modelo Vetorial

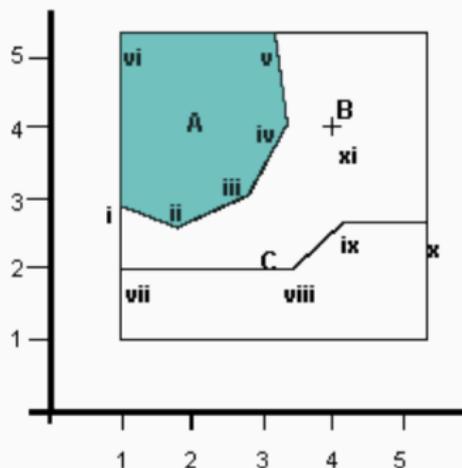
- Objetos definidos por coordenadas planares x-y (cartesianas)
- Precisão das coordenadas virtualmente infinita – só depende do equipamento mas a exatidão é limitada
- linha (arco): sequência de pares x,y
- nó: pontos extremos das linhas
- vértices: pontos intermediários

Modelo Vetorial 'Spaghetti'

- Ponto gravado como par de coordenadas x,y
- Linha é série de pares x,y
- Polígono = série de pares, com último igual ao primeiro (fechamento)

- simples
- fácil de manipular
- sem topologia
- duplicação de dados

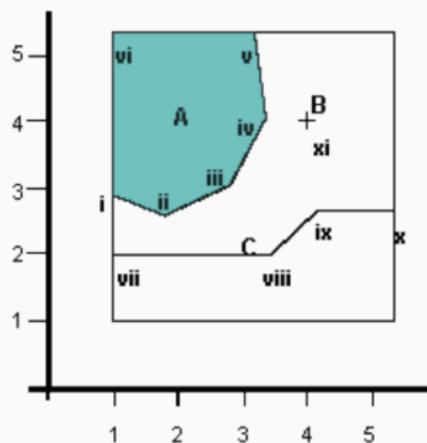
Modelo Vetorial 'Spaghetti'



A, 6 (identifier of polygon and number of vertex)
1, 3 (coordinates of the first vertex)
1.8, 2.6
2.8, 3
3.3, 4
3.2, 5.2
1, 5.2
1, 3 (coordinates of the first vertex again)
B, 1 (identifier of the point and number of vertex)
4, 4
C, 4 (identifier of the line and number of vertex)
1, 2
3.5, 2
4.2, 2.7
5.2, 2.7

Modelo Vetorial de Dicionário de Vértices

- modelo simples, sem duplicação sem topologia



file 1

| vertex | X | Y |
|--------|-----|-----|
| i | 1 | 3 |
| ii | 1.8 | 2.6 |
| iii | 2.8 | 3 |
| iv | 3.3 | 4 |
| v | 3.2 | 5.2 |
| vi | 1 | 5.2 |
| vii | 1 | 2 |
| viii | 3.5 | 2 |
| ix | 4.2 | 2.7 |
| x | 5.2 | 2.7 |
| xi | 4 | 4 |

file 2

polygon A: i, ii, iii, iv, v, vi
point B: xi
line C: vii, viii, ix, x

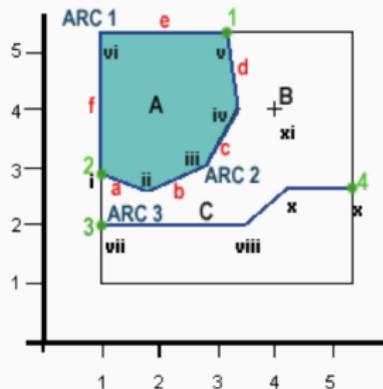
Modelo Vetorial Arco-Nó (topológico)

- Topologia: ramo da matemática que lida com propriedades geométricas
- Relações de vizinhança se mantêm depois de transformações
- Topologia é o que distingue os modelos vetoriais mais complexos

Modelo Vetorial Arco-Nó (topológico)

- Registra coordenadas x, y e códigos de relações espaciais
- Arco: linha com sentido
- Nó: ponto inicial ou final
- Vértice: ponto intermediário
- Pode responder a perguntas:
 - Quais estradas conectam com a praça central ?
 - Quais rios cruzam uma determinada área ?
 - Quais unidades geológicas fazem contato com esta ?

Modelo Vetorial Arco-Nó (topológico)



File 1. Coordinates of nodes and vertex for all the arcs

| ARC | F_node | Vertex | T_node |
|-----|----------|---------------------|----------|
| 1 | 3.2, 5.2 | 1, 5.2 | 1,3 |
| 2 | 1,3 | 1.8,2.6 2.8,3 3.3,4 | 3.2, 5.2 |
| 3 | 1,2 | 3.5,2 4.2,2.7 | 5.2,2.7 |

File 2. Arcs topology

| ARC | F_node | T_node | R_poly | L_poly |
|-----|--------|--------|----------|----------|
| 1 | 1 | 2 | External | A |
| 2 | 2 | 1 | A | External |
| 3 | 3 | 4 | External | External |

File 3. Polygons topology

| Polygon | Arcs |
|---------|------|
| A | 1, 2 |

File 4. Nodes topology

| Node | Arcs |
|------|------|
| 1 | 1,2 |
| 2 | 1,2 |
| 3 | 3 |
| 4 | 4 |
| 5 | 5 |

- O banco de dados ideal em SIG é aquele que maximiza as propriedades singulares de cada feição ao mesmo tempo em que minimiza o volume de dados necessários

Categórico (nomes)

- nominal
 - sem ordenamento inerente
 - tipos de uso do solo, nomes de cidades
- ordinal
 - ordenamento inerente
 - classe de drenagem, classe de rodovia

normalmente codificado por números, mas não é possível realizar aritimética

Numéricos

- intervalo
 - sem “zero”
 - não existe “o dobro de”
- razão
 - existe um “zero”
 - razões fazem sentido (“o dobro de”)

números inteiros ou decimais (ponto flutuante)

Tipos de Banco de Dados

- tabular ("flat file") – dados em um único arquivo
- hierárquico
- rede (network)
- relacional

Tabela de atributos de poligonos

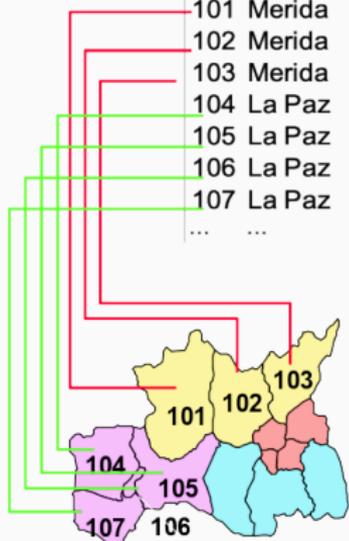
| <u>poly id</u> | <u>area</u> | <u>pop</u> | <u>IFR</u> |
|----------------|-------------|------------|------------|
| 1 | 297 | 4583 | 2.7 |
| 2 | 607 | 3927 | 3.1 |
| 3 | 806 | 9271 | 3.8 |

Da mesma forma tabelas para pontos e linhas

Banco de Dados - Flat File

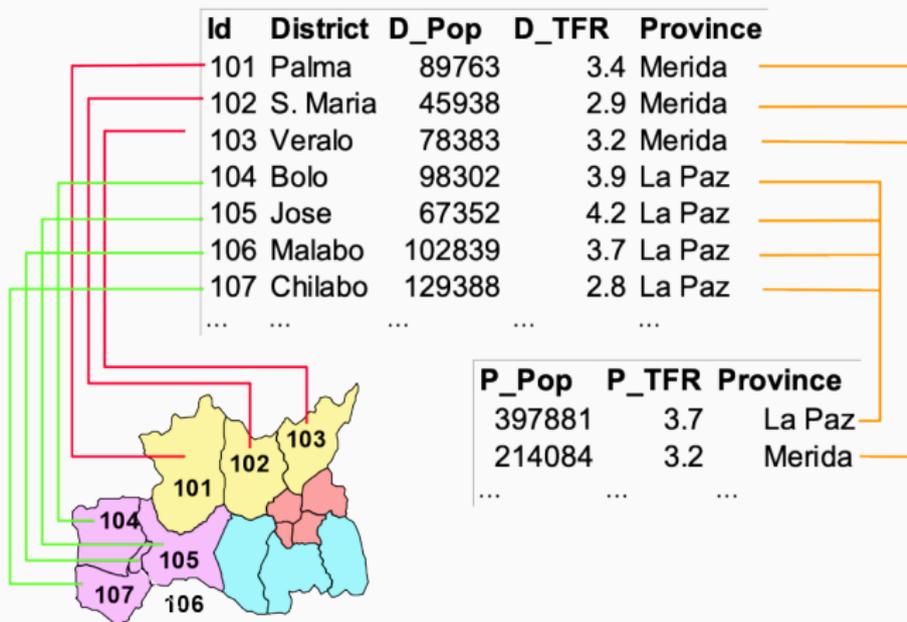
Armazenar dados de províncias e distritos na mesma tabela é ineficiente – repetição dos dados de província em cada distrito

| Id | Province | District | P_Pop | P_TFR | D_Pop | D_TFR |
|-----|----------|----------|--------|-------|--------|-------|
| 101 | Merida | Palma | 214084 | 3.2 | 89763 | 3.4 |
| 102 | Merida | S. Maria | 214084 | 3.2 | 45938 | 2.9 |
| 103 | Merida | Veralo | 214084 | 3.2 | 78383 | 3.2 |
| 104 | La Paz | Bolo | 397881 | 3.7 | 98302 | 3.9 |
| 105 | La Paz | Jose | 397881 | 3.7 | 67352 | 4.2 |
| 106 | La Paz | Malabo | 397881 | 3.7 | 102839 | 3.7 |
| 107 | La Paz | Chilabo | 397881 | 3.7 | 129388 | 2.8 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |



Banco de Dados - Relacional

Banco de dados relacional permite mais eficiência



GIS file formats

Raster, vector, TIN, etc. are generic models for representing spatial information in digital form

- GIS vendors implement these models in file formats or structures which may be
 - Proprietary: useable only with that vendor's software (e.g. ESRI coverage)
 - Published: specifications available for use by any vendor (e.g. ESRI shapefile)
 - Transfer formats: intended only for transfer of data
 - Between different vendor's systems (e.g. AutoCAD .dxf format, or SDTS)
 - Between different users of same vendors' software (e.g. ESRI's E00 format for coverages)

One GIS vendor may be able to read another file format

- By translation, whereby format is converted externally to vendors own format Usually requires user to carry out conversion prior to use of data
- On-the-fly, whereby conversion is accomplished internally and “automatically” No user action needed, but usually no ability to change data
- Natively, or transparently, which normally implies No special user action needed Ability to read and write (change or edit) the data

ESRI (ArcGIS)

- Coverages (vector–proprietary)
- E00 (“E-zero-zero”) for coverage exchange between ESRI users
- Shapefiles (vector–published) .shp
- Geodatabase (proprietary) .gdb
Based on current object-oriented software technology
- GRID (raster)

Common file formats

AutoCAD

- AutoCAD .DWG (native)
- AutoCAD .DXF for digital file exchange)

Intergraph/Bentley

- Bentley MicroStation .DGN
- Intergraph/Bentley .MGE

Is a 'logical' file which comprises several (at least 3) physical disk files, all of which must be present

- layer.shp (geometric shape described by XY coords)
- layer.shx (indices to improve performance)
- layer.dbf (contains associated attribute data)
- layer.sbn
- layer.sbx
- layer.prj

Banco de dados em formato SQLite com extensão .gpkg

- raster + vetor
- 1 único arquivo
- <http://www.geopackage.org>
- <http://switchfromshapefile.org>