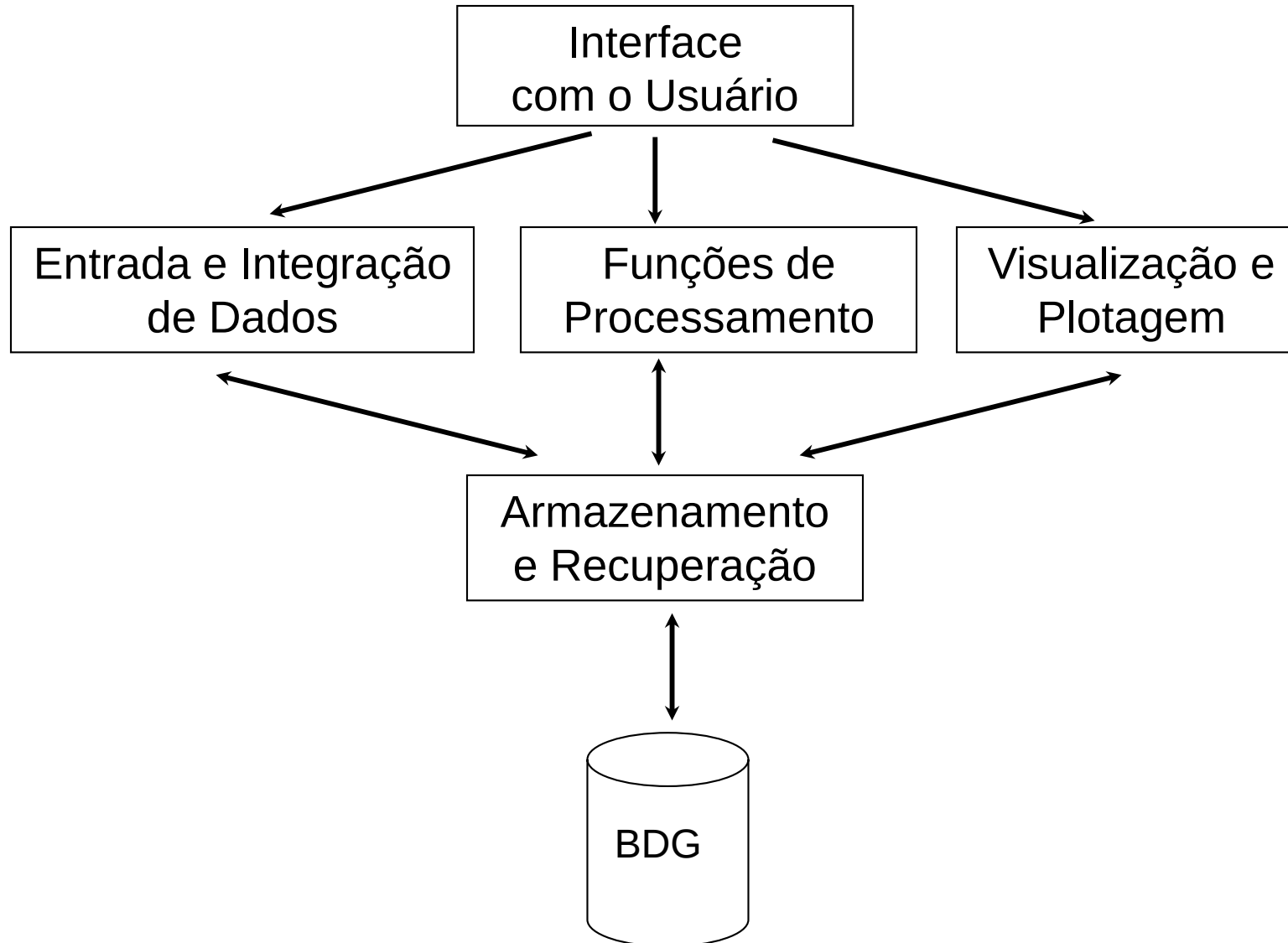


Teoria e Método em Geoprocessamento

Fernando Shinji Kawakubo

Arquitetura de um SIG



Estrutura de Dados

Modelo Vetorial: representado por pontos, linhas e polígonos.

Modelo Raster: representado por células (pixels) com determinado espaçamento.

Estrutura de Dados

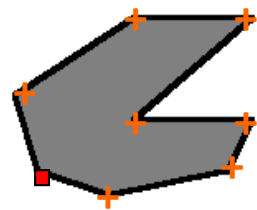
Modelo Vetorial



Par de coordenadas x, y

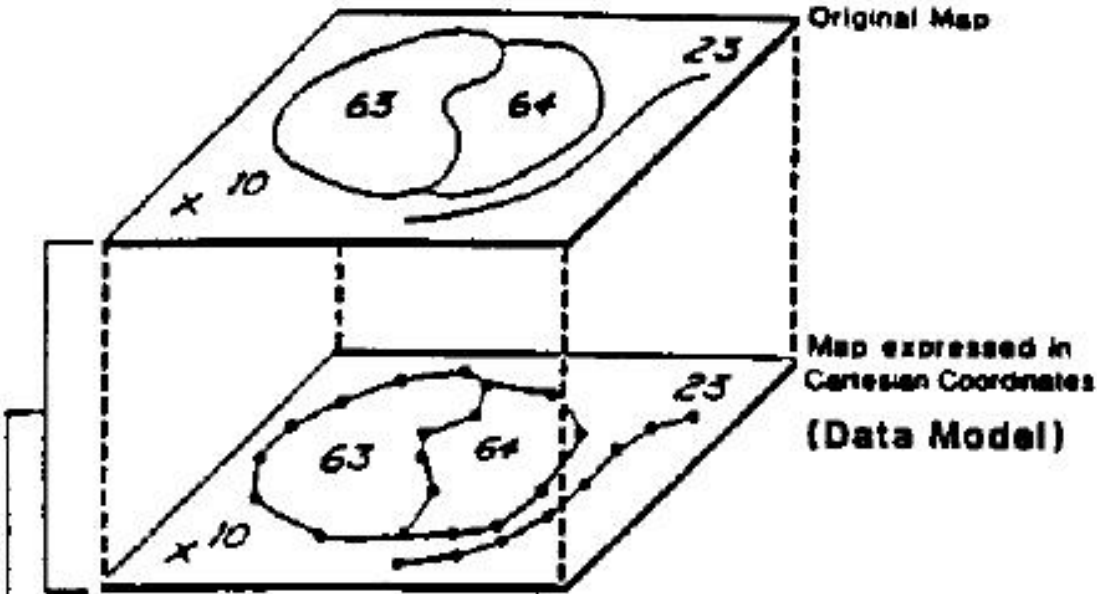


Conjunto de pontos conectados por um vetor



Região do plano limitada por uma ou mais linhas poligonais conectadas de tal forma que o último ponto de uma linha termina no seu primeiro ponto

Estrutura de Dados

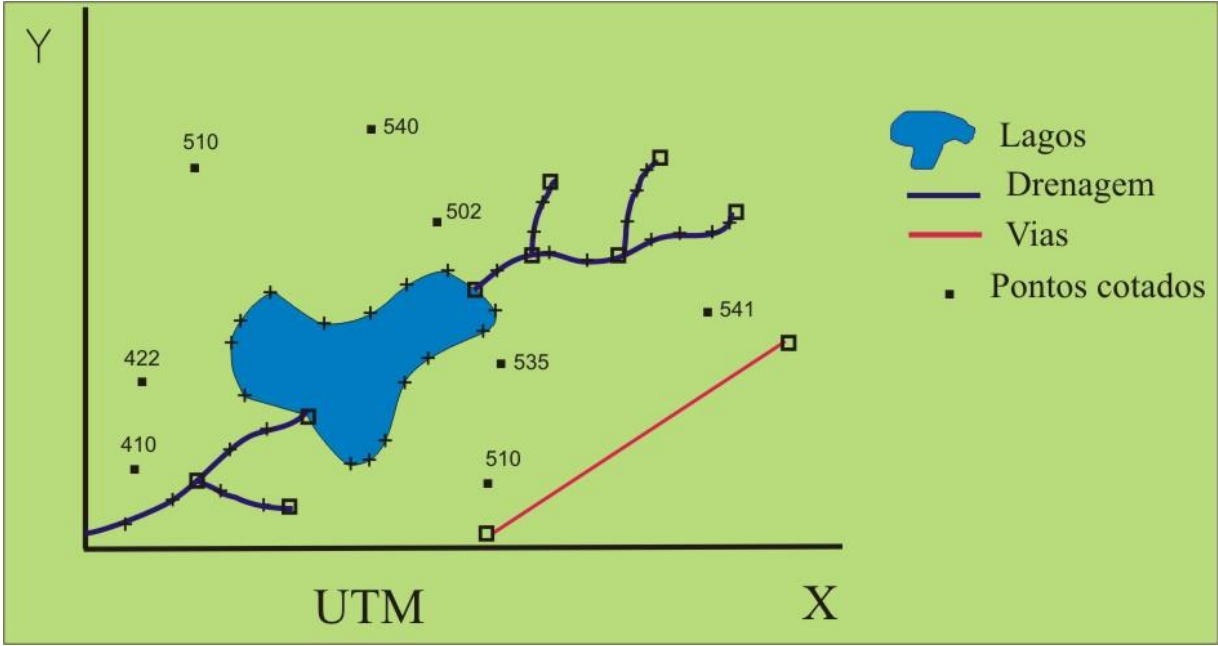


Estrutura básica sem relações espaciais entre as entidades gráficas (modelo “Spaguetti”)

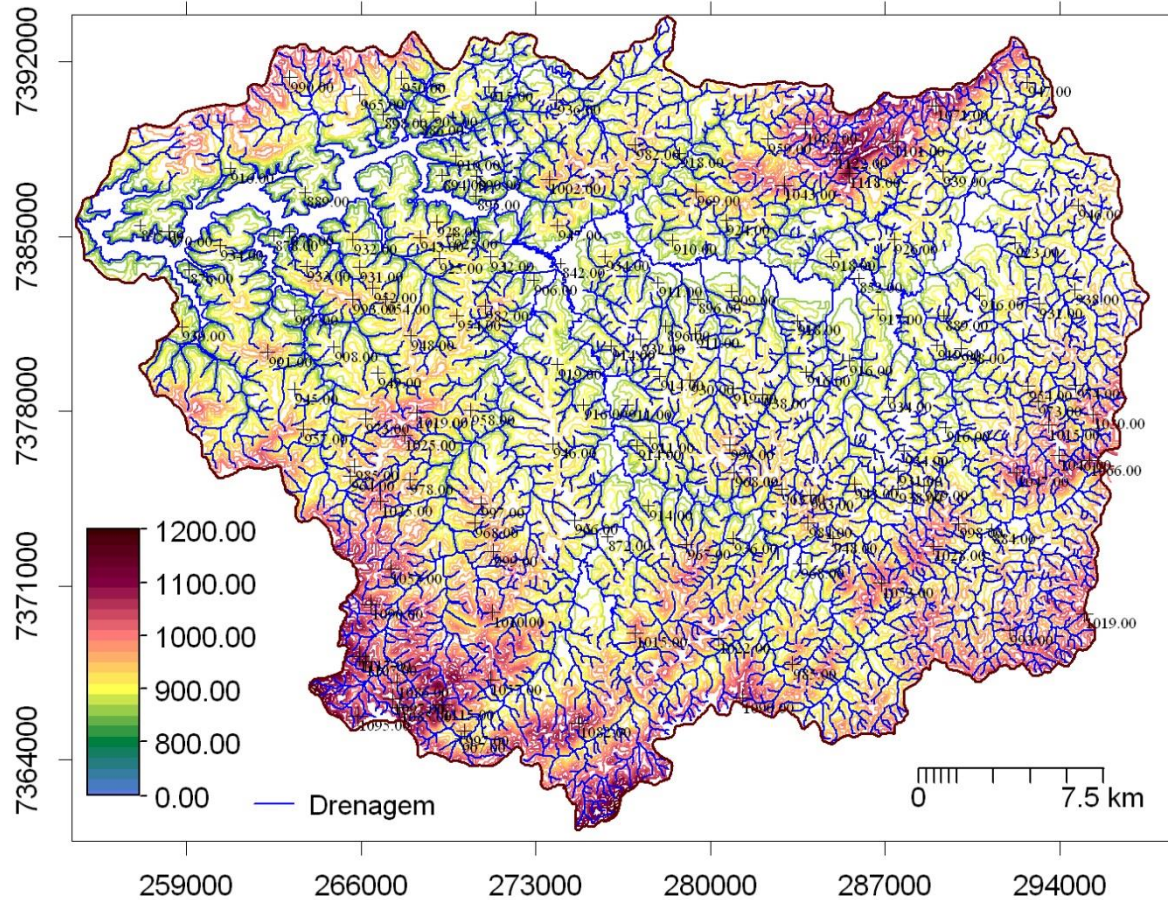
Data Structure

Feature	Number	Location
Point	10	X, Y (Single Point)
Line	23	$X_1Y_1, X_2Y_2, \dots, X_nY_n$ (String)
Polygon	63	$X_1Y_1, X_2Y_2, \dots, X_1Y_1$ (Closed Loop)
	64	$X_1Y_1, X_2Y_2, \dots, X_1Y_1$ (Data Structure)

Estrutura de Dados



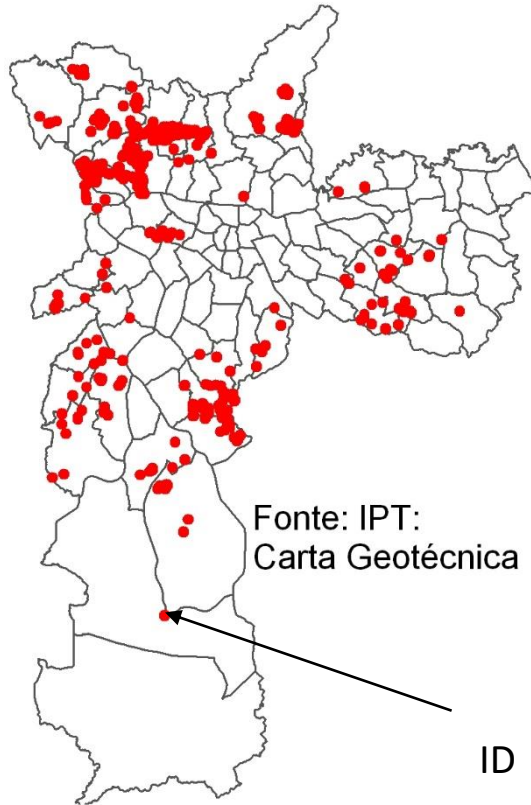
Kawakubo et al. (2011)



Estrutura de Dados

Ponto

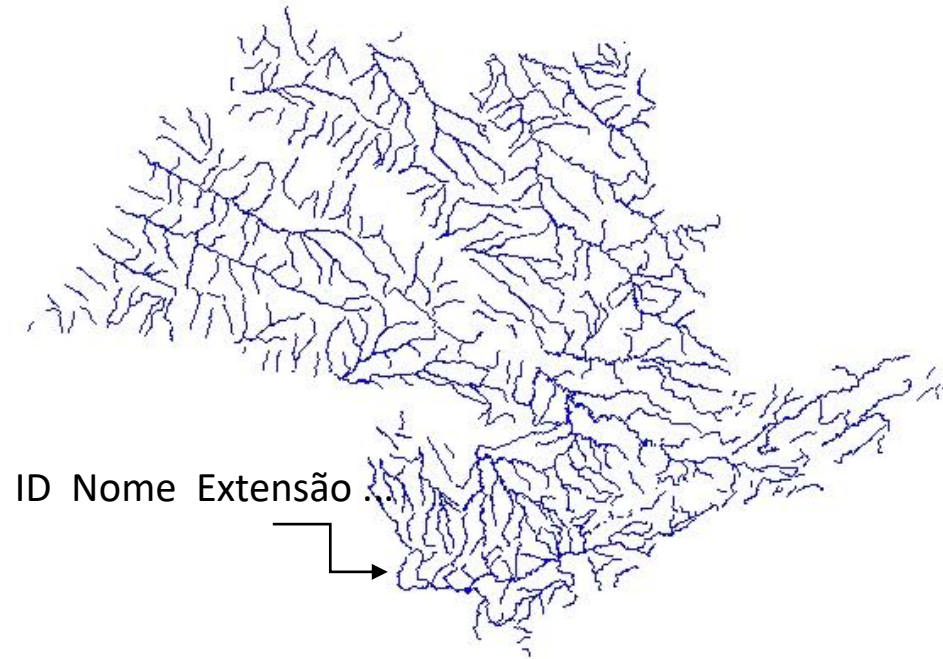
Escorregamentos no
Município de São Paulo



Fonte: IPT:
Carta Geotécnica

ID Bairro Ano Solo

Linha



ID Nome Extensão ...

ID Estado Pop ...

Polígono



Estrutura de Dados

Estrutura Topológica

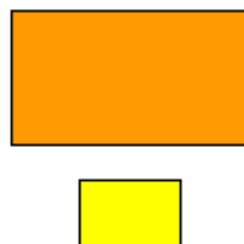
Topologia é um método matemático usado para definir os relacionamentos espaciais entre os elementos gráficos primitivos (pontos, linhas e polígonos).

Algumas relações topológicas:

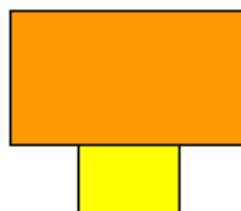
- Intersecção
- Adjacência
- Continência
- Vizinhança
- Etc.

Estrutura de Dados

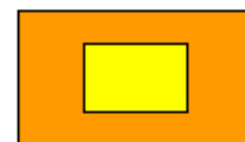
Estrutura Topológica



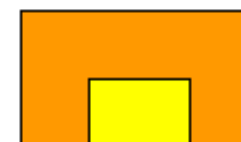
Disjunção



Adjacência



Contingência



Contingência
e Adjacência



Igualdade



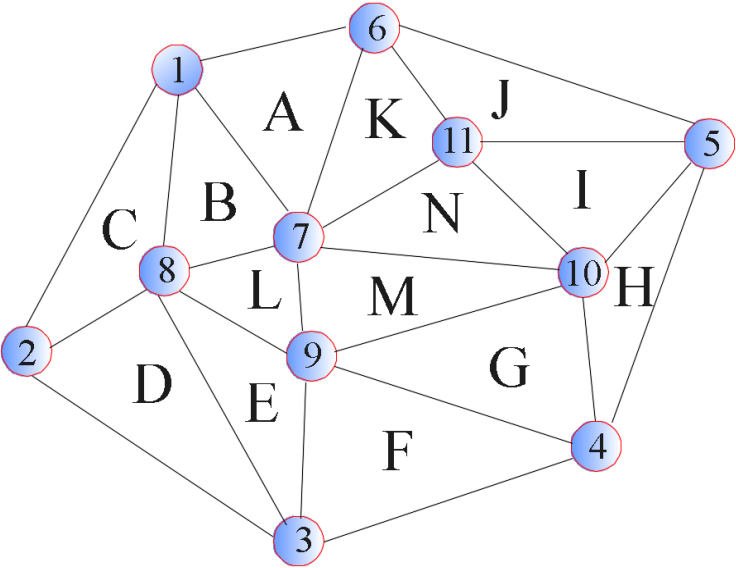
Interseção



Cruzamento

Estrutura de Dados

Estrutura Topológica



COORDENADAS X-Y	
Nó	Coordenadas
1	x1, y1
2	x2, y2
3	x3, y3
⋮	
11	x11, y11

COORDENADAS Z	
Nó	Coordenadas
1	z1
2	z2
3	z3
⋮	
11	z11

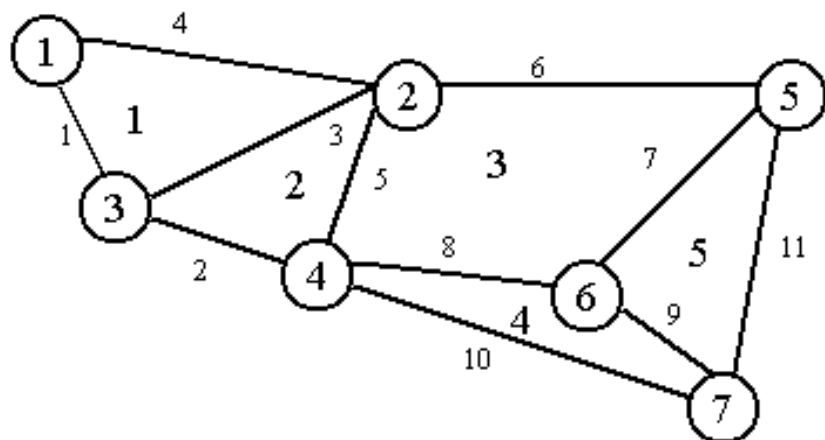
ARESTAS	
△	△ Adjacente
A	B, K
B	A, C, L
C	B, D
D	D, F, L
E	E, G
F	F, H, M
G	G, I
H	H, J, N
I	I, K
J	A, J, N
L	B, E, M
M	G, L, N
N	I, K, M

NÓS	
△	Nó
A	1, 6, 7
B	1, 7, 8
C	1, 2, 8
D	3, 3, 8
E	3, 8, 9
F	3, 4, 9
G	4, 9, 10
H	4, 5, 10
I	5, 10, 11
J	5, 6, 11
L	6, 7, 11
M	7, 8, 9
N	7, 9, 10

(ARONOFF, 1991)

Estrutura de Dados

Estrutura
Topológica



Nó	Coord. X	Coord. Y
1	23	8
2	17	17
3	29	15
4	26	21
5	8	26
6	22	30
7	24	38

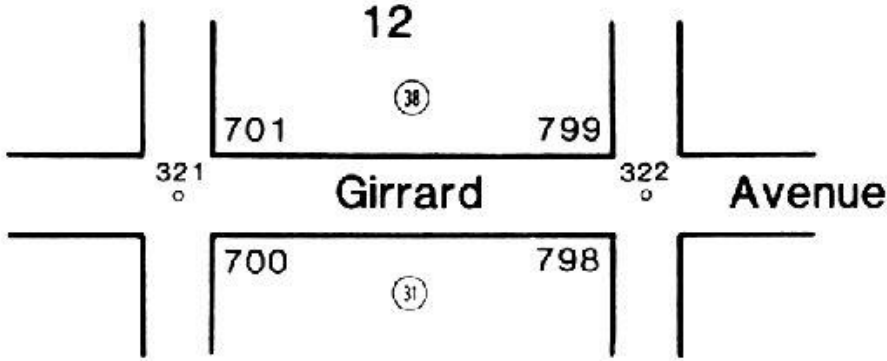
Coordenadas X e Y do
Arquivo de Nó

Link	Polig. Dir.	Polig. Esq.	1ºNó	2ºNó
1	1	0	3	1
2	2	0	4	3
3	2	1	3	2
4	1	0	1	2
5	3	2	4	2
6	3	0	2	5
7	5	3	5	6
8	4	3	6	4
9	5	4	7	6
10	4	0	7	4
11	0	5	5	7

Rede Topologicamente Conectado & Arquivo de Polígono

Estrutura de Dados

Estrutura Topológica



Arquivo GBF/DIME
(Geographic Base File/Dual Independent Map Encoding)

Peuquet (1993)

Street Name	Girrard
Street Type	Avenue
Left Addresses	701-799
Right Addresses	700-798
Left Block	38
Left Tract	12
Right Block	31
Right Tract	12
Low Node	321
X-Y Coordinate	155 000 - 232 000
High Node	322
X-Y Coordinate	156 000 - 234 000

Estrutura de Dados

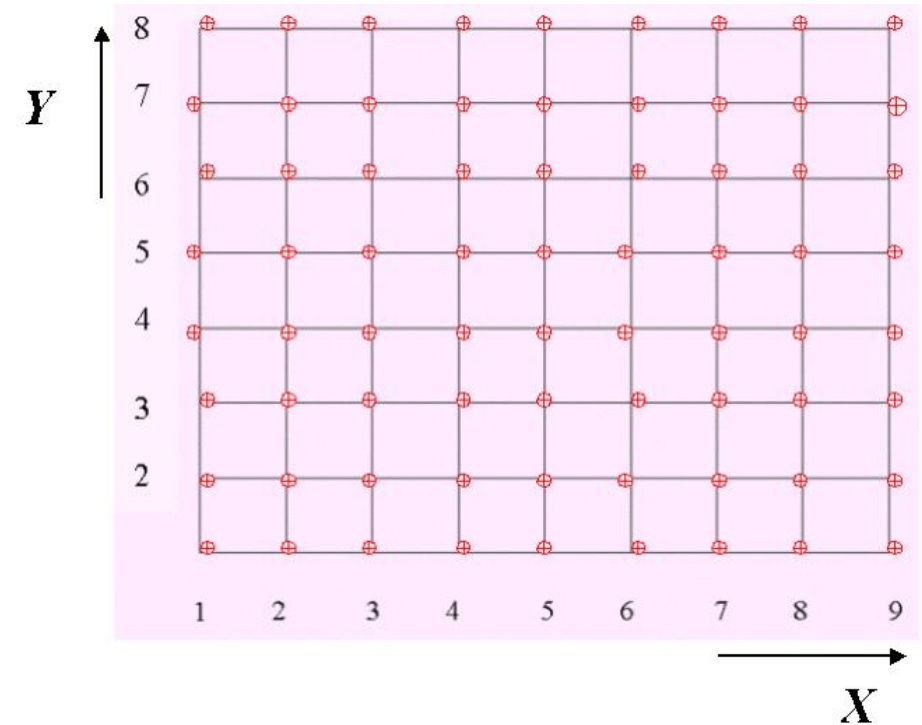
Estrutura “Spaguetti”: as coordenadas espaciais estão associadas a cada uma das entidades geográficas (pontos, linhas ou áreas), sem atributos topológicos.

Estrutura Topológicas: Possui todas ou pelo menos algumas das relações topológicas. Em princípio não repete coordenadas espaciais entre polígonos adjacentes, eliminando duplicação de linhas e facilitando operações de busca complexas entre as entidades geográficas.

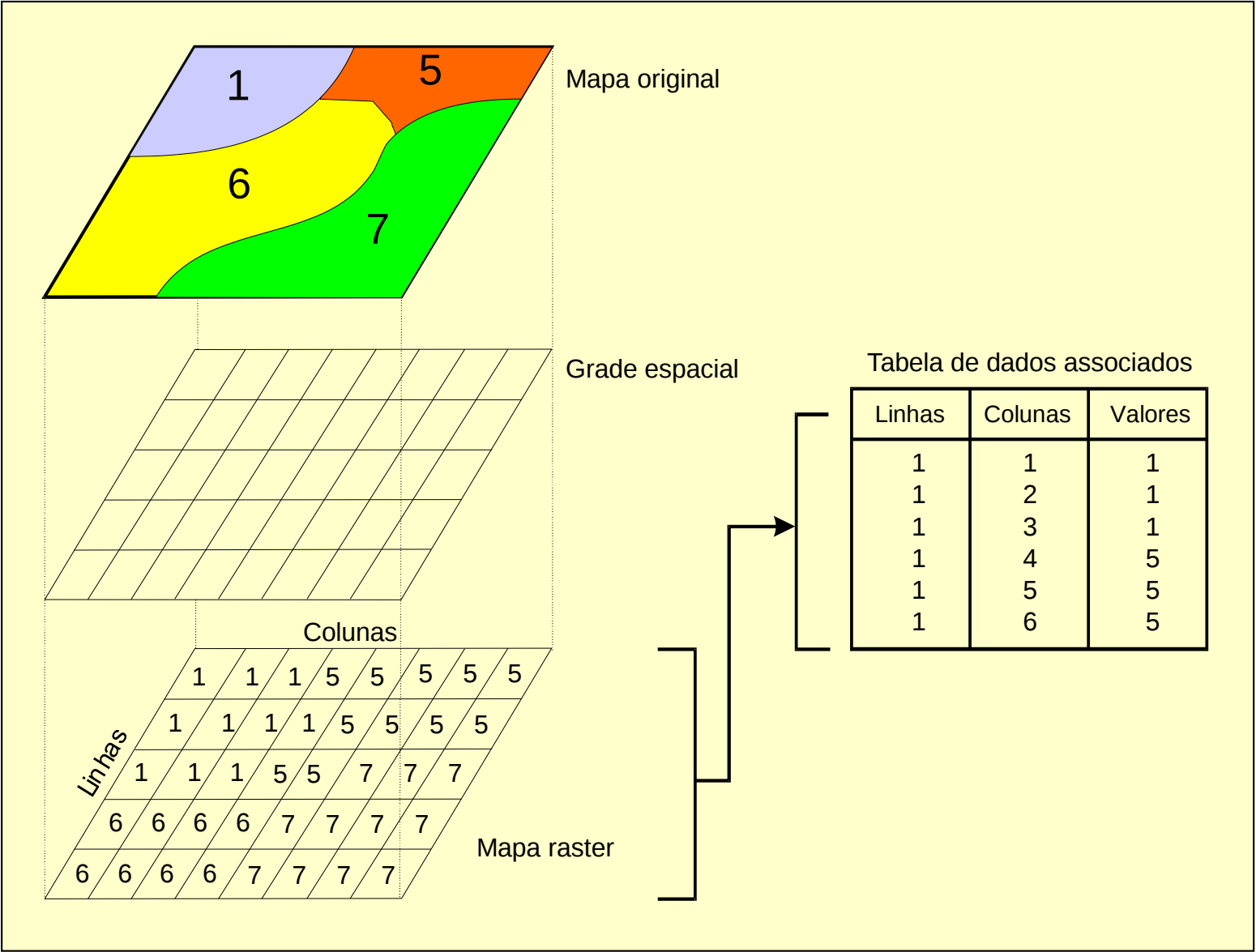
Estrutura de Dados

Modelo Raster

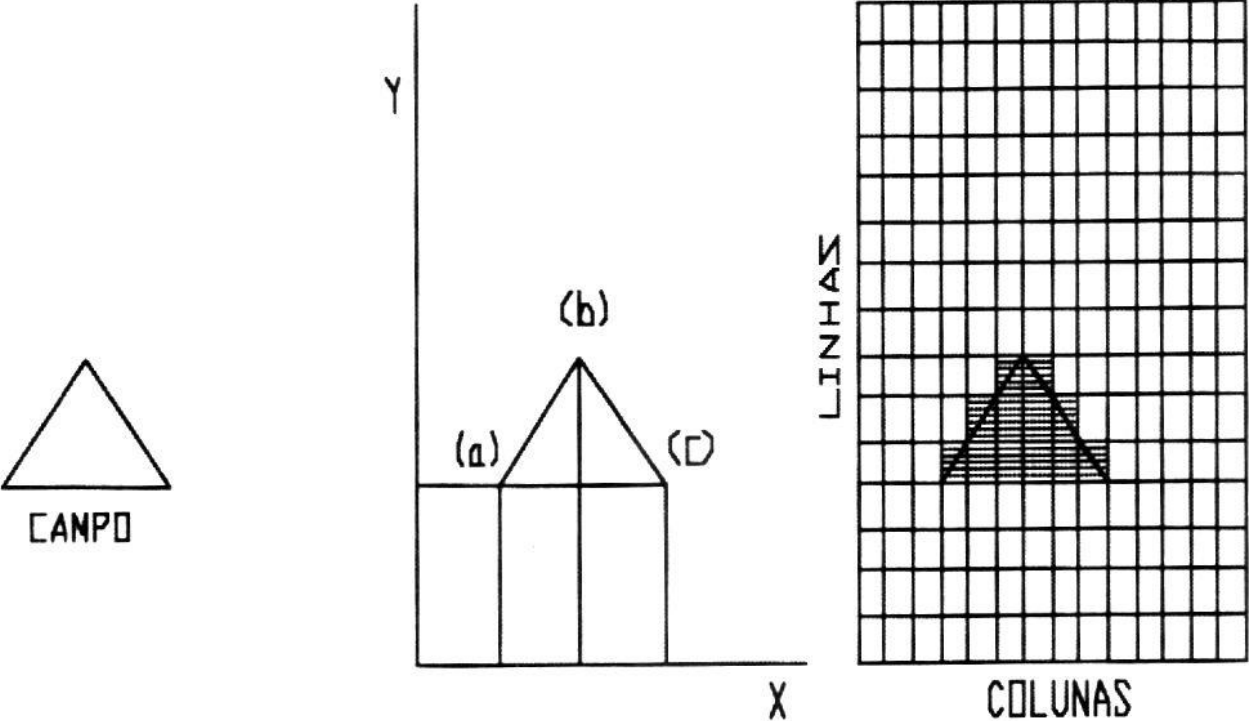
- Os dados são expressas por uma matriz de grade.
- O espaçamento da grade define o tamanho do pixel da imagem (*picture element*).
- Cada *pixel* tem sua localização definida em um sistema de coordenadas do tipo “linha” e “coluna”.



Estrutura de Dados



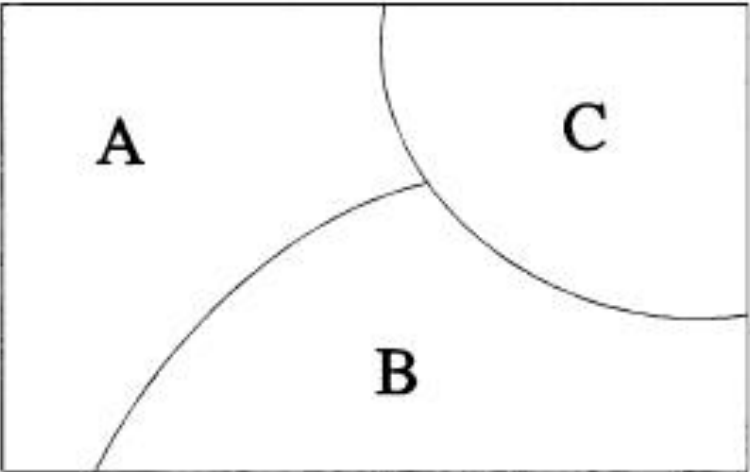
Estrutura de Dados



Silva (1999)

A	A	A	A	C	C	C	C
A	A	A	A	C	C	C	C
A	A	A	B	B	C	C	C
A	A	B	B	B	B	B	B
A	B	B	B	B	B	B	B

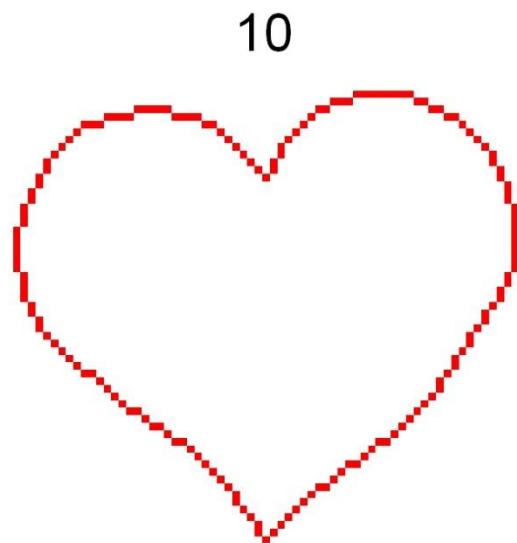
Raster



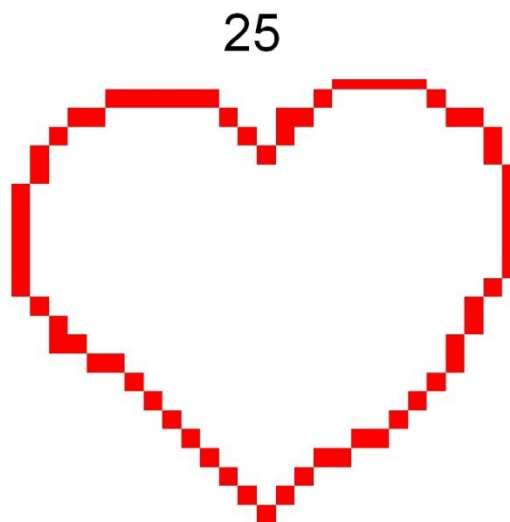
Vector

Estrutura de Dados

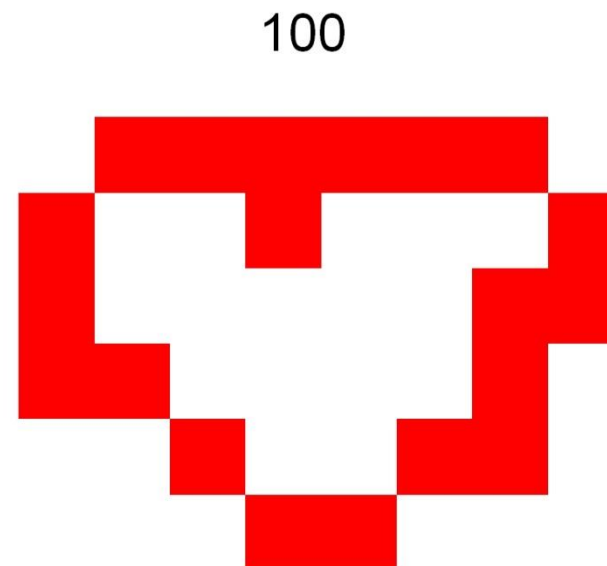
Tamanho do pixel



100 linhas e 100 colunas
31 kb



40 linhas e 40 colunas
6 kb



10 linhas e 10 colunas
1 kb

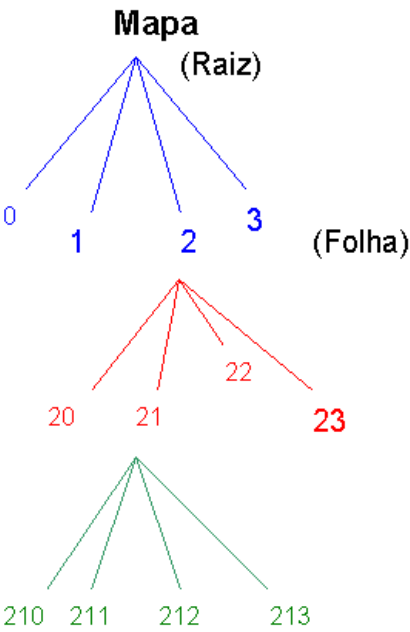
Área 1000 x 1000 m - Arquivos TIFF



Estrutura de Dados

QuadTree

C. Esquema de Representação do Quadtree



D. Tabela de Atributos

Níveis Quadtree			Atributos
1	2	3	
0			Industrial
1			Industrial
2			Residencial
	20		Residencial
	21		Serviços
		210	Comercial
		211	Comercia
		212	Serviço Comunit.
		213	Recreação
	22		Res. Multi - Familiar
	23		Res. Multi - Familiar
3			Rural

A – Mapa de Uso da Terra

Industrial		
Residencial	Comercial	
	a	b
Residencial Multi-Familiar		Rural

B – Representação Quadtree

0		1	
20	21	3	
22	23		

- a Serviços Comunitários
- b. Recreação

ARONOFF (1989)

Análise Raster

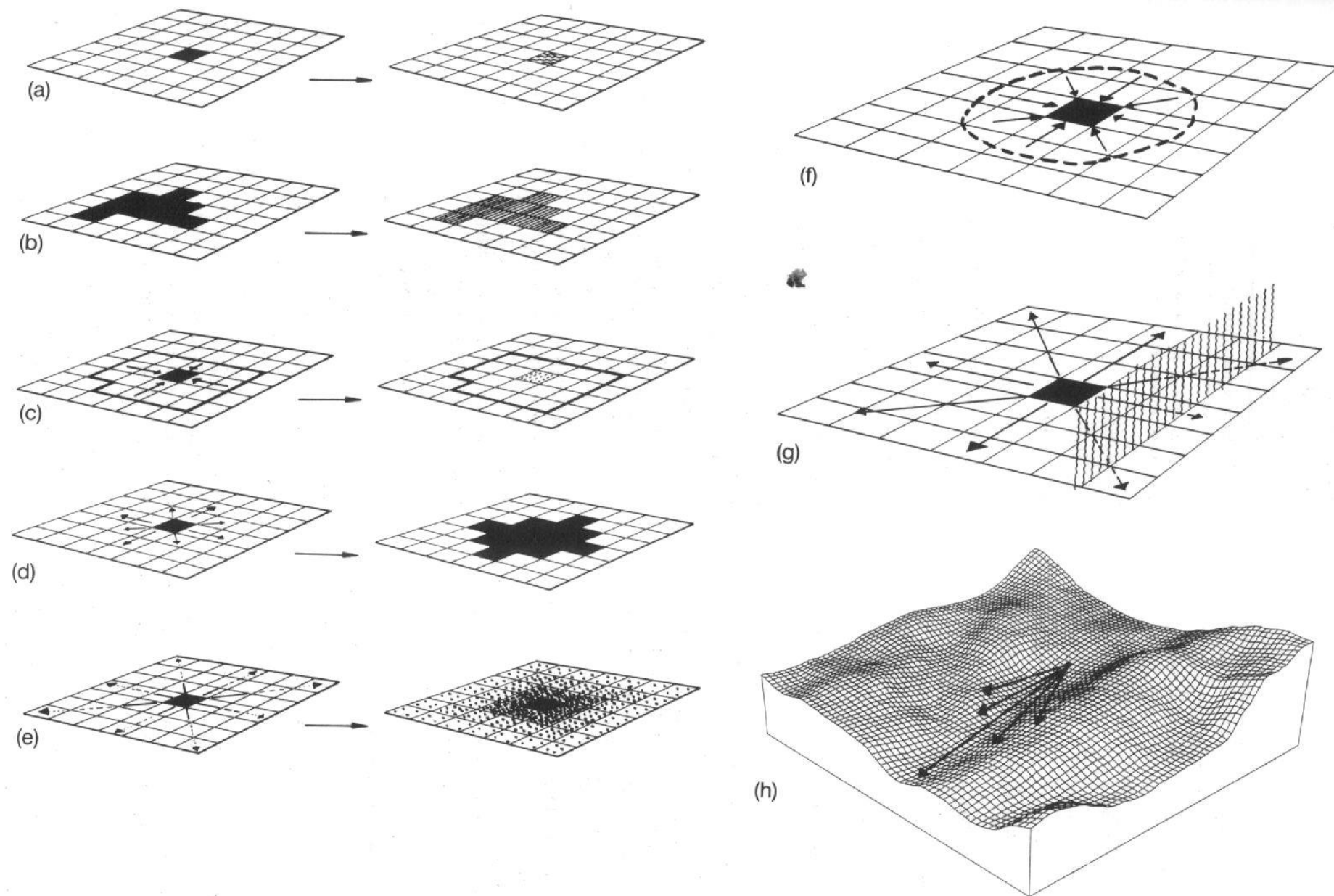


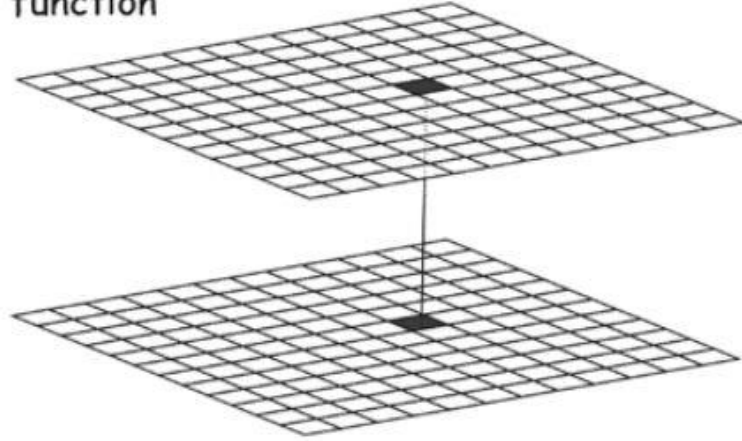
Fig. 5.8 Transformation operations in overlay analysis.

- (a) Renumbrering or recolouring a point.
- (b) Renumbrering or recolouring a region.
- (c) The point receives a value that reflects a property of the region.

- (d) Spreading isotropically from a point.
- (e) Spreading with inverse distance weighting from a point.
- (f) Interpolating a value at a point from its surroundings.
- (g) Spreading from a point through a barrier.
- (h) Spreading from a point over a surface.

Análise Raster

Local
function



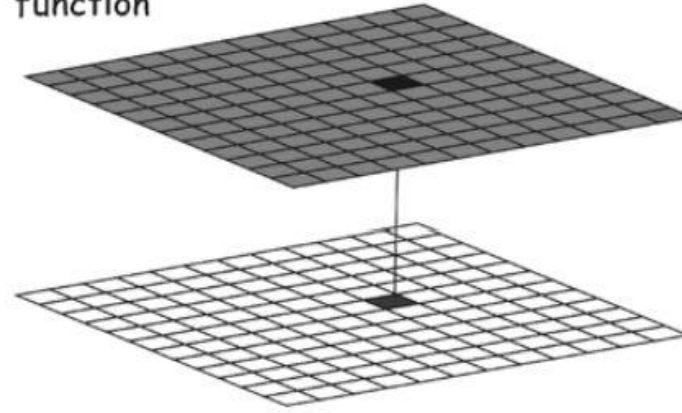
e.g.,

10	12	42
30	9	4
-12	8	15

plus 4

14	16	46
34	13	8
-8	12	19

Global
function



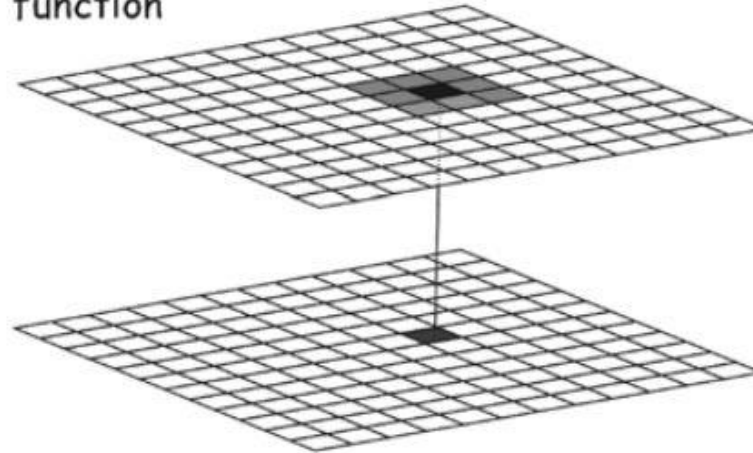
e.g.,

10	12	42
30	9	4
-12	8	15

global
maximum

42	42	42
42	42	42
42	42	42

Neighborhood
function



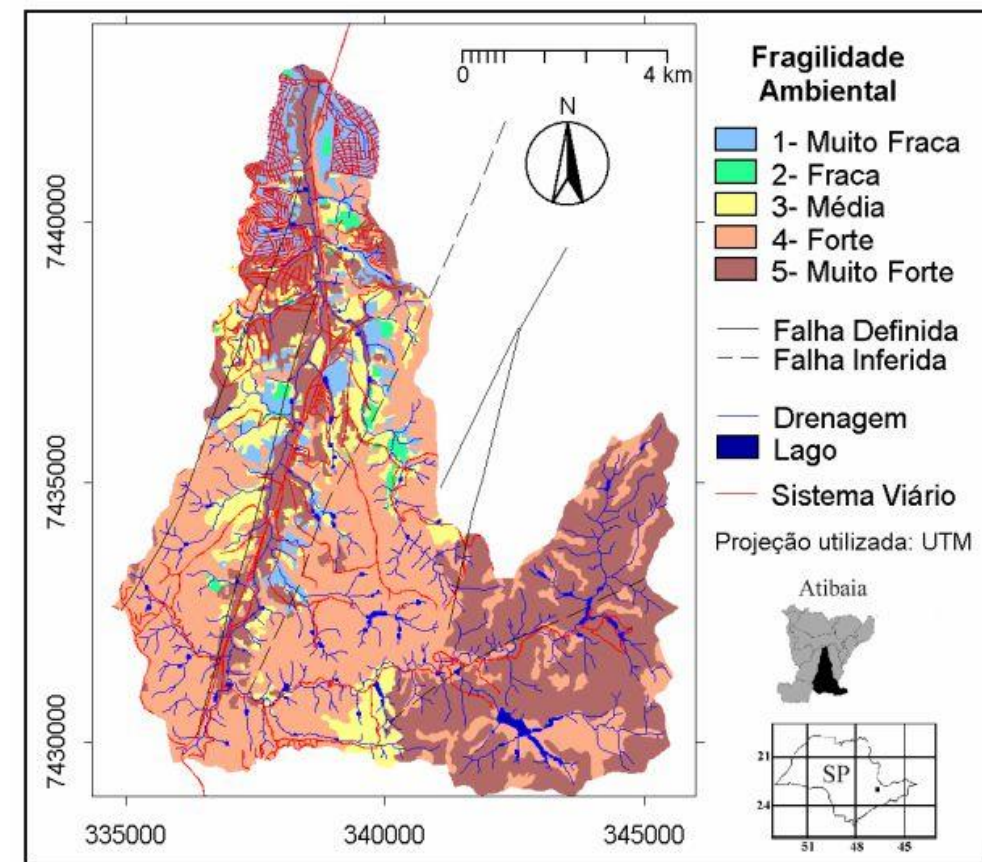
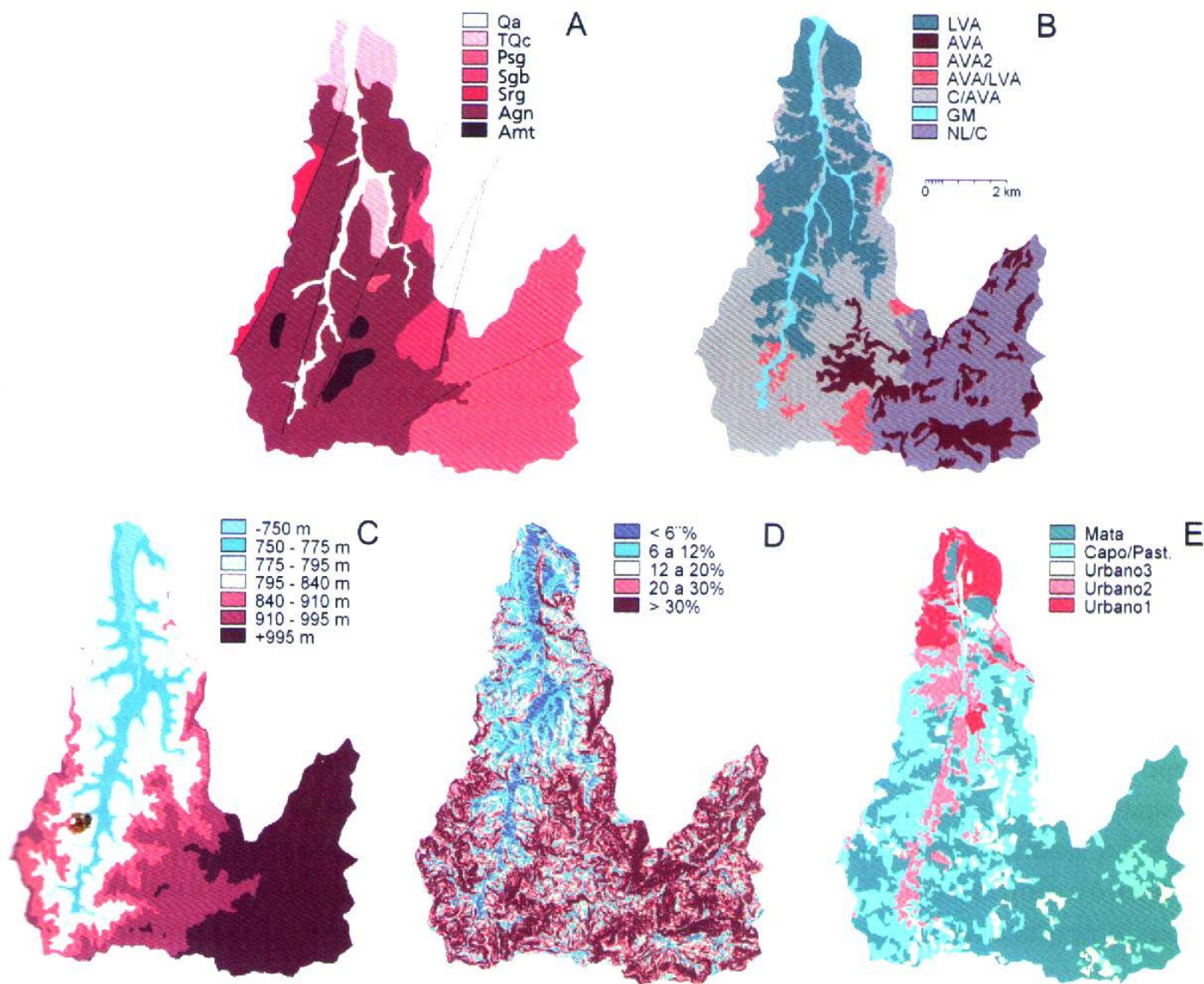
e.g.,

10	12	42
30	9	4
-12	8	15

neighborhood
maximum

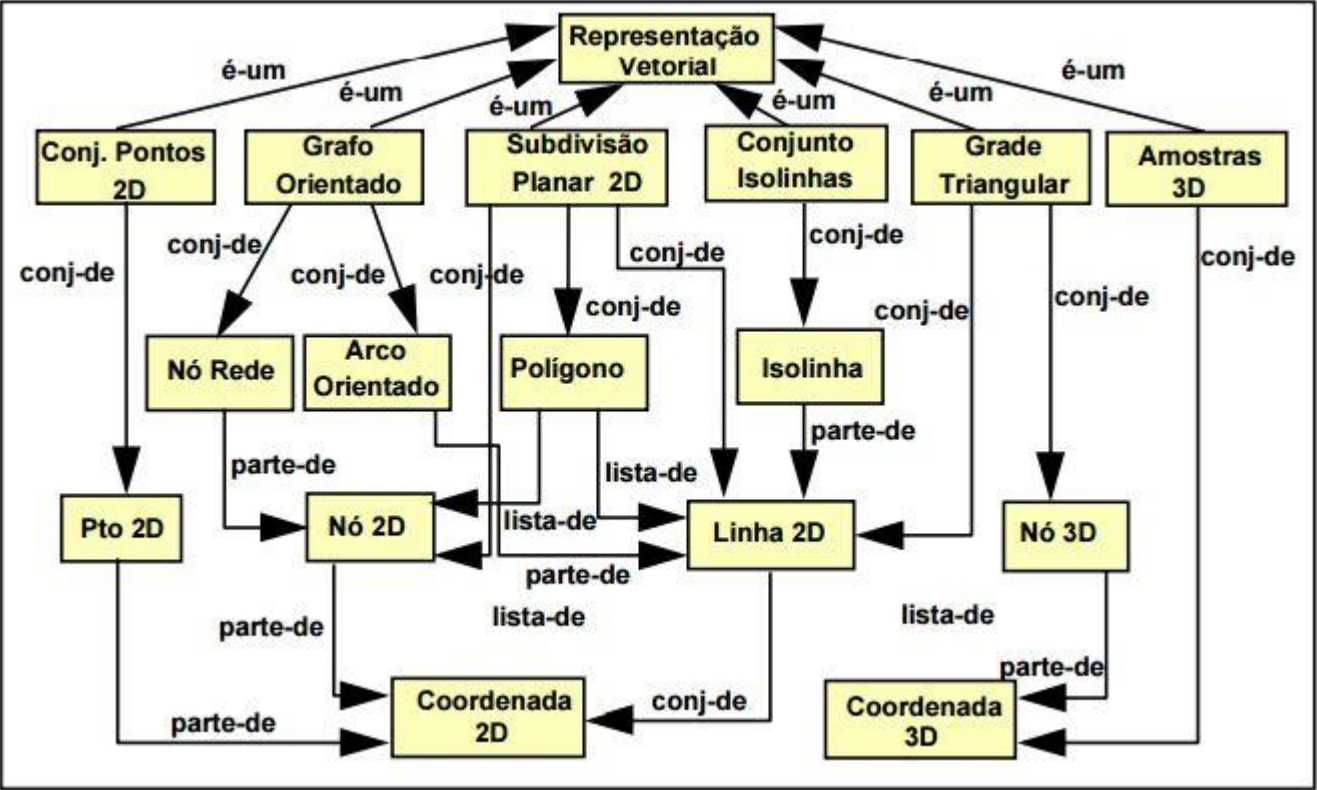
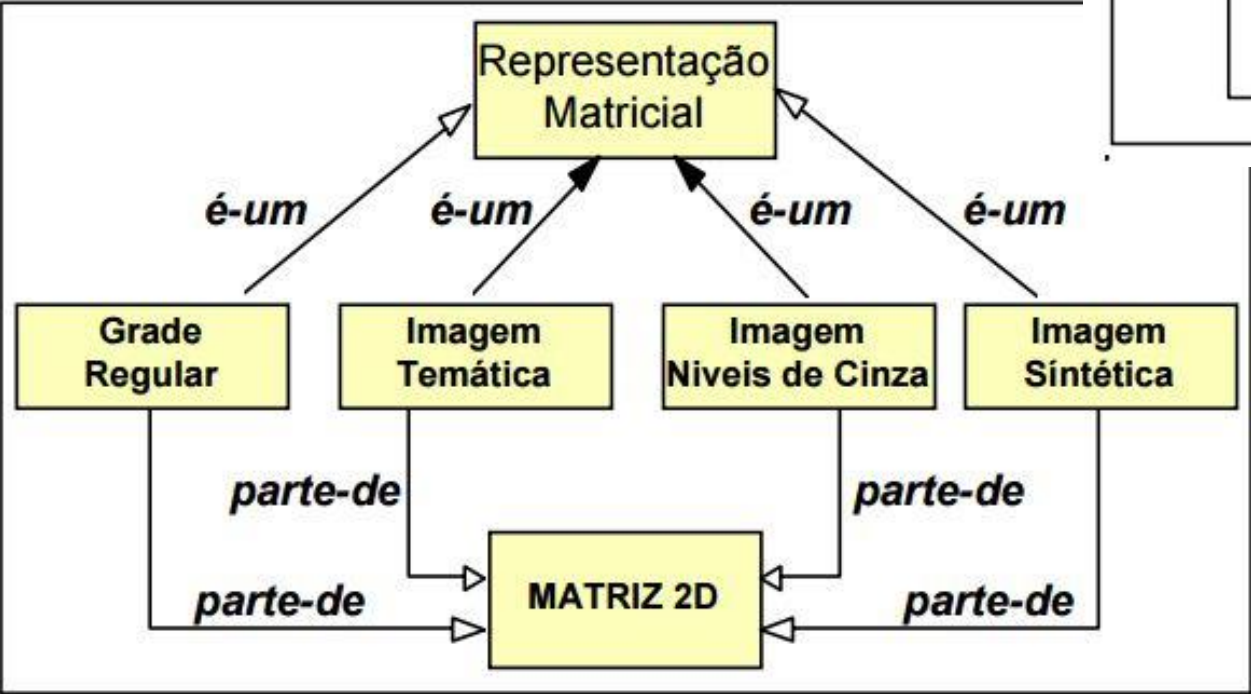
33	42	42
30	42	42
30	30	17

Análise Raster



Estrutura de Dados

Vetorial x Raster



Câmara e Monteiro

Estrutura de Dados

Vetorial x Raster

COMPARAÇÃO ENTRE VETORIAL E RASTER

Aspecto	Representação vetorial	Representação <i>raster</i>
Relações espaciais entre objetos	Relacionamentos topológicos entre objetos disponíveis	Relacionamentos espaciais devem ser inferidos
Ligação com banco de dados	Facilita associar atributos e elementos gráficos	Associa atributos apenas a classes do mapa
Análise, simulação e modelagem	Representação indireta de fenômenos contínuos; Álgebra de mapas é limitada	Representa melhor fenômenos com variação contínua no espaço; Simulação e modelagem mais eficiente
Escalas de trabalho	Adequado tanto para escalas grandes quanto pequenas	Mais adequado para pequenas escalas (1: 25 000 e menores)
Algoritmos	Problemas com erros geométricos	Processamento mais rápido e eficiente
Armazenamento	Por coordenadas (mais eficiente)	Por matrizes

Modelo Conceitual

Em SIG, o espaço geográfico é modelado segundo duas visões Complementares (Worboys, 1995):

Geocampo: o fenômeno analisado é modelado de maneira contínua.

Ex. Geocampo numérico: distribuição de chuva, temperatura, altitude etc.

Geocampo temático: mapa de uso da terra com estrutura raster.

Geocampo imagem: imagem de satélite e fotografias aéreas.

Geo-objeto: o fenômeno analisado é modelado de maneira discreta.

Ex. Rios, estradas, lotes cadastrais etc.

Modelo Conceitual

<i>Universo do mundo real</i>	<i>Universo conceitual</i>	<i>Universo de representação</i>	<i>Universo de implementação</i>
Mapa de vegetação	Geo-campo Temático	Matriz de inteiros Subdivisão Planar	Quad-tree Linhas 2D (com R-Tree)
Mapa altimétrico	Geo-campo Numérico	Grade regular Grade triangular Conjunto Pontos 3D Conjunto Isolinhas	Matriz 2D Linhas 2D e Nós 3D Pontos 3D (KD-tree) Linhas 2D
Lotes urbanos Rede elétrica	Geo-objetos Rede	Polígonos e Tabela Grafo Orientado	Linhas 2D e Nós 2D Linhas 2D (com R-Tree)