

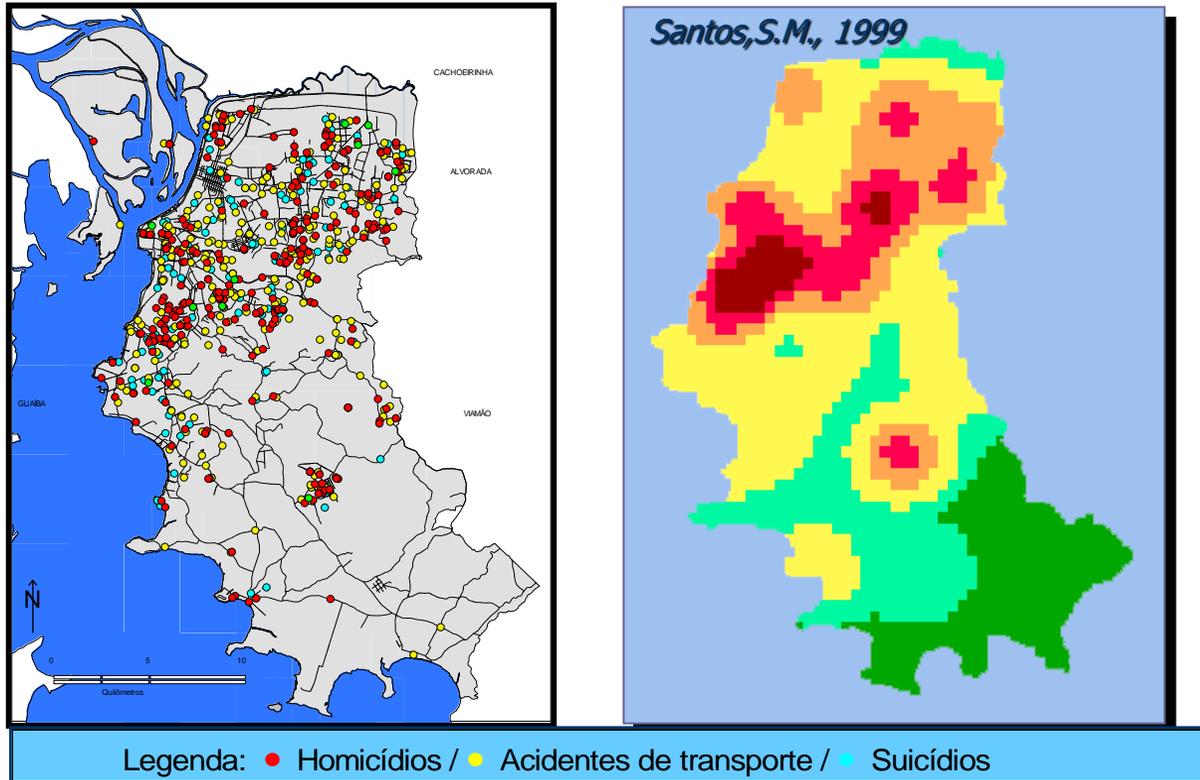
SER 300  
Introdução ao Geoprocessamento

# Análise Geográfica

Eymar Lopes - pesquisador



# A importância da Análise Geográfica



O dado geográfico é especial !

“Quase tudo que acontece, acontece em algum lugar. Saber o local onde algo acontece pode ser fundamental.” (Longley et al., 2013)

# Consulta e Análise Espacial

---

- Considere alguns problemas:
  - Emergência : Quais hospitais da rede pública com serviço de ressonância magnética estão a uma distância de 50 km da rodovia SP-45?
  - Roteamento : Quais os postos da PM disponíveis em cada bairro da cidade e o menor caminho para acesso a cada posto?
  - Epidemiologia : A distribuição dos casos de uma doença formam um padrão no espaço? Existe associação com alguma fonte de poluição? Evidência de contágio?

# Consulta e Análise Espacial

---

- Considere alguns problemas:
  - Crime : Roubos que ocorrem em determinadas áreas estão correlacionados com características socioeconômicas?
  - Geologia : Dado um conjunto de amostras, qual a extensão de um depósito mineral?
  - Agricultura : Quais as áreas mais adequadas quanto a aptidão agrícola?

# Análise Geográfica

---

- Os problemas apresentados fazem parte da Análise Espacial de Dados Geográficos
- A ênfase da Análise Geográfica é mensurar propriedades e relacionamentos levando em conta a localização do fenômeno em estudo.
- A ideia central é incorporar o espaço geográfico na análise para responder a uma determinada questão.

## Consulta e Análise Espacial e SIG

---

- SIG's podem fornecer ferramentas de análise espacial, além do armazenamento e visualização de dados geográficos.
- Um dos aspectos mais importantes do uso dos SIGs é em produzir novas informações a partir de um banco de dados geográficos.
- Vantagem do SIG: combinar vários dados espaciais de diferentes formas para gerar um novo dado, como resultado útil.

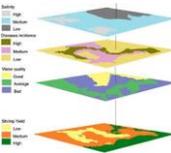
# Análise Geográfica

---



## Selecionar

- Visualizar, navegar, pesquisar



## Manipular

- Álgebra de mapas (Inferência espacial)
- Modelagem numérica e Processamento de imagens
- Operações Geométricas. Mapa de densidade



## Explorar

- Geoestatística
- Estatística espacial



## Explicar

- Regressão espacial
- Estimacão
- Modelagem espaço-temporal

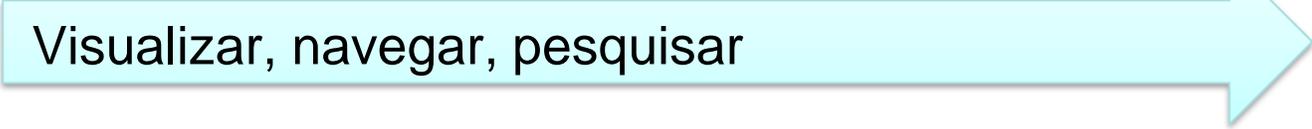
# Análise Geográfica

---

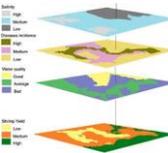


## Selecionar

- Visualizar, navegar, pesquisar



Consultas ao  
Banco de dados  
geográfico



## Manipular

- Álgebra de mapas (Inferência espacial)
- Modelagem numérica e Processamento de imagens
- Operações Geométricas. Mapa de densidade



## Explorar

- Geoestatística
- Estatística espacial



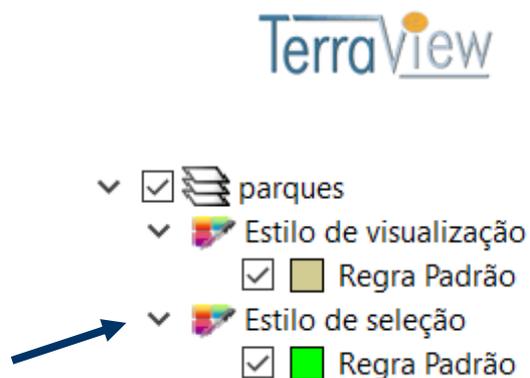
## Explicar

- Regressão espacial
- Estimacão
- Modelagem espaço-temporal



# Consulta a bancos de dados geográficos

- Independentemente da arquitetura do SIG com os Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD) a SELEÇÃO é uma funcionalidade básica de todo SIG.
- Consulta implica na seleção de dados ou objetos
- Diferentes critérios podem ser usados para selecionar objetos:
  - Apontamento (na TELA ou TABELA)
  - Atributos
  - Espaciais (localização)

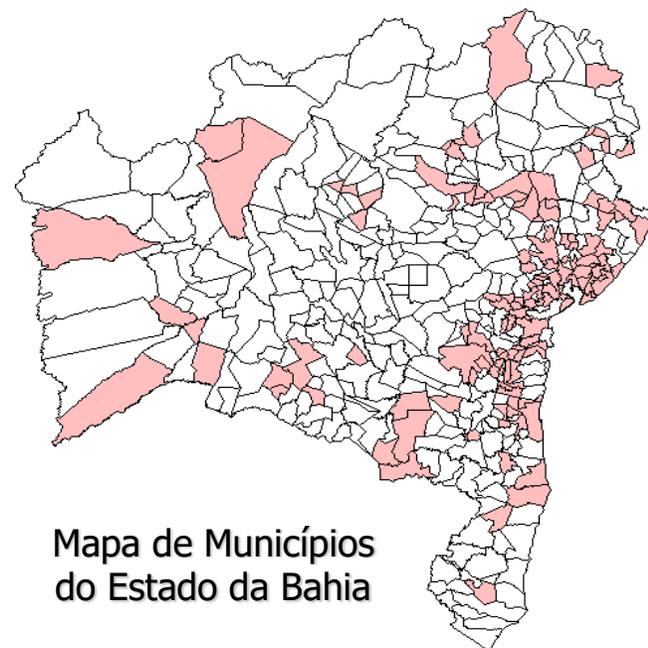




# Seleção de Objetos

## Seleção por Atributos

- A seleção por atributos sobre um conjunto de geo-objetos, dada uma restrição baseada apenas nos atributos descritivos, gera como resultado um subconjunto, cujos membros satisfazem a restrição.
- Ex: “selecione todos os municípios da Bahia com densidade populacional maior que 40 hab/km<sup>2</sup>”.





# Consulta baseada em atributos

---

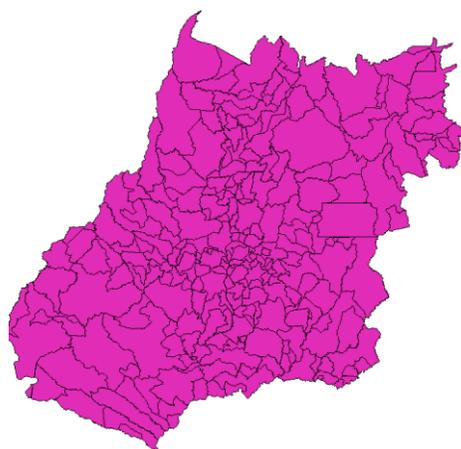
Como expressar critérios de seleção de objetos com base em seus atributos descritivos ?

- Modelo Relacional deu origem a SQL – Structured Query Language.
- SQL: Selecione <o quê>, <de onde>, <tal que>  
**select** < atributo(s) > **from** < tabela(s) > **where** < critério(s)>
- SIG's implementam interfaces que permitem a aplicação direta de consultas em SQL.
  - O quê: seleciona o(s) atributo(s)
  - De onde: seleciona a tabela de objetos
  - Tal que: define o critério de seleção dos objetos



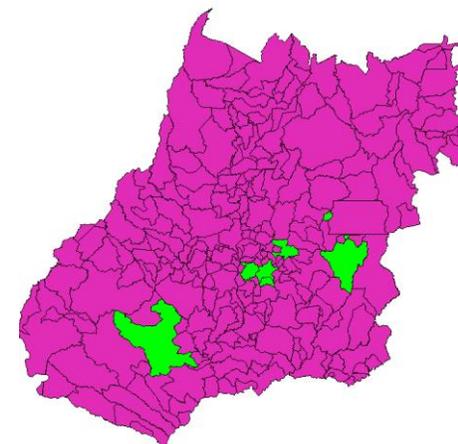
# Consulta por Atributos

- Opera sobre os atributos de mapas vetoriais (ponto, linha e polígono).
  - Ex: Quais os municípios têm população maior que 100 mil habitantes em 2008?
    - Considere que há mapa com limites municipais e uma tabela associada com um atributo com o número de habitantes.



↓

municipio				
	NOME_ACEN	COD_IBGE	REG_PLANEJ	POPTOTAL08
1	Rio Verde	5218805	Regiao Sudoest...	158818.000000
2	Aparecida de G...	5201405	Regiao Metrop...	494919.000000
3	Trindade	5221403	Regiao Metrop...	102870.000000
4	Goiânia	5208707	Regiao Metrop...	1265394.000000
5	Anápolis	5201108	Regiao Centro ...	331329.000000
6	Luziânia	5212501	Regiao do Ento...	203800.000000
7	Valparaíso de G...	5221858	Regiao do Ento...	120878.000000
8	Águas Lindas d...	5200258	Regiao do Ento...	139804.000000
9	Lagoa Santa	5212253	Regiao Sudoest...	1308.000000



```
select nome_acen from municipio where poptotal08 > 100000;
```



# Consulta por atributos

- Selecione colunas de tabelas onde critério

← Cláusula WHERE

- Operadores que podem ser usados na cláusula where:

## Operadores relacionais:

> (maior)                      Ex.  $1 > 2 : \underline{F}$     e     $12 > 10 : \underline{V}$

< (menor)                      Ex.  $1 < 2 : \underline{V}$     e     $12 < 10 : \underline{F}$

>= (maior ou igual)        Ex.  $2 >= 3 : \underline{F}$     e     $2 >= 2 : \underline{V}$

<= (menor or igual)        Ex.  $2 <= 3 : \underline{F}$     e     $2 <= 2 : \underline{V}$

= (igual)                      Ex.  $A = A : \underline{V}$     e     $A = B : \underline{F}$

<> (diferente)              Ex.  $1 <> 2 : \underline{V}$     e     $1 <> 1 : \underline{F}$

like (similar)                Ex. nome like "Lu%"



# Consulta por atributos

---

Operadores lógicos booleanos: NOT, AND e OR

– Tabela Verdade da operação NOT

- NOT V = F
- NOT F = V

– Tabela Verdade da operação AND

- V AND V = V
- V AND F = F
- F AND V = F
- F AND F = F

– Tabela Verdade da operação OR

- V OR V = V
- V OR F = V
- F OR V = V
- F OR F = F



## Consulta por atributos

---

### Linguagem natural:

- Selecione todas as quadras que possuem renda maior que 10000 e mais de 10 escolas

### SQL:

- `select * from QUADRAS where RENDA > 100000 AND NESCOLAS > 10 ;`



# Consulta baseada em atributos



```
SELECT id , Produção  
FROM fazendas, cadastro  
WHERE fazendas.numcad =  
cadastro.numcad  
AND ITR > 4500
```

**fazendas**

id	label	área	numcad
22	Caraíbas	3000	2345

**cadastro**

numcad	ITR	Produção
2345	5000	4000



# Consulta por Atributos

Consultar Atributo ? X

Camada de Entrada  
public.sede\_municipios\_br

Restrição

or

regiao = Nordeste

regiao = Centro-Oeste

Resultado SQL  
((regiao = 'Nordeste') or (regiao = 'Centro-Oeste'))

Seleção de Camada  
 Adicionar  Novo  Nenhum

Aplicar

Consultar Camada  
Nome public.sede\_municipios\_br Criação de Camada

Ajuda Fechar

## Adicionar

-adiciona o resultado da consulta formulada ao resultado já existente.

## Novo

- executa a consulta formulada, removendo qualquer outra criada anteriormente

## Nenhum

- remove consultas existentes



O TerraView permite consultas baseada nos valores dos atributos segundo vários critérios, tomados 2 a 2:

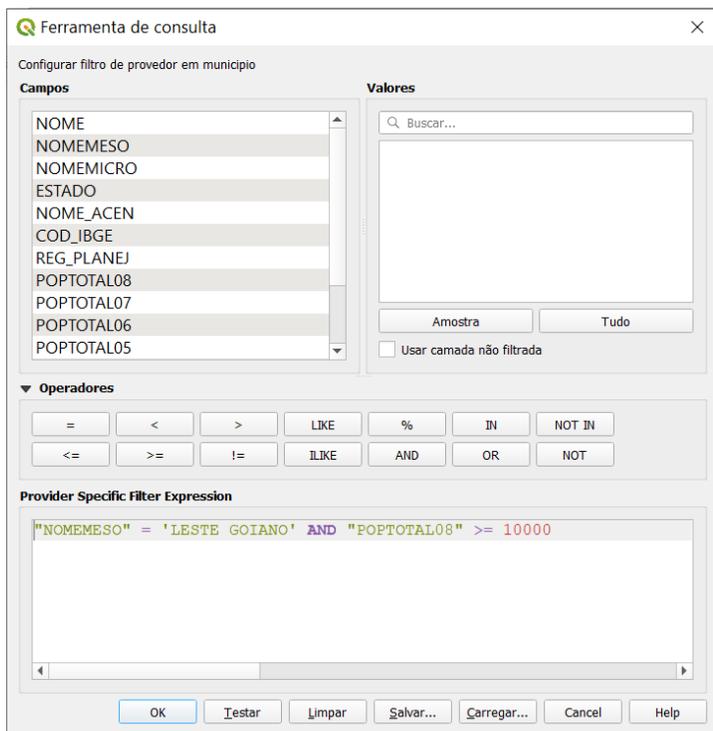
- Lógicos: maior ( $>$ ), menor ( $<$ ), maior ou igual ( $>=$ ), menor ou igual ( $<=$ ), igual ( $=$ ) e diferente ( $<>$ ).
- Semelhança: operador de semelhança para atributos do tipo texto (**LIKE**) incluindo o caractere “%”.
- Conectores lógicos: (**AND**), (**ISNULL**), (**NOT**) ou (**OR**).

**NOTA:** O resultado SQL da expressão não é editável. Usuário deve alterar os campos na área da restrição.

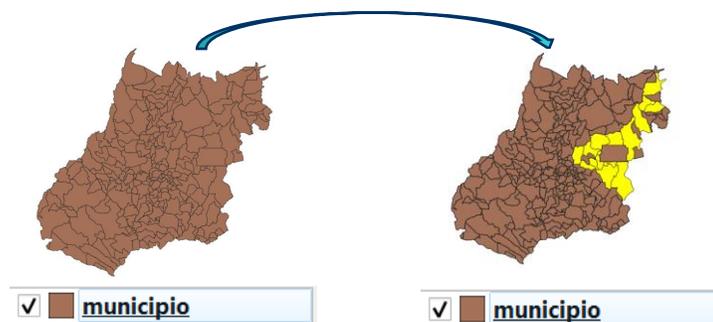
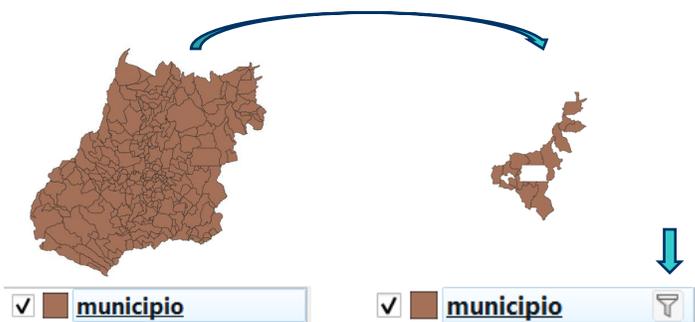
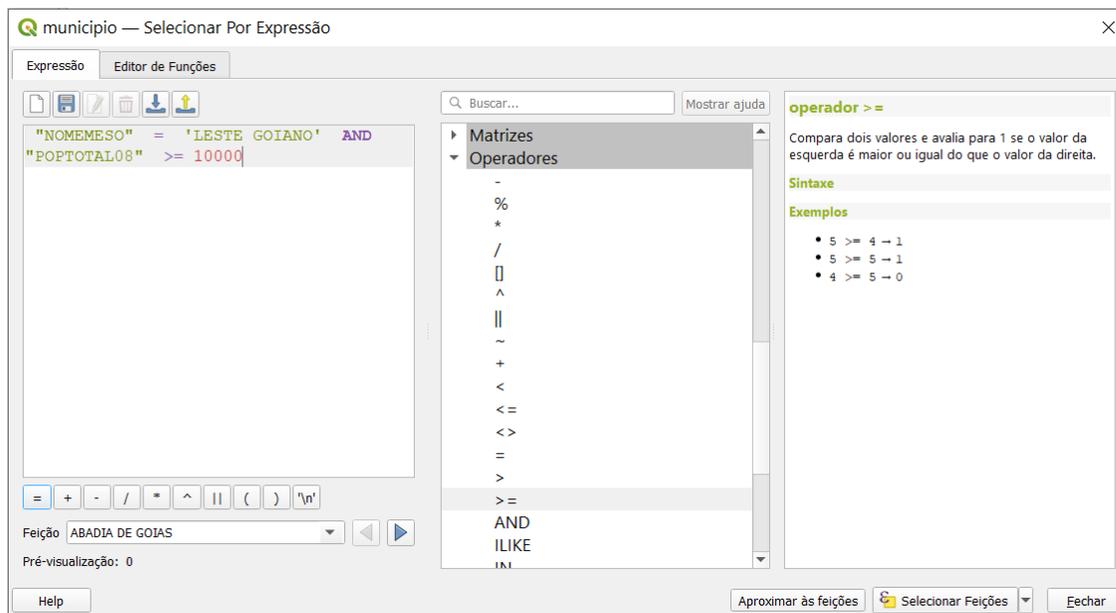


# Consulta por Atributos

## Filtrar



## Selecionar por Expressão





O QGIS permite consultas baseada nos valores dos atributos segundo vários critérios:

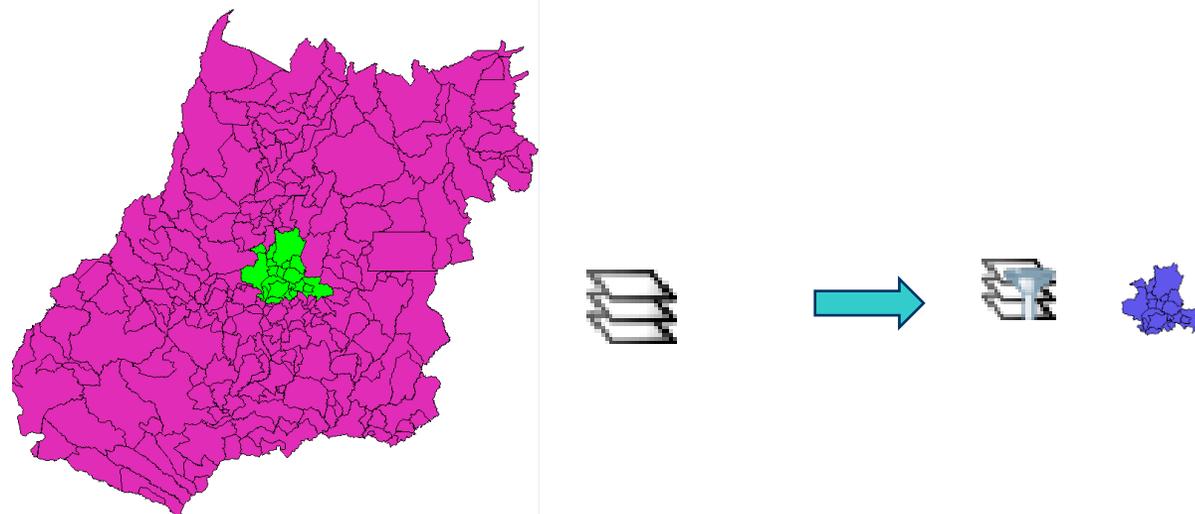
- Lógicos: maior ( $>$ ), menor ( $<$ ), maior ou igual ( $>=$ ), menor ou igual ( $<=$ ), igual ( $=$ ) e diferente ( $<>$ ).
- Semelhança: operador de semelhança para atributos do tipo texto (**LIKE**) incluindo o caractere “%”.
- Conectores lógicos: (**AND**), (**ISNULL**), (**NOT**) ou (**OR**).

**NOTA:** O resultado da expressão é editável. Usuário deve conhecer a sintaxe para evitar erros.



## O que fazer com o resultado de uma consulta por atributos?

- Com o resultado pode-se:
  - Criar **Camada de Consulta** 
    - Mantém o vínculo com o dado (arquivo vetorial ou tabela PostGIS) de origem e armazena o filtro no projeto.

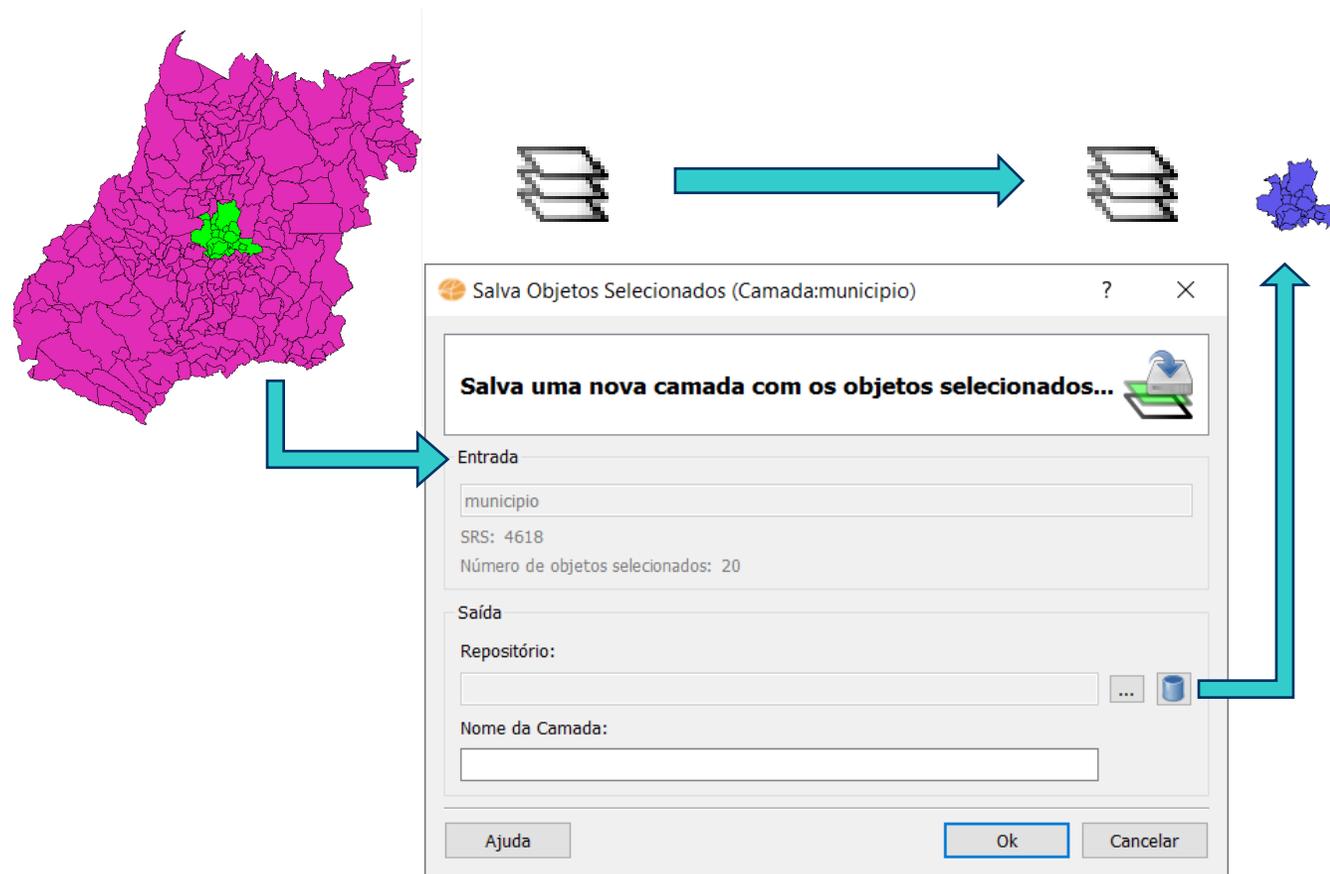




# O que fazer com o resultado de uma consulta por atributos?

- Com o resultado pode-se:

- Criar novo mapa (**arquivo vetorial ou tabela PostGIS**) e associa a uma nova camada.





# O que fazer com o resultado de uma consulta por atributos?



- Com o resultado pode-se:

- Manter **Camada Filtrada**



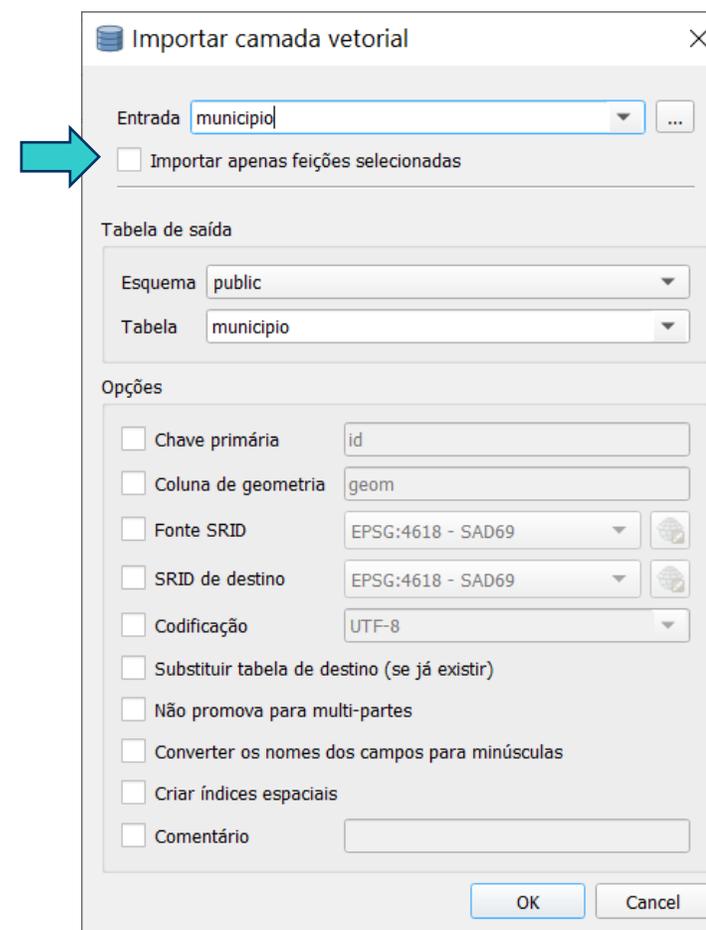
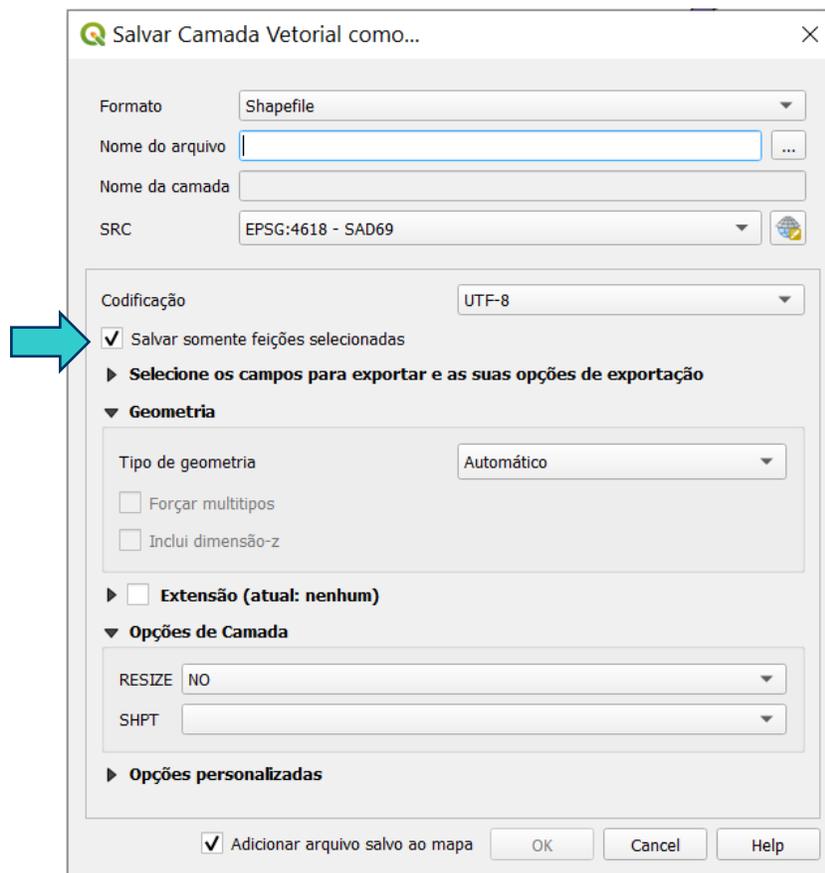
- Mantém o vínculo com o dado vetorial de origem e armazena o filtro no projeto.





# O que fazer com o resultado de uma consulta por atributos?

- Exportar feições selecionadas.
- Importar para BD as feições selecionadas.

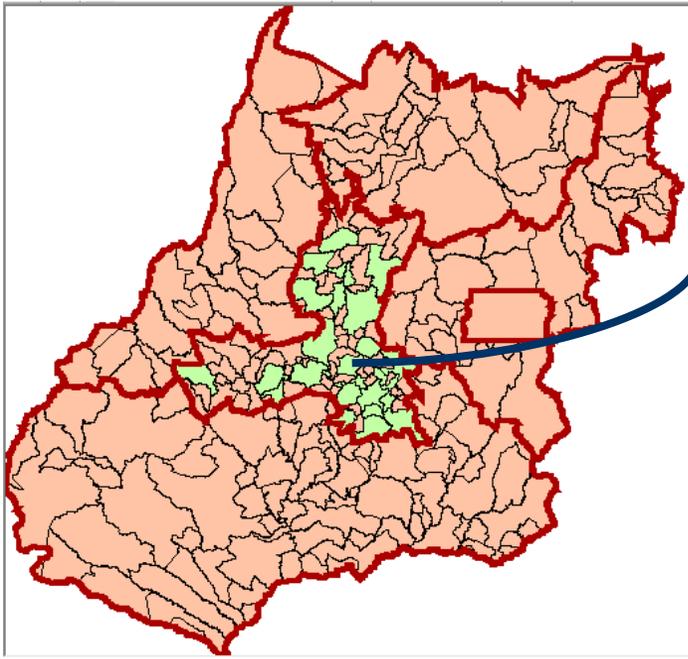




## O que fazer com o resultado de uma consulta por atributos?

---

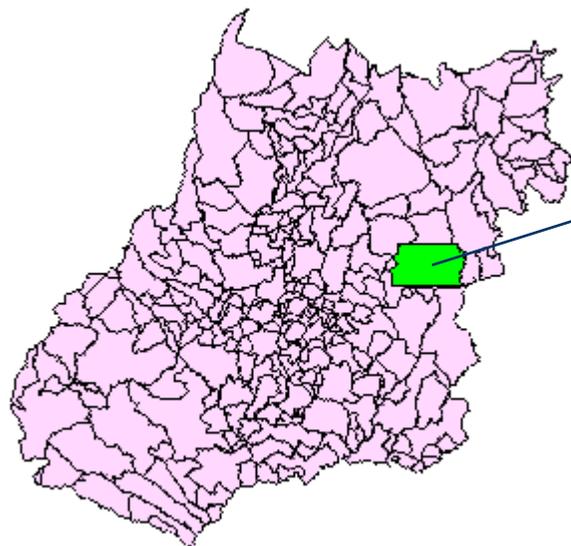
- Objetos selecionados são submetidos a um filtro espacial.



26 municípios estão dentro da mesorregião Centro Goiano com mais de 10 mil habitantes.



# Ligação de Tabelas



public.municipio_go					
	fid	nome	nomemeso	nomemicro	cod_ibge
1	162	DISTRITO FEDE...			530010
2	0	LAGOA SANTA	SUL GOIANO	QUIRINOPOLIS	5212253
3	1	SAO SIMAO	SUL GOIANO	QUIRINOPOLIS	5220405



public.pa_ipeadata_2005							
	fid	sigla	codibge	nomemuni	arroz	cana	
1	1	GO	5200050	Abadia de Goiás	330.000000		
2	2	GO	5200100	Abadiânia	320.000000	320.000000	

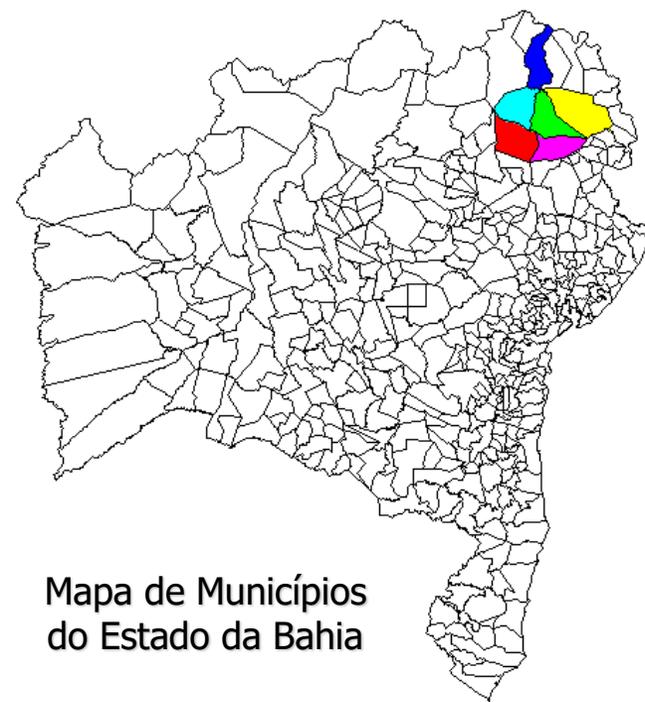
Qual o nome dos municípios da mesorregião “SUL GOIANO” que tiveram produção de arroz ou cana com mais de 5000 toneladas no ano de 2005 ?



# Seleção de Objetos

## Restrições espaciais (relacionamentos)

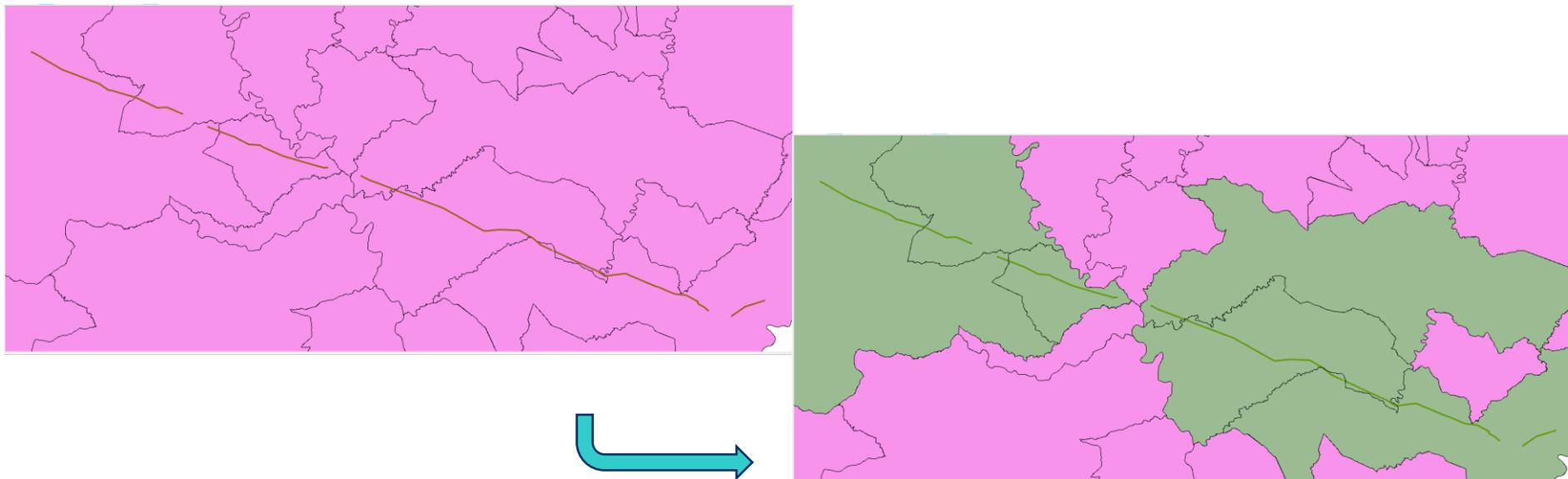
- topológicas
  - Dentro, toca, coberto por, ...
- direção
  - Norte, sul, ...
- métricas
  - Distância, ...
- Ex: “Selecione todos os municípios da Bahia adjacentes ao município de Canudos”.





# Consulta por Atributos e Espacial

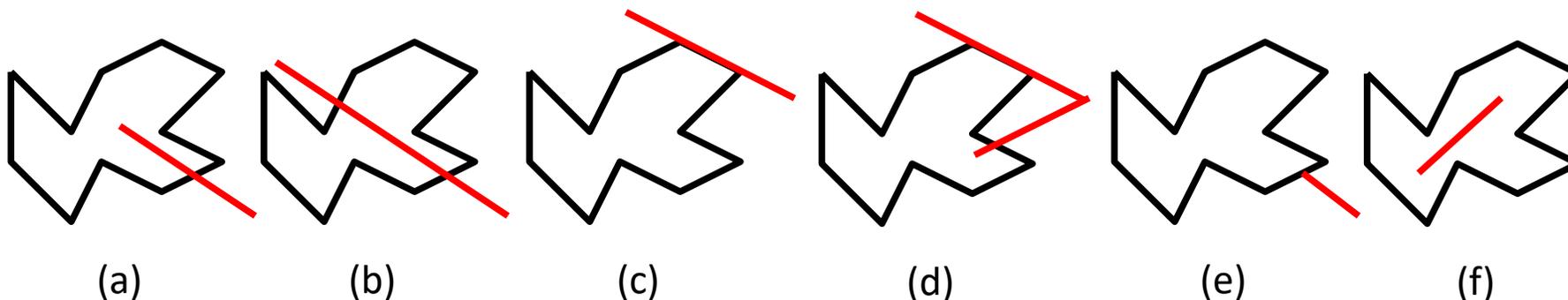
- Consulta Espacial.
  - Opera com relacionamentos espaciais entre objetos de um mapas vetorial (ponto, linha ou polígono) ou entre mapas vetoriais.
  - Ex: Quais os municípios de GO por onde passa a rodovia BR-452 ?





## Operações Topológicas

- Em qual (ou quais) das situações abaixo podemos dizer que a linha “cruza” o polígono ?

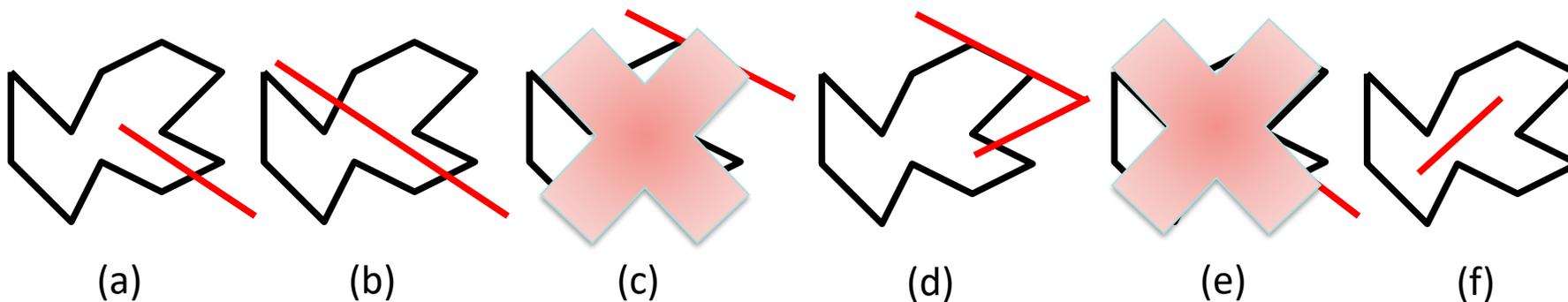


- Observações:
  - Todos temos um conjunto de conceitos intuitivos sobre o posicionamento relativo dos objetos.
  - É necessário formular mais precisamente cada relacionamento espacial.



## Operações Topológicas

- Em qual (ou quais) das situações abaixo podemos dizer que a linha “cruza” o polígono ?



- Observações:
  - Todos temos um conjunto de conceitos intuitivos sobre o posicionamento relativo dos objetos.
  - É necessário formular mais precisamente cada relacionamento espacial.



# Espaço Topológico: $\mathbb{R}^2$

- Vamos identificar os componentes básicos de um objeto geométrico:
  - Fronteira ( $\partial$ ), Interior ( $^\circ$ ) e Exterior ( $^-$ )



**Ponto**

$$\partial P = \emptyset$$

■  $P^\circ = 0$ -dimensional

■  $P^- = U - P^\circ$



**Linha Aberta**

■  $\partial L = 0$ -dimensional

■  $L^\circ = 1$ -dimensional

■  $L^- = U - (L^\circ + \partial L)$



**Linha Fechada**

$$\partial L = \emptyset$$

■  $L^\circ = 1$ -dimensional

■  $L^- = U - (L^\circ + \partial L)$



**Polígono**

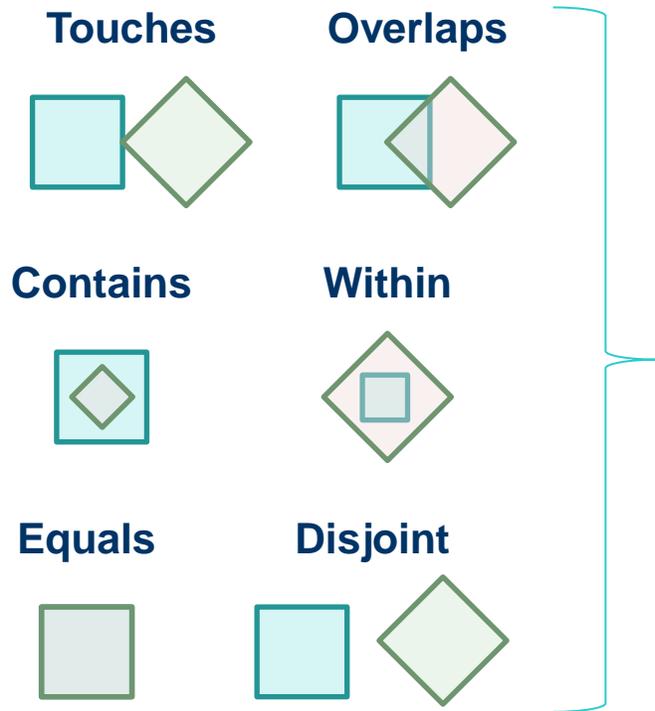
■  $\partial P = 1$ -dimensional

■  $P^\circ = 2$ -dimensional

■  $P^- = U - (P^\circ + \partial P)$



# OGC SFS: Operações Espaciais



## Relacionamentos espaciais:

Dimensionally Extended Nine-Intersection Model

	$B^{\circ}$	$\delta B$	$B^{-}$
$A^{\circ}$	$\dim(A^{\circ} \cap B^{\circ})$	$\dim(A^{\circ} \cap \delta B)$	$\dim(A^{\circ} \cap B^{-})$
$\delta A$	$\dim(\delta A \cap B^{\circ})$	$\dim(\delta A \cap \delta B)$	$\dim(\delta A \cap B^{-})$
$A^{-}$	$\dim(A^{-} \cap B^{\circ})$	$\dim(A^{-} \cap \delta B)$	$\dim(A^{-} \cap B^{-})$

$T \rightarrow \dim(x) = \{0, 1, 2\}$ , i.e.  $x \neq \emptyset$

$F \rightarrow \dim(x) = -1$ , i.e.  $x = \emptyset$

$* \rightarrow \dim(x) = \{-1, 0, 1, 2\}$ , i.e. não importa

$0 \rightarrow \dim(x) = 0$  (ponto)

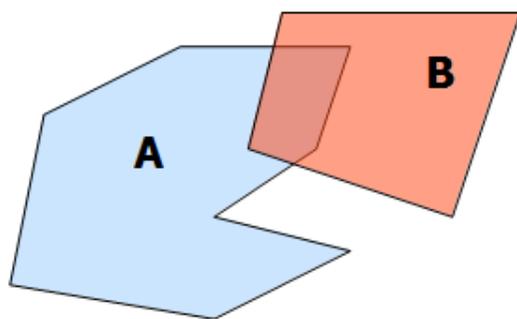
$1 \rightarrow \dim(x) = 1$  (linha)

$2 \rightarrow \dim(x) = 2$  (área)

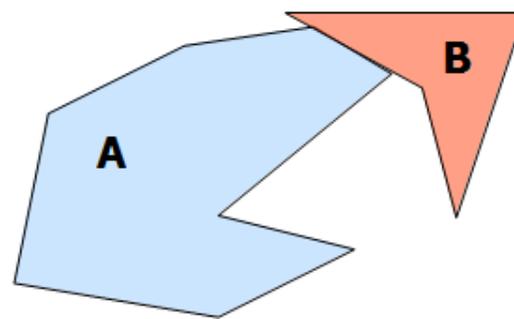


# Operações Topológicas

- Qual é o relacionamento espacial entre os objetos A e B?



$$\begin{array}{c} \mathbf{A}^\circ \\ \partial\mathbf{A} \\ \mathbf{A}^- \end{array} \begin{pmatrix} \mathbf{B}^\circ & \partial\mathbf{B} & \mathbf{B}^- \\ \mathbf{2} & \mathbf{1} & \mathbf{2} \\ \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{1} \\ \mathbf{2} & \mathbf{1} & \mathbf{2} \end{pmatrix}$$



$$\begin{array}{c} \mathbf{A}^\circ \\ \partial\mathbf{A} \\ \mathbf{A}^- \end{array} \begin{pmatrix} \mathbf{B}^\circ & \partial\mathbf{B} & \mathbf{B}^- \\ \mathbf{F} & \mathbf{F} & \mathbf{2} \\ \mathbf{F} & \mathbf{1} & \mathbf{1} \\ \mathbf{2} & \mathbf{1} & \mathbf{2} \end{pmatrix}$$

ST\_Relate(A, B)



# Operadores Topológicos

- `ST_Contains(geom1, geom2) → 0 ou 1`
- `ST_Within(geom1, geom2) → 0 ou 1`
- `ST_Covers (geom1, geom2) → 0 ou 1`
- `ST_CoveredBy(geom1, geom2) → 0 ou 1`
- `ST_Touches(geom1, geom2) → 0 ou 1`
- `ST_Crosses(geom1, geom2) → 0 ou 1`
- `ST_Overlaps(geom1, geom2) → 0 ou 1`
- `ST_Equals(geom1, geom2) → 0 ou 1`
- `ST_Intersects(geom1, geom2) → 0 ou 1`
- `ST_Disjoint(geom1, geom2) → 0 ou 1`
- `ST_Relate(geom1, geom2) → 'T**F***'`
- `ST_Relate(geom1, geom2, 'T**F***') → 0 ou 1`

\* A ordem das camadas com **geom1** e **geom2** é importante.



# Consulta Espacial

Utiliza os operadores espaciais **topológicos** para retornar os objetos que atendem o critério escolhido.

## Nova

- executa a consulta formulada, removendo qualquer outra criada anteriormente.

## Adiciona

-adiciona o resultado da consulta formulada ao resultado já existente.

## Nenhum

- remove qualquer outra criada anteriormente.

Consulta Espacial

Camada de Entrada: public.municipio\_go

Critério

Propriedade Geométrica: ogr\_geometry

Operador: st\_within

Camada: malha\_viaria\_br452

Utilizar Objetos Selecionados

Restrições

	Propriedade	Operador	Valor
1	ogr_geometry	st_within	Valor da G
2	ogr_geometry	st_within	Valor da G
3	ogr_geometry	st_within	Valor da G
4	ogr_geometry	st_within	Valor da G

Seleção de Camada

Adiciona  Nova  Nenhum

Aplicar

Consulta Camada

Nome: public.municipio\_go

Criação de Camada

Ajuda Fechar

st\_intersects  
st\_disjoint  
st\_touches  
st\_overlaps  
st\_crosses  
st\_within  
st\_contains  
st\_equals



# Consulta Espacial

Utiliza os operadores espaciais **topológicos** para retornar as feições que atendem o critério escolhido.



Selecionar por localização

Parâmetros Log

Selecionar feições de  
municipio [EPSG:4618]

Onde as feições (predicado geométrico)

interseccionam  tocam  
 contêm  Sobrepõem  
 desunidos  estão dentro de  
 igual  cruzam

Ao comparar com as feições do  
municipio [EPSG:4618]

Apenas feições selecionadas

Modificar seleção atual por  
Remover da seleção atual

0%

Cancelar

Executar processo em Lote... Executar Close Help

## Nova Seleção

- executa a consulta formulada, removendo qualquer outra criada anteriormente.

## Adiciona Seleção atual

-adiciona o resultado da consulta formulada ao resultado já existente.

## Selecionar dentro da seleção atual

- filtra as feições já selecionadas.

## Remover da seleção atual

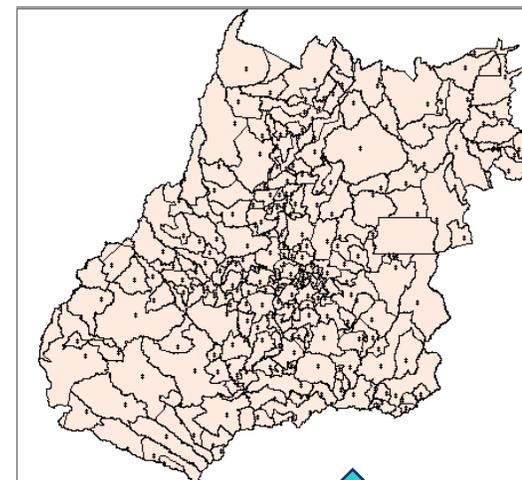
- remove as feições já selecionadas.



# Exercício 1



Consulta por atributo para salvar em nova camada geometria.



Passo 1 – Criar camada com geometria de pontos

Passo 2 – Executar consulta por atributos

Passo 3 – Salvar o resultado dos selecionados/filtrados



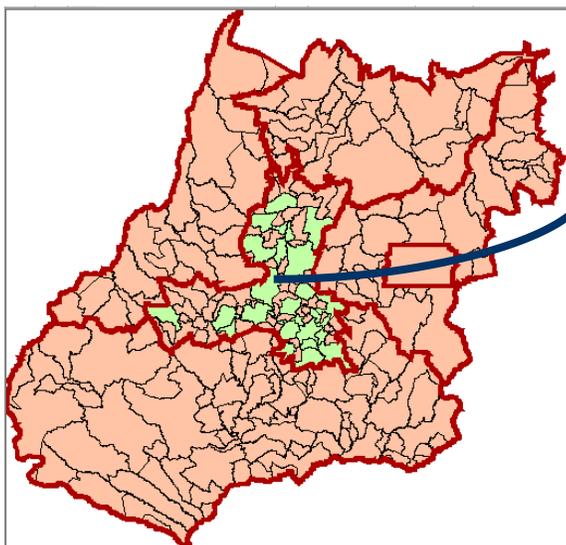
## Exercício 2



Outras consultas por atributos.

**CONSULTA 1** – Qual era a população total em 2005 dos municípios de GO, pertencentes a mesorregião “Centro Goiano” e a população total em 2008 é maior que 10 mil habitantes ?

**RESPOSTA** (Consulta 1) 2.599.097 Habitantes.



26 municípios da  
mesoregião Centro  
Goiano

Passo 1 – Criar camada com geometria de municípios;

Passo 2 – Executar consulta por atributos;

Passo 3 – Executar estatística sobre atributos.



## Exercício 2



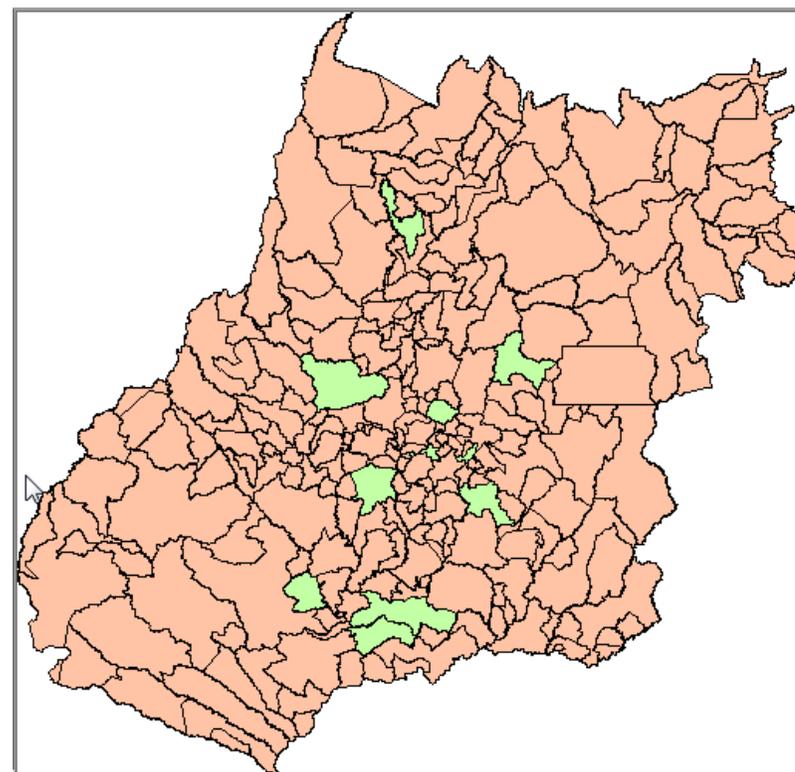
Outras consultas por atributos.

**CONSULTA 2** – Apresentar o nome de todos os municípios de GO que têm as letras “Goi” em seu nome e população em 2002 está entre 10 mil e 50 mil habitantes ?

**RESPOSTA** (Consulta 2) Bela Vista de Goiás, Bom Jesus de Goiás, Cocalzinho de Goiás, Goianápolis, Goianira, Goiás, Goiatuba, Palmeiras de Goiás, Petrolina de Goiás, Santa Helena de Goiás, Santa Terezinha de Goiás.

Passo 1 – Criar camada com geometria de municípios;

Passo 2 – Executar consulta por atributos;





## Exercício 2



Outras consultas por atributos.

**CONSULTA 3** – Qual o nome dos municípios da mesorregião “Leste Goiano” que tiveram produção de arroz ou cana com mais de 5000 toneladas no ano de 2005 ?

**RESPOSTA** (Consulta 3) Cristalina, Alexânia, Vila Propício, Formosa, Flores de Goiás e Posse.

Passo 1 – Criar camada com geometria de municípios e tabela de produção agrícola;

Passo 2 – Ligar camadas por atributo comum;

Passo 3 – Executar consulta por atributos;



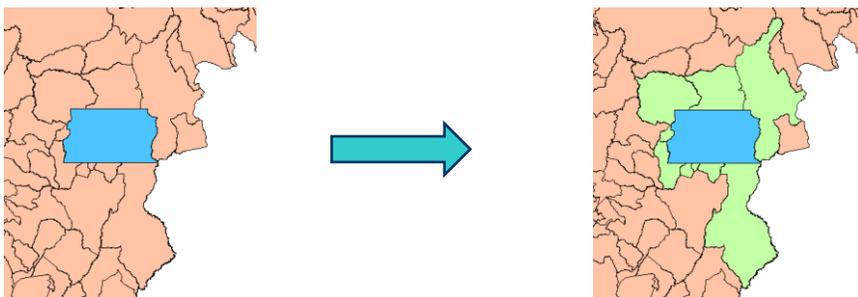
## Exercício 3



Consulta espacial sobre objetos

**CONSULTA 1** – Quais os municípios vizinhos de Distrito Federal ?

**RESPOSTA** (Consulta 1) : Nove (9) municípios são vizinhos do DF (Águas Lindas de Goiás, Cidade Ocidental, Cristalina, Formosa, Novo Gama, Padre Bernardo, Planaltina, Santo Antônio do Descoberto e Valparaíso de Goiás).



Passo 1 – Criar camada com geometria de municípios;

Passo 2 – Selecionar geometria do DF;

Passo 3 – Executar consulta espacial;



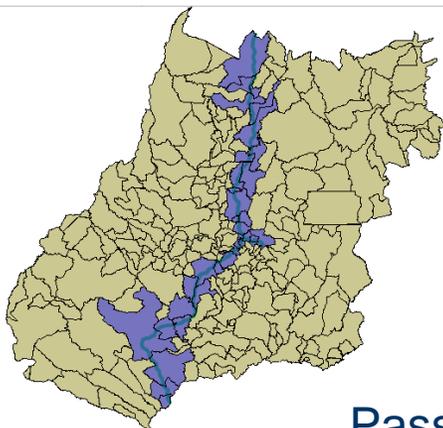
## Exercício 3



Consulta espacial sobre objetos

**CONSULTA 2** – Quais são os municípios de Goiás interceptados pela ferrovia Norte-Sul - “FNS” ?

**RESPOSTA** (Consulta 2) São 34 municípios do Estado de GO interceptados pela ferrovia FNS.



Passo 1 – Criar camadas com geometria de municípios e de malha viária;

Passo 2 – Executar consulta por atributo para selecionar as linhas de malha viária “FNS”;

Passo 3 – Executar consulta espacial entre as camadas utilizando geometrias selecionadas no passo 2;



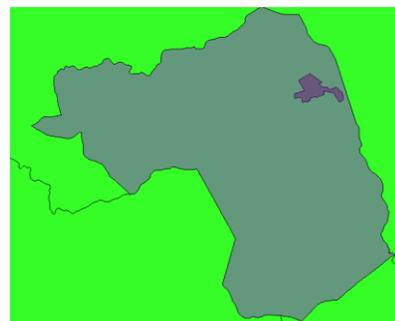
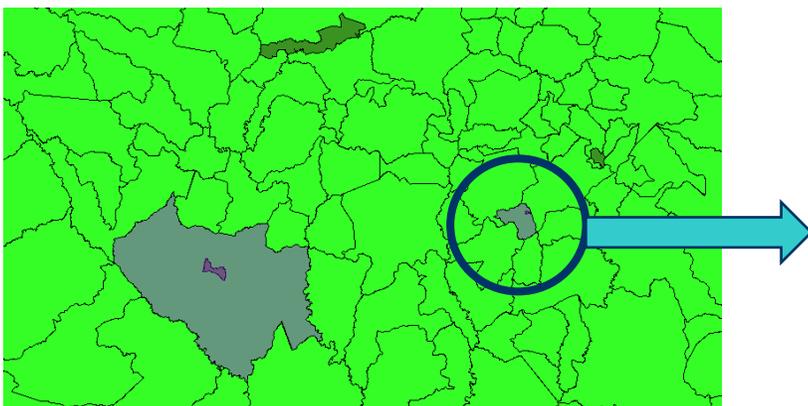
## Exercício 3



Consulta espacial sobre objetos

**CONSULTA 3** – Quais os municípios de Goiás que **contém** pelo menos um parque sob responsabilidade da Agência Goiana do Meio Ambiente (AGMA) ?

**RESPOSTA** (Consulta 3) : São 2 municípios do Estado de GO que contém pelo menos um parque, isto é, **Abadia de Goiás** e **Parauna**.



Passo 1 – Criar camadas com geometria de municípios e de parques;

Passo 2 – Executar consulta por atributo para selecionar parques da AGMA;

Passo 3 – Executar consulta espacial entre as camadas utilizando geometrias selecionadas no passo 2;



## Exercício 4



**CONSULTA PROPOSTA** – Qual a profundidade media dos poços tubulares das mesorregiões Centro Goiano e Leste Goiano com população em 2001 maior ou igual a 30000 habitantes e vazão maior que 30m<sup>3</sup> ?

1. Abrir arquivo de poços no Notepad++ p garantir que está em UTF8;
2. Criar camada de arquivo tabular no SIG – Atenção aos atributos que são **string** e **double**;
3. Exportar a camada que está associado ao arquivo CSV para uma tabela no PostGIS ou Geopackage e criar uma camada dessa tabela;
4. Carregar o mapa de municípios já disponível no banco PostGIS ou Geopackage;
5. Criar um link entre a camada espacial de município e a camada da tabela não espacial – relacionamento 1 –n. **Atenção** que QGIS não trabalha a relação 1-n então a união deverá ser feita de poços com municípios (n-1).
6. Executar a consulta por atributo;
7. Calcular a estatística do atributo “prof” e procurar pela média (Mean).

**RESPOSTA** : média é de 104.53125 metros.



# Seleção de Objetos

---

**JUNÇÃO ESPACIAL** - produz como resultado uma coleção de objetos que satisfazem a restrição espacial.

- Ex:
  - “Recupere as reservas indígenas a menos de 5 km das estradas na Amazônia”.
  - Resultado: conjunto de pares (reserva, estrada)
  
  - “Para as cidades do sertão cearense, ache quais estão a menos de 10 km de algum açude com capacidade de mais de 50.000 m<sup>3</sup> de água”.
  - Resultado: conjunto de pares (cidade, açude)

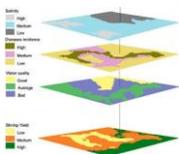
# Análise Geográfica

---



## Selecionar

- Visualizar, navegar, pesquisar



## Manipular

- Álgebra de mapas (Inferência espacial)
- Modelagem numérica e Processamento de imagens
- Operações Geométricas. Mapa de densidade



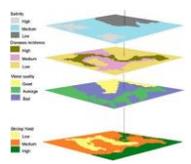
## Explorar

- Geoestatística
- Estatística espacial



## Explicar

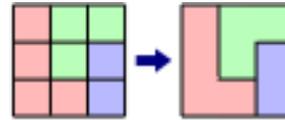
- Regressão espacial
- Estimacão
- Modelagem espaço-temporal



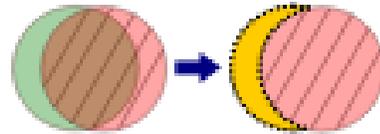
# Operações geométricas

Processamento com mapas vetoriais.

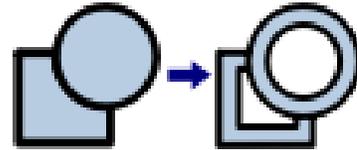
- Dissolve (Agregação)



- Diferença



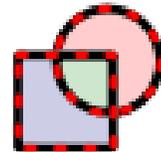
- Buffer



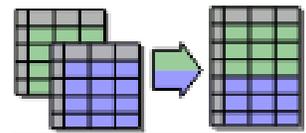
- Interseção



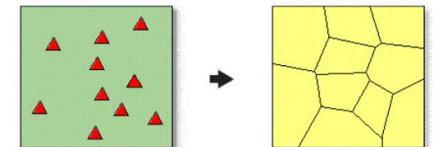
- União



- Mesclar



- Polígonos de Voronoi

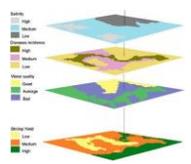


Operação Geométrica

-  Limite Convexo (Convex Hull)
-  Centróide
-  Mínimo Retângulo Envolvente

Operação Tabular

-  Área
-  Linha
-  Perímetro



# Operações geométricas

- **IMPORTANTE:** Usar mapas em que as geometrias sejam bem formadas.

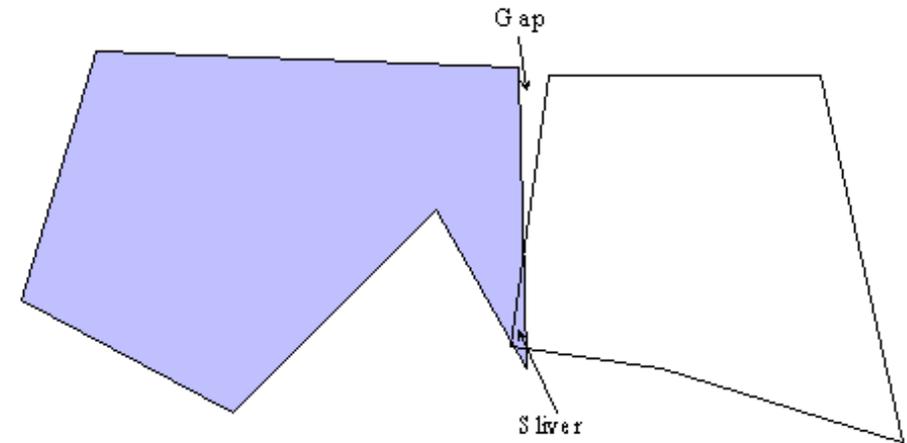
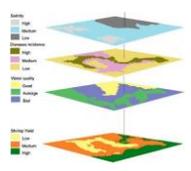
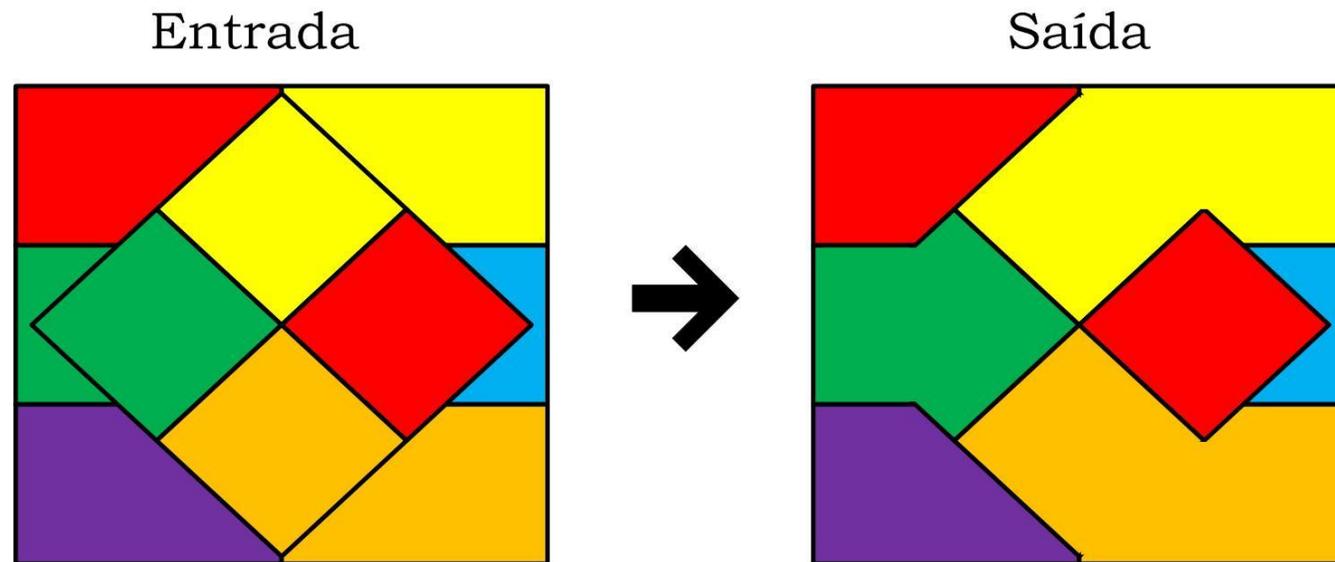


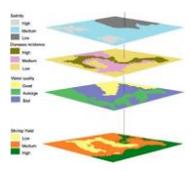
Figure 3 Gaps and Slivers Between Adjacent Polygons



# Operações geométricas - Dissolve

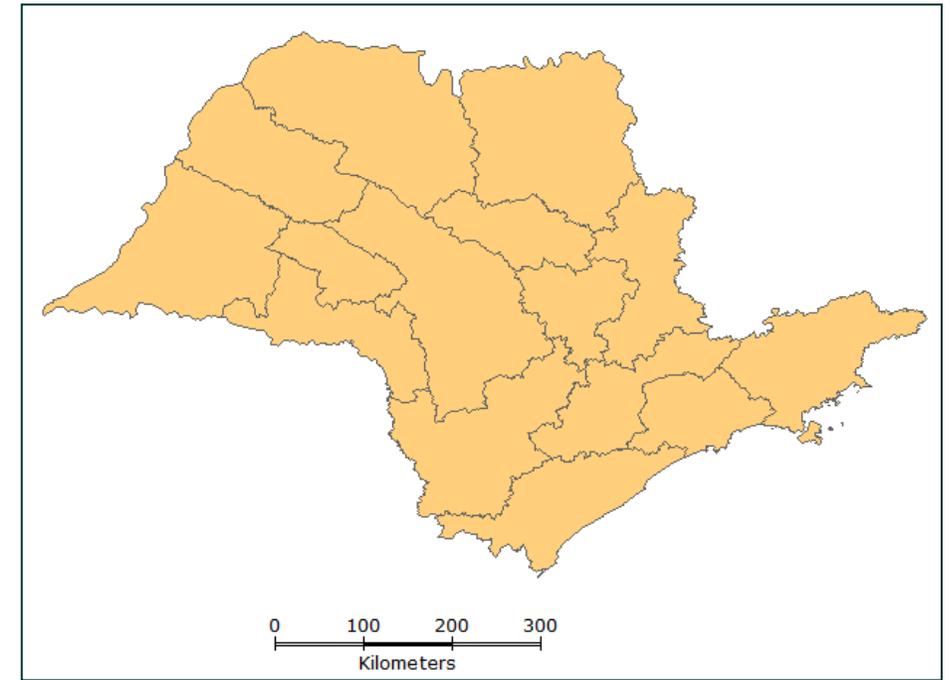
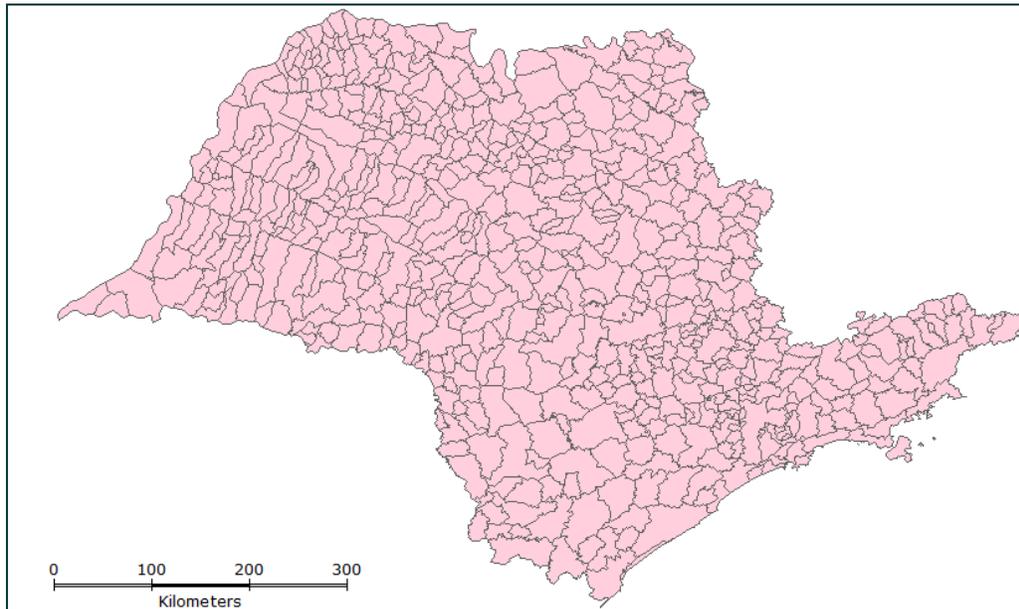
- Operação que permite criar novos objetos a partir de um atributo comum aos objetos de origem.
- Uma nova geometria será construída na camada de saída, alterando-se os limites dos vetores originais.





# Operações geométricas - Dissolve

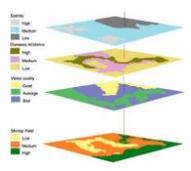
Ex: Mesorregiões do Estado de São Paulo a partir dos limites municipais.



NOMEMUNI	CODUF	NOMEUF	SIGLAUF	POPULAC	NOMEMESO	OPHOMEN	POPULHE	POPURBAN	P
ADAMANTINA	35	SAO PAULO	SP	32766	PRESIDENTE PRUDENTE	16066	16700	29180	
ADOLFO	35	SAO PAULO	SP	33388	SAO JOSE DO RIO PRETO	1735	1633	2756	
AGUIA	35	SAO PAULO	SP	26300	CAMPINAS	13366	12994	22355	
AGUAS DA PRATA	35	SAO PAULO	SP	7111	CAMPINAS	3623	3548	5942	
AGUAS DE LINDOIA	35	SAO PAULO	SP	13812	CAMPINAS	6720	6822	12940	
AGUAS DE SANTA BARB	35	SAO PAULO	SP	4319	BAURU	2200	2119	2883	

Mesorregiões de São Paulo

Municípios de São Paulo



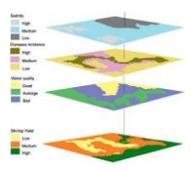
# Operações geométricas - Dissolve

- O que fazer com os atributos do mapa original ?

NOMEMESO	POPHOMEN	POPMULHE
PRESIDENTE PRUDENTE	16066	16700
SAO JOSE DO RIO PRETO	1735	1633
CAMPINAS	13366	12994
CAMPINAS	3623	3548
CAMPINAS	6720	6822
BAURU	2200	2119

} = ?

R. Funções de sumarização: Min, Max, Mean, etc...



# Operações geométricas - Dissolve

\* **Atenção:**  
Escolher o  
sumário  
estatístico para  
atributos de  
saída.



Operação Dissolver

**Dissolver objetos de uma camada baseado nos atributos**

Camada de entrada e grupo de atributo(s):  
Microregião GO

microrregiao\_dissolve\_id  
nomemicro  
num\_obj  
poptotal07\_sum  
poptotal06\_sum  
poptotal04\_sum  
poptotal03\_sum  
poptotal05\_sum  
poptotal01\_sum  
poptotal02\_sum

Filtragem:

Somente selecionados  Configurações avançadas

Tipo do objeto de saída  
 Objeto simples  Multi Objetos

Sumário Estatístico  
Selecione todos:   
Rejeite todos:

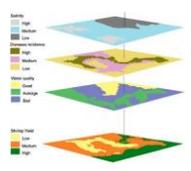
poptotal07\_sum : Amplitude  
poptotal06\_sum : Minimum value  
poptotal06\_sum : Maximum value  
poptotal06\_sum : Mean  
poptotal06\_sum : Sum of values  
poptotal06\_sum : Total number of values  
poptotal06\_sum : Total not null values  
poptotal06\_sum : Standard deviation  
poptotal06\_sum : Variance  
poptotal06\_sum : Amplitude  
poptotal04\_sum : Minimum value

Saída  
Repositório:  ...

Nome da Camada:

Ajuda Ok Cancela

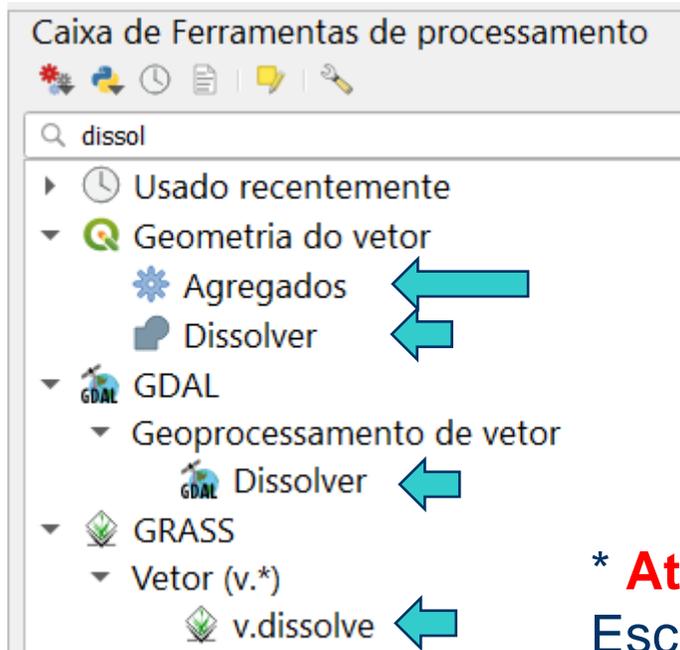




# Operações geométricas - Dissolve



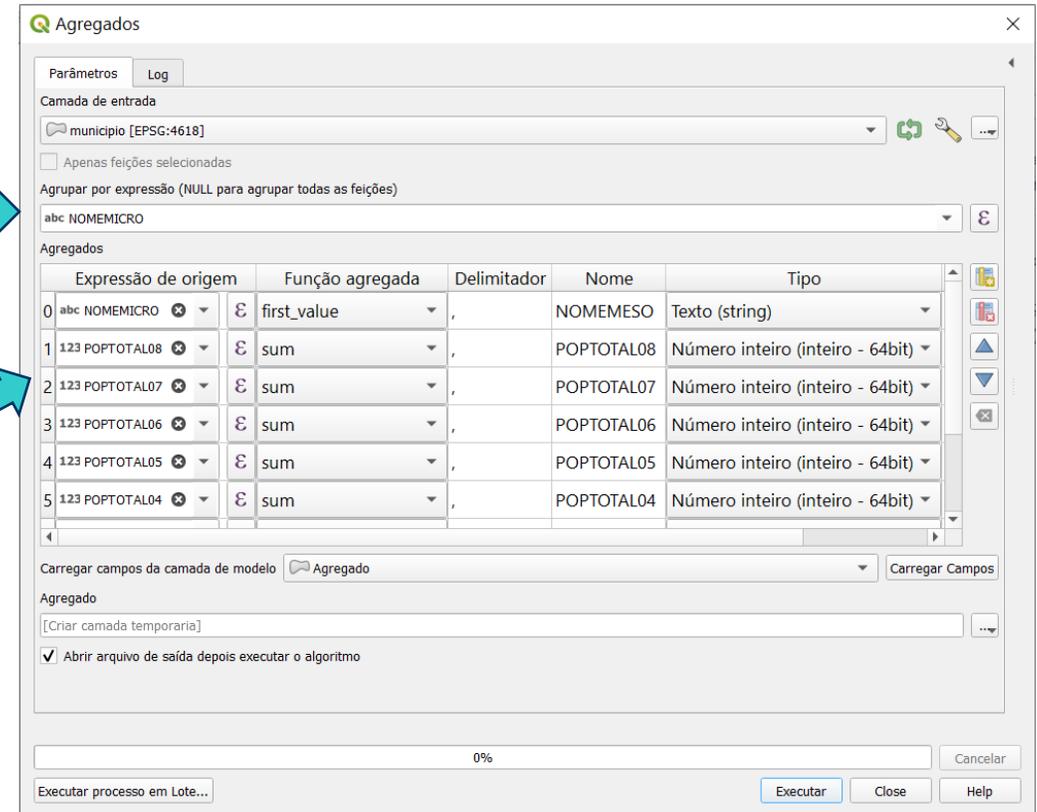
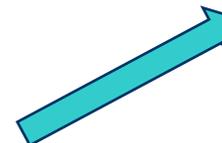
(4 opções)

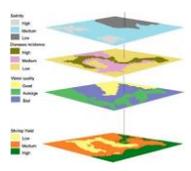


- Agregados
- Dissolver
- Dissolver
- v.dissolve

- Permite sumarizar vários atributos e escolher a estatística
- Não faz sumarização de atributos (opção no menu Vetor)
- Faz a sumarização de apenas **um** atributo numérico
- Não faz sumarização de atributos (QGIS com GRASS)

**\* Atenção:**  
Escolher os atributos e o sumário estatístico para atributos de saída.



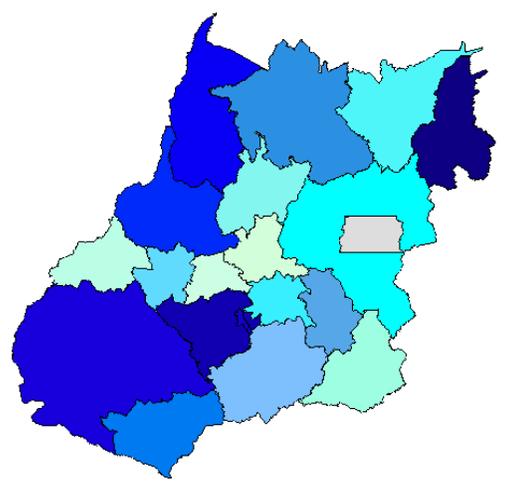
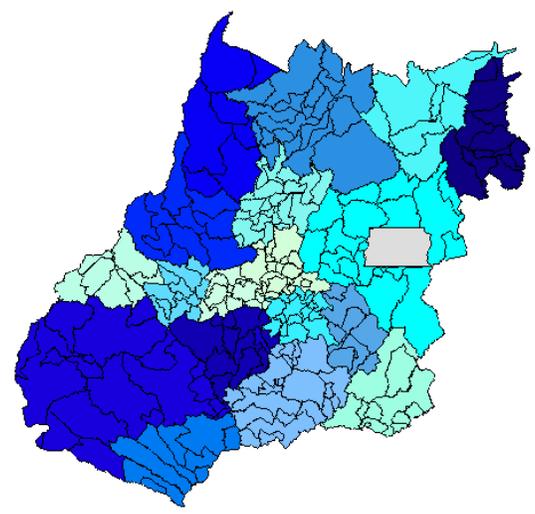


# Exercício 5

## Operações geométricas – Dissolve

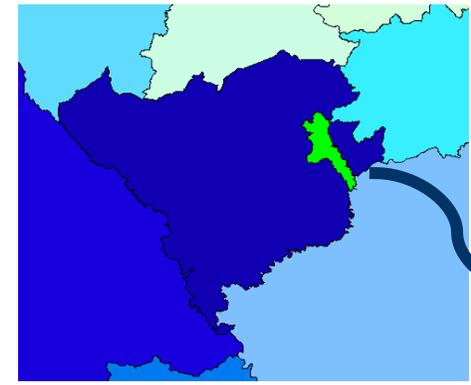


- Operação Geográfica – Dissolve (Agregação)

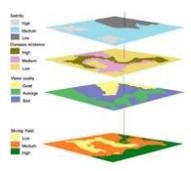


- public.microrregiao\_dissolve
  - Estilo de Agrupamento: Valor Único
    - ANAPOLIS
    - ANICUNS
    - ARAGARCAS
    - CATALAO
    - CERES
    - CHAPADA DOS VEADEIROS
    - ENTORNO DE BRASILIA
    - GOIANIA
    - IPORA
    - MEIA PONTE
    - PIRES DO RIO
    - PORANGATU
    - QUIRINOPOLIS
    - RIO VERMELHO
    - SAO MIGUEL DO ARAGUAIA
    - SUDOESTE DE GOIAS
    - VALE DO RIO DOS BOIAS
    - VALE DO RIO DOS BOIS
    - VAO DO PARANA
    - No Value

\* Como corrigir a agregação com erro ?

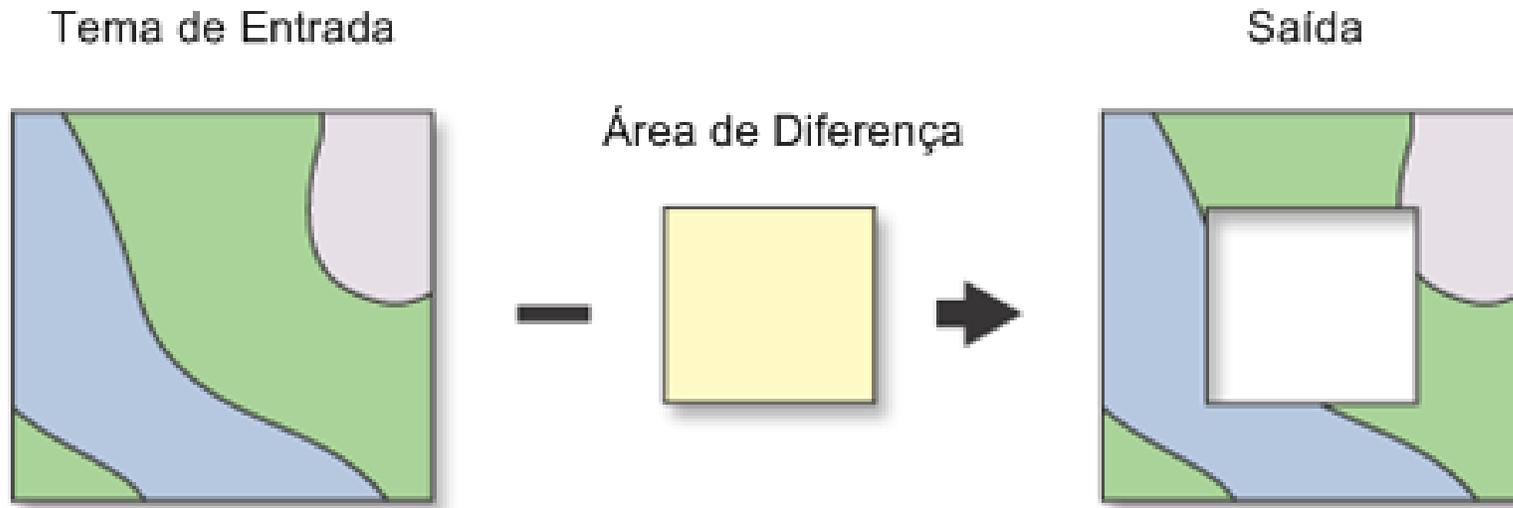


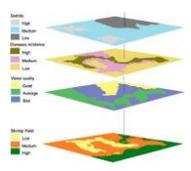
- VALE DO RIO DOS BOIAS
- VALE DO RIO DOS BOIS



# Operações geométricas - Diferença

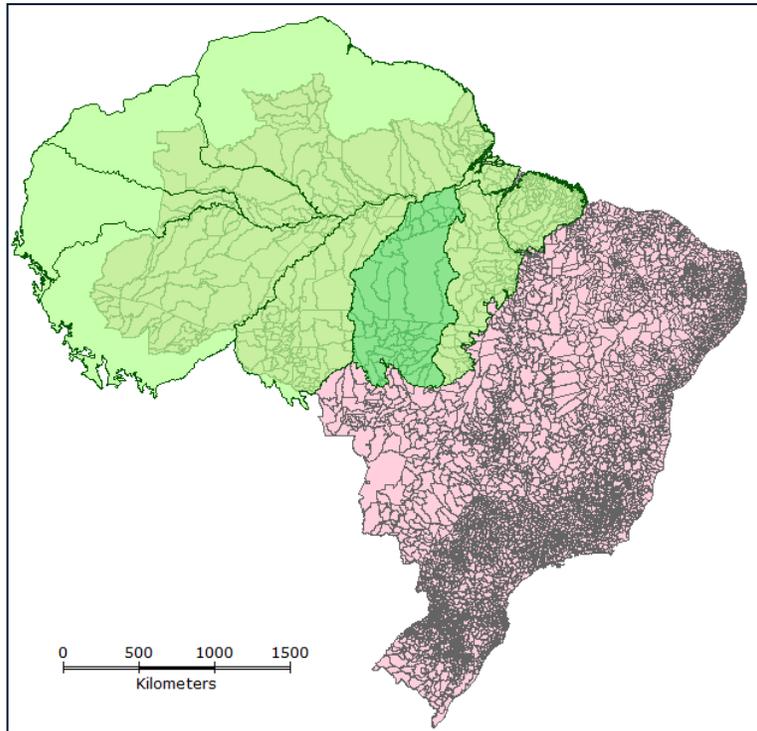
- Operação que permite identificar objetos que não satisfazem a uma intersecção de área geográfica de dois Planos de Informação.
- Equivalente ao NOT Booleano, “inverso” da intersecção
- Útil para subtrair subáreas para obter um subconjunto de objetos com novo recorte



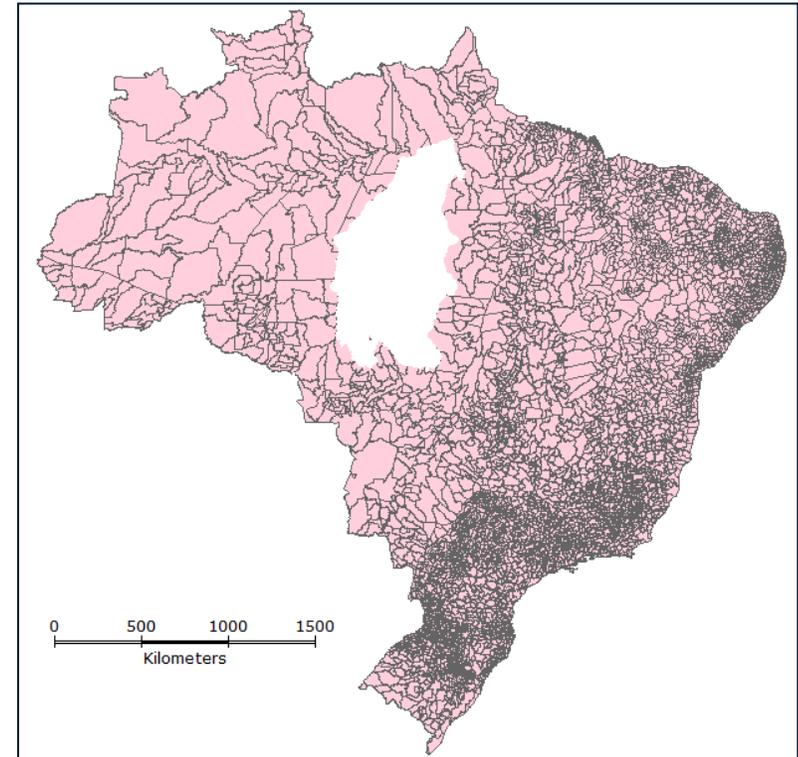


# Operações geométricas - Diferença

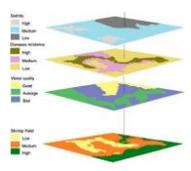
- Ex: Área dos Municípios Brasil que NÃO estão na bacia do Tapajós



Municípios do Brasil e Endemismos na Amazônia

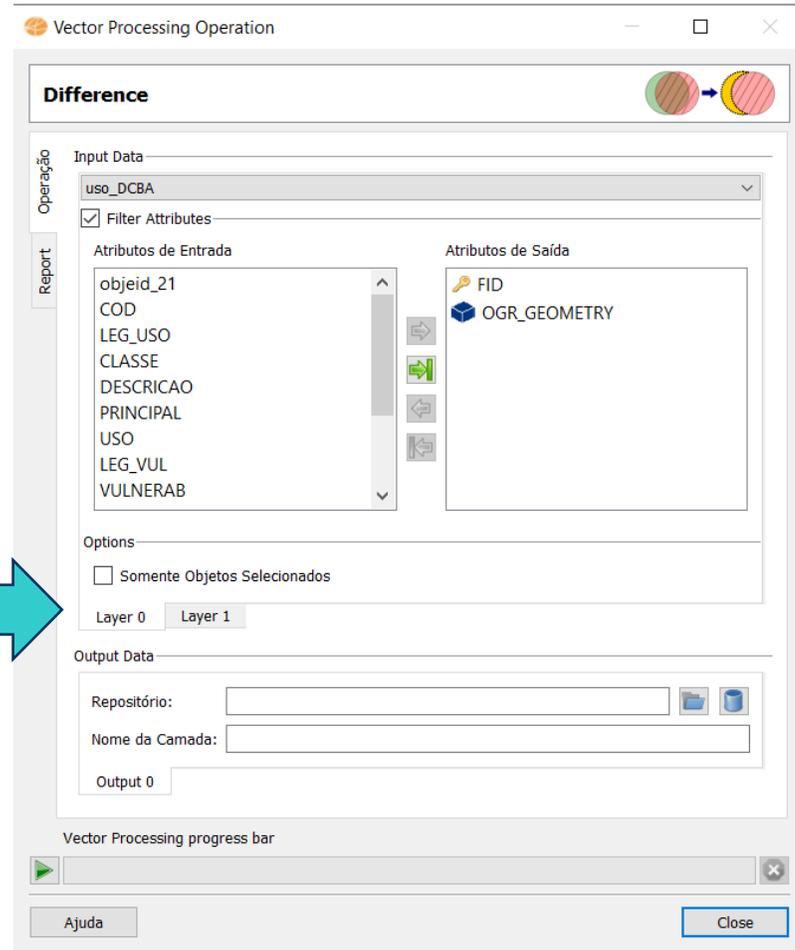


Municípios do Brasil menos os do centro de endemismo Tapajós



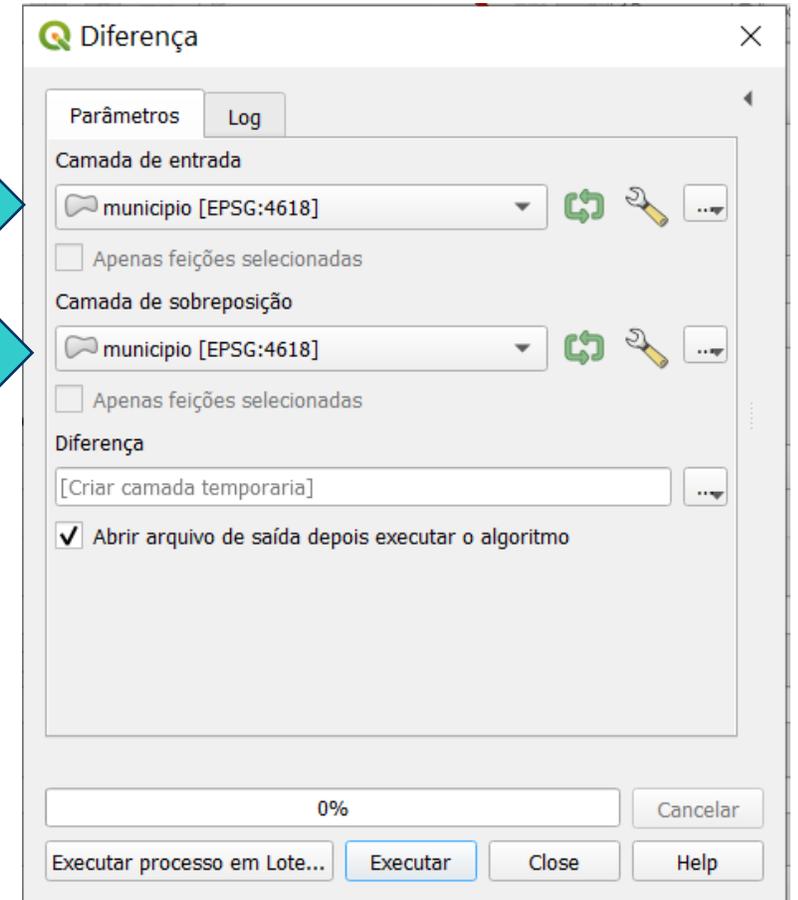
# Operações geométricas - Diferença

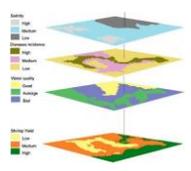
TerraView



\* **Atenção:** faz diferença a ordem das camadas selecionadas.

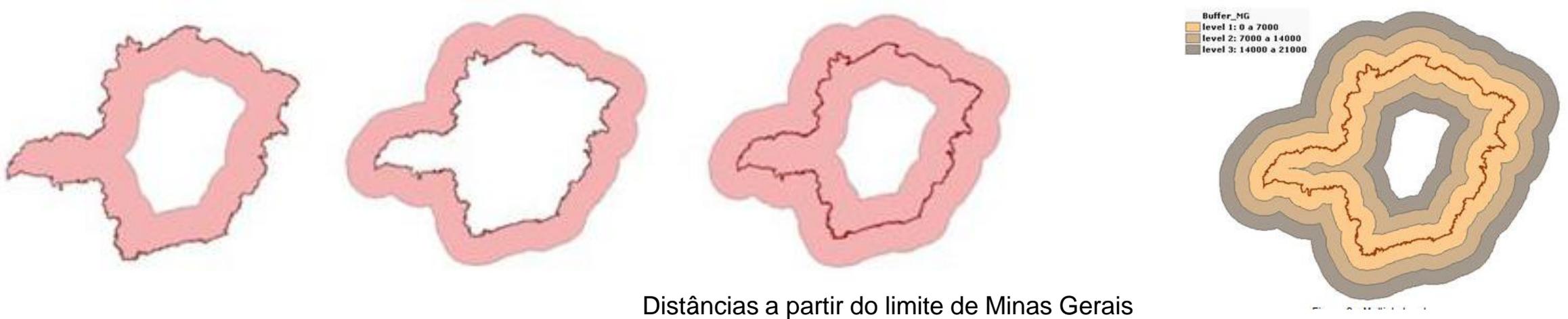
QGIS



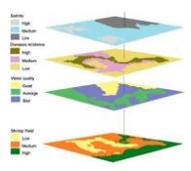


# Operações geométricas - Buffer

- Obtém um mapa de vetorial contendo as distâncias de cada ponto do mapa a um ou mais objetos de referência (representado por ponto, linha ou região)
- Operação puramente geométrica (espacial)
- Conhecida também como “Buffer”
- Exemplo: Faixas de distância ao longo de rios, estradas, lagos, etc.



Distâncias a partir do limite de Minas Gerais



## Áreas de Influências - Buffer

\* **Atenção:** definir um SRS para unidade das distâncias.



Operação de áreas de influências (Buffer)

**Cria áreas de influência para uma determinada distância em torno de objetos**

Camada de Entrada  
Microregião GO  Somente Selecionados  
SRS: SAD69

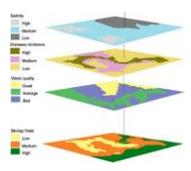
Distância  
 Fixado em  deg  
 De um atributo microrregiao\_dissolve\_id  
... SRS: SAD69

Regras para geometrias **Fronteiras entre as áreas de influências** Múltiplos Níveis

Dentro e Fora  
 Somente Fora  
 Somente Dentro

Saída  
Repositório:  ...   
Nome da Camada:

Ajuda



# Operações geométricas - Buffer



## Áreas de Influências – Buffer (várias opções)

Caixa de Ferramentas de Processamento

buffer

- Geometria do vetor
  - Buffer
  - Buffer de largura variável (por valor M)
  - Buffer de um lado
  - Buffer multi-anel (distância constante)
  - Buffers cônicos
  - Criar buffer em cunha
  - Retângulos, ovais, diamantes
- Selecionar vetor
  - Extraia à distância
  - Selecione à distância
- GDAL
  - Geoprocessamento de vetor
    - Buffer de um lado
    - Vetor Buffer
- GRASS
  - Raster (r.\*)
    - r.buffer
    - r.buffer.lowmem
  - Vector (v.\*)
    - v.buffer
- SAGA
  - Features - Tools
    - Features Buffer
  - Raster - Tools
    - Raster Buffer
    - Raster Proximity Buffer
    - Threshold Buffer

**\* Atenção:**  
definir um SRC  
projetado para  
unidade das  
distâncias.

Buffer

Parâmetros Log

Camada de entrada  
municipio [EPSG:4618]

Apenas feições selecionadas

Distância  
10,000000 graus

Segmentos  
5

Estilo da cobertura do fim  
Arredondado

Estilo da união  
Arredondado

Limite do mitre  
2,000000

Dissolver Resultado

Bordeada  
[Criar camada temporaria]

Abrir arquivo de saída depois executar o algoritmo

0% Cancelar

Executar processo em Lote... Executar Fechar Ajuda

Buffer multi-anel (distância constante)

Parâmetros Log

Camada de entrada  
Agregado [EPSG:4618]

Apenas feições selecionadas

Nº de anéis  
1

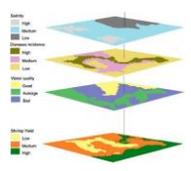
Distância entre anéis  
1.000000 graus

Buffer multi-anel (distância constante)  
[Criar camada temporaria]

Abrir arquivo de saída depois executar o algoritmo

0% Cancelar

Executar processo em Lote... Executar Close Help



# Exercício 6

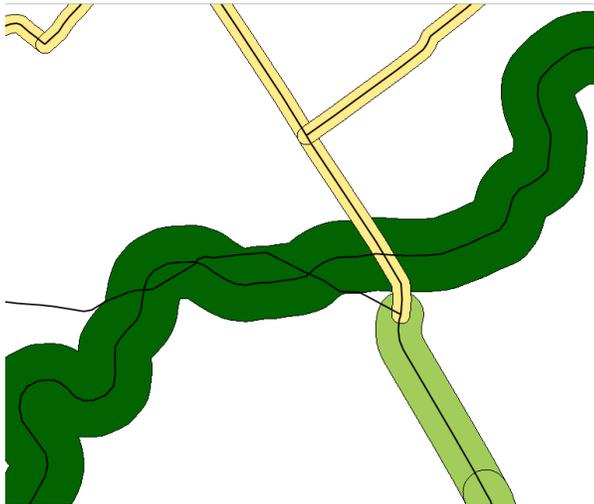
## Operações geométricas – Buffer



### Objetivo 1

Criar áreas de influências com diferentes distâncias em função do tipo de malha viária (atributo *situacao*). Os atributos e as distâncias correspondente a serem aplicadas são:

- Pavimentada Via Simples : 200 metros.
- Pavimentada Via Dupla : 500 metros.
- Ferrovia (Ativada, em Obras ou Planejada): 800 metros.



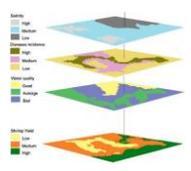
\* Necessário definir atributo com as distâncias.

- Estilo de Agrupamento:
- 200.000000
  - 500.000000
  - 800.000000

Passo 1 – Criar camadas com geometria de malha viária e adicionar atributo numérico para preencher com as distâncias;

Passo 2 – Executar consulta por atributo para cada situação e preencher os atributos selecionados com as distâncias correspondentes;

Passo 3 – Executar buffer utilizando atributo definido e preenchido com as distâncias;



# Exercício 6

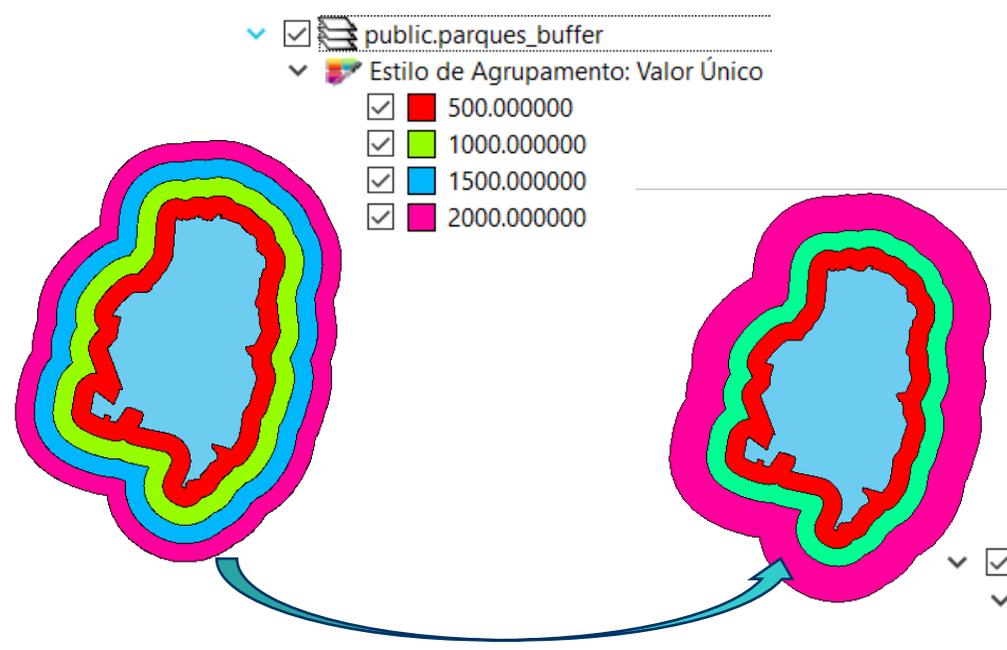
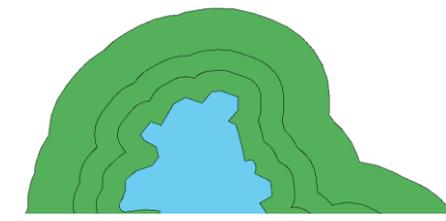
## Operações geométricas – Buffer



### Objetivo 2

Criar áreas de influências nos parques de Goiás. Três faixas de distâncias devem se criadas com seguintes intervalos:

- 0 a 500 metros (intervalo de 500m)
- 500 a 1000 metros (intervalo de 500m)
- 1000 a 2000 metros (intervalo de 1000m)



public.parques\_buffer

Estilo de Agrupamento: Valor Único

- 500.000000
- 1000.000000
- 1500.000000
- 2000.000000

public.parques\_buffer2

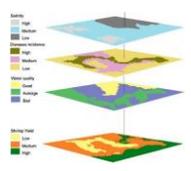
Estilo de Agrupamento: Valor Único

- 500.000000
- 1000.000000
- 2000.000000

Passo 1 – Criar camada com geometria de parques;

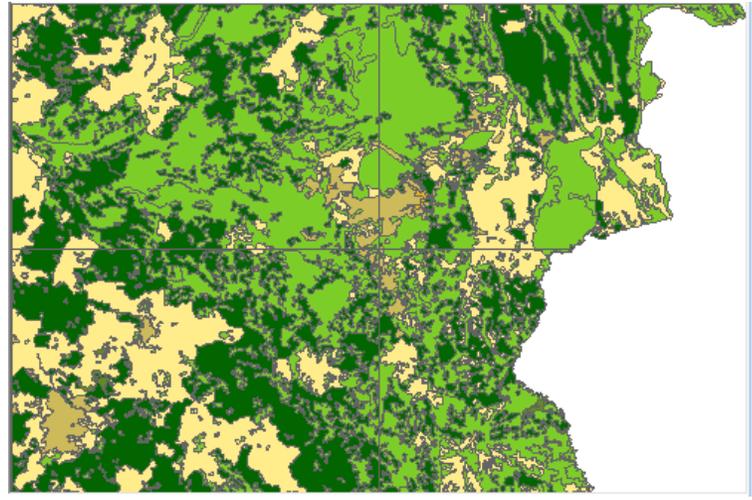
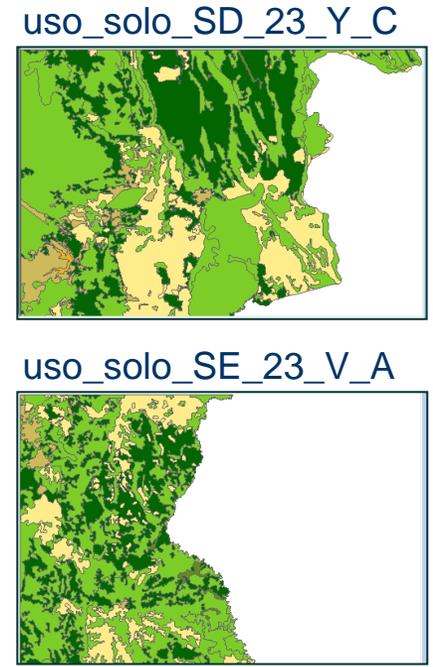
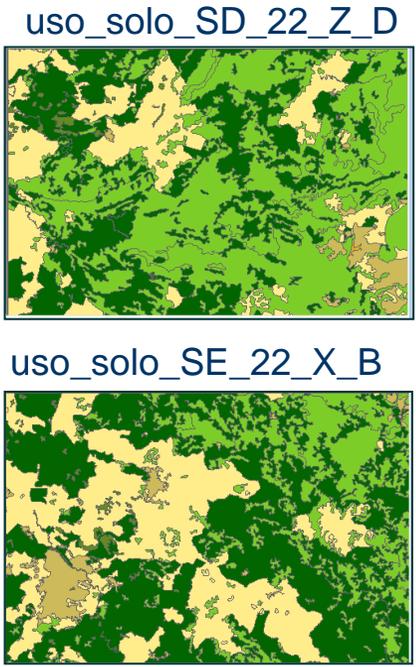
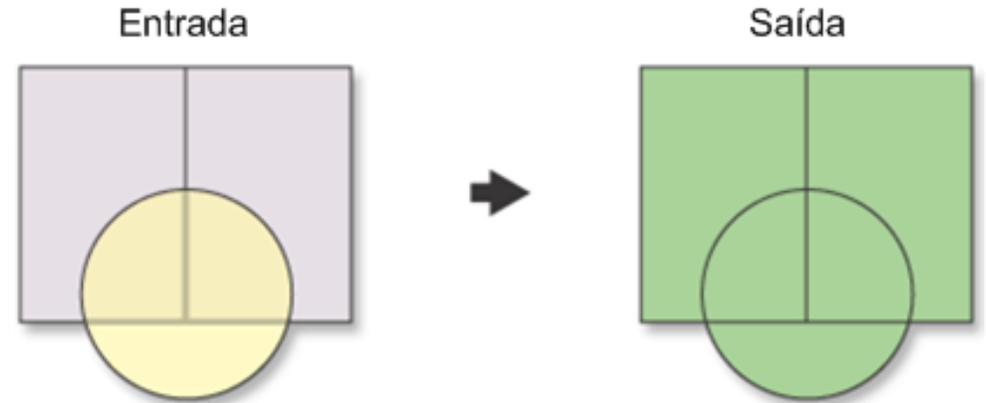
Passo 2 – Criar buffer em 4 níveis de 500m cada;

Passo 3 – Dissolver os os dois últimos níveis em um só;

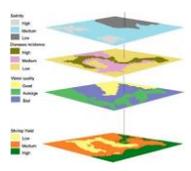


# Operações geométricas - Soma

- Operação que cria uma geometria nova na camada de saída a partir da união da geometria de duas camadas.



\* Atributos iguais nas camadas de entrada não são mesclados.



# Operações geométricas - Soma

TerraView

Vector Processing Operation

### Union

Operação

Input Data

UC Parques GO

Filter Attributes

Atributos de Entrada

- nome\_uc
- categoria
- municípios
- ato\_legal
- tipo
- resposta
- area\_km
- area\_ha

Atributos de Saída

- fid
- ogr\_geometry

Options

Somente Objetos Selecionados

Layer 0 Layer 1

Output Data

Repositório: [ ]

Nome da Camada: [ ]

Output 0 [ ]

Vector Processing progress bar

Ajuda Close

QGIS

Q União

Parâmetros Log

Camada de entrada

teste3 [EPSG:4618]

Apenas feições selecionadas

Camada de sobreposição [opcional]

Apenas feições selecionadas

Parâmetros avançados

Prefixo de campos de sobreposição [opcional]

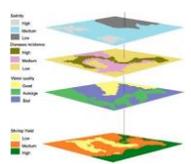
União

[Criar camada temporaria]

Abrir arquivo de saída depois executar o algoritmo

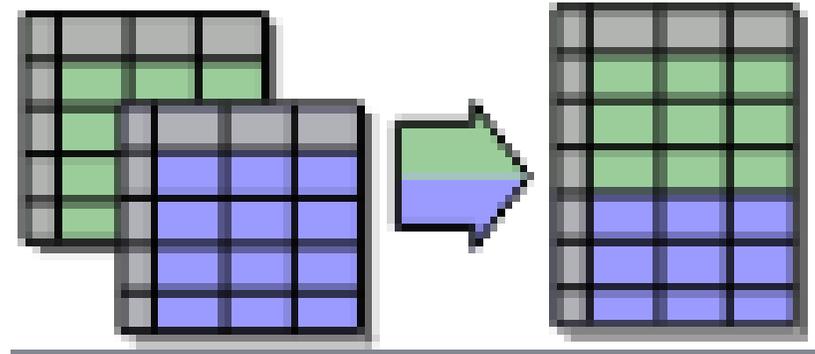
0%

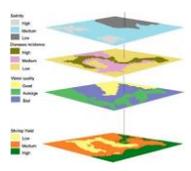
Executar processo em Lote... Executar Close Help



# Operações geométricas - Mesclar

- Operação que une tabelas e atributos comuns.



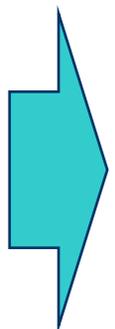


# Operações geométricas - Mesclar

TerraView

QGIS

\* **Atenção:** conferir o mapeamento dos atributos.



Operação de Mescla

**Mescla duas Camadas Vetoriais.**

Camada Origem: uso\_DCBA

Camada Alvo: uso\_solo\_SD\_23\_Y\_C

Alvo	Origem
FID	FID
objeid_21	objeid_21
COD	COD

Saída

Repositório: [ ]

Nome da Camada: [ ]

Ajuda Ok Cancela

Mesclar camadas vetoriais

Parâmetros Log

Camadas de entrada: 0 selecionar entradas

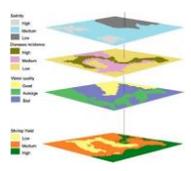
SRC de destino [opcional]: SRC do Projeto: EPSG:29193 - SAD69 / UTM zone 23S

Mesclado: [Criar camada temporaria]

Abrir arquivo de saída depois executar o algoritmo

0% Cancelar

Executar processo em Lote... Executar Close Help



# Exercício 7

## Análise com operadores geométricos



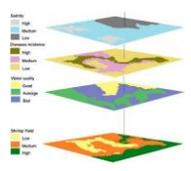
- Operação Geográfica – Mesclar

uso\_solo\_SD\_22\_Z\_D.shp, uso\_solo\_SD\_23\_Y\_C.shp,  
uso\_solo\_SE\_22\_X\_B.shp e uso\_solo\_SE\_23\_V\_A.shp



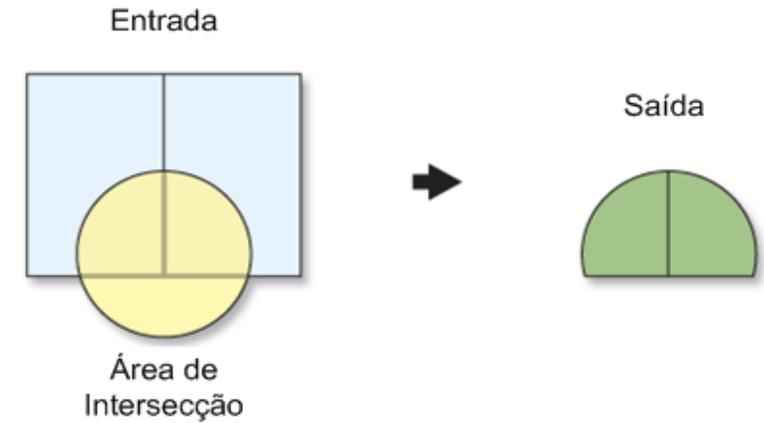
Passo 1 – Criar camadas com as geometrias de cada mapa (lat/long – Sad69);

Passo 2 – Mesclar as 4 camadas em uma só;

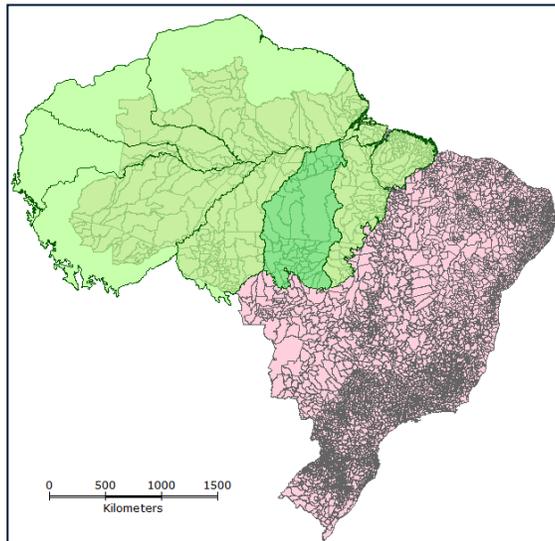


# Operações geométricas - Interseção

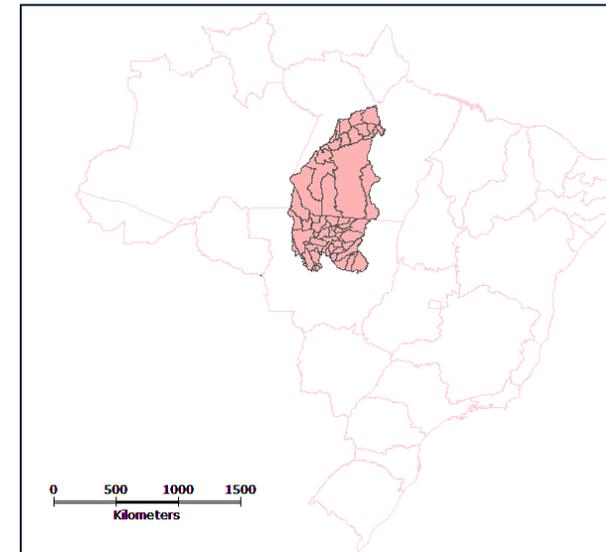
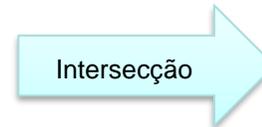
- Operação que permite identificar os objetos referentes a uma área geográfica coincidente em dois Planos de Informação.
- Útil para se recortar subáreas ou aplicar máscaras de modo a obter um subconjunto de objetos.



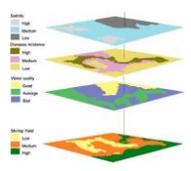
Ex: Área dos Municípios do Brasil que estão na bacia do Tapajós da Amazônia



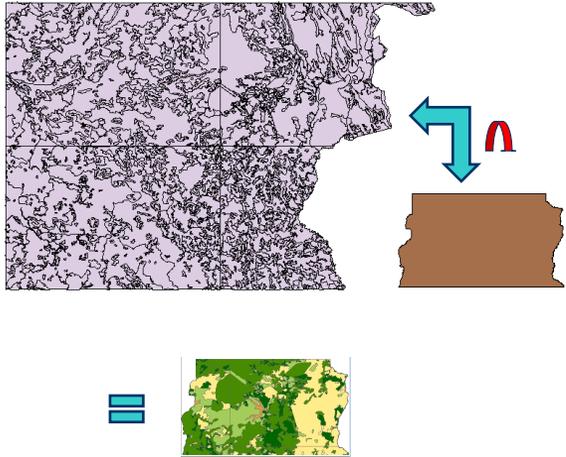
Municípios do Brasil e Endemismos na Amazônia



Municípios do centro de endemismo Tapajós



# Operações geométricas - Interseção



TerraView

Vector Processing Operation

### Intersection

Operação

Input Data

Uso\_DF\_final

Filter Attributes

Atributos de Entrada

- Uso\_DF\_fin
- CLASSE\_MIN
- COD\_MIN\_VA
- VULNERAB\_M
- area
- perimeter

Atributos de Saída

- FID
- OGR\_GEOMETRY
- USO
- NUM\_OBJ
- LEG\_VUL\_MI
- LEG\_USO\_MI
- DESCRICAO\_
- PRINCIPAL\_
- USO\_MIN\_VA

Options

Somente Objetos Selecionados

Layer 0 Layer 1

Output Data

Repositório: [ ]

Nome da Camada: [ ]

Output 0 [ ]

Vector Processing progress bar

Ajuda Close

QGIS

Interseção

Parâmetros Log

Camada de entrada

municipio [EPSG:4618]

Apenas feições selecionadas

Camada de sobreposição

teste3 [EPSG:4618]

Apenas feições selecionadas

Campos de entrada para manter (deixe vazio para manter todos os campos) [opcional]

15 opções selecionadas

Sobreposição de campos para manter (deixe vazio para manter todos os campos) [opcional]

1 opções selecionadas

Parâmetros avançados

Prefixo de campos de sobreposição [opcional]

Interseção

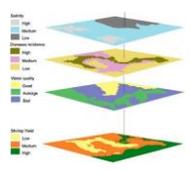
[Criar camada temporaria]

Abrir arquivo de saída depois executar o algoritmo

0%

Executar processo em Lote... Executar Close Help

\* **Atenção:** faz diferença a ordem das camadas selecionadas.



# Exercício 8

## Análise com operadores geométricos



- Operação Geográfica – Interseção

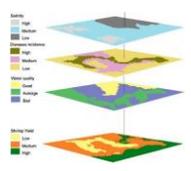


Passo 1 – Definir camadas com o resultado do exercício 7 (mapas de uso do solo mesclados) e municípios de Goiás.

Passo 2 – Selecionar o DF por apontamento ou consulta por atributo;

Passo 3 – Executar a interseção(recorte) da camada de uso do solo com a camada do DF selecionado;

\* Se desejar executar a operação de dissolve para remover as linhas de contornos das camadas de uso.



# Operações geométricas (sobre uma camada)

TerraView

Operação Geométrica

**Operações geométricas em uma Camada.** Imagem

Camada de Entrada  
uso\_DCBA  Somente objetos selecionados  
SRS: SAD69

Selecione atributos para a Camada de saída

- FID
- objeid\_21
- COD
- LEG\_USO
- CLASSE
- DESCRICA0
- PRINCIPAL
- USO
- LEG\_VUL
- VULNERAB
- AREA
- PERIMETER
- SITUACAO
- PERC\_AREA
- objeid\_10

Operação Geométrica

- Limite Convexo (Convex Hull)
- Centróide
- Mínimo Retângulo Envolvente

Operação Tabular

- Área
- Linha
- Perímetro

SRS: SAD69

Metodologia

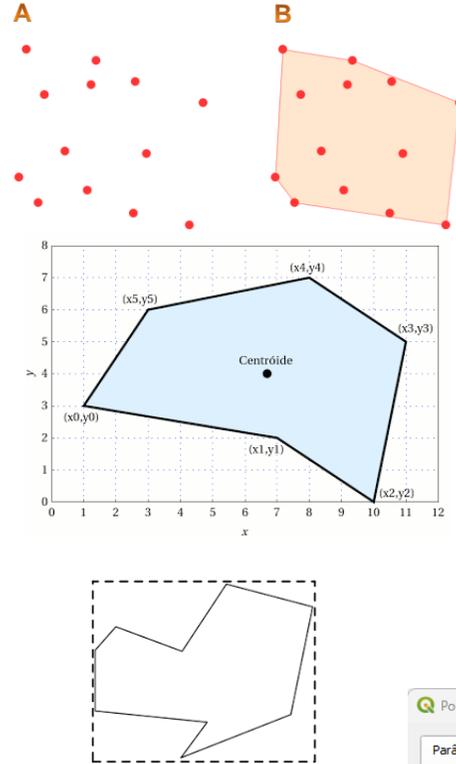
- Pelo Objeto
- Toda camada dissolvida
- Dissolver pelo atributo

Saída

Repositório:

Nome da Camada:

Ajuda Ok Cancela



QGIS

[Vetor] [Geometrias]

- Centroides...
- Coletar geometrias...
- Densificar por contagem...
- Extrair vértices...
- Multipartes para partes simples...
- Polígonos para linhas...
- Simplificar...
- ✓ Verificar a validade...
- Triangulação de Delaunay...
- Adicionar atributos de geometria
- Polígonos de Voronoi...

Geometria do vetor

- Envoltória convexa
- limites mínimo da geometria

Centroides

Parâmetros Log

Camada de entrada

Rodovias [EPSG:32723]

Apenas feições selecionadas

Crie centróide para cada parte

Centroides

[Criar camada temporaria]

Abrir arquivo de saída depois executar o algoritmo

Polígonos de Voronoi

Parâmetros Log

Camada de entrada

pocos\_tubulares\_go [EPSG:4618]

Apenas feições selecionadas

Região de buffer (% da extensão)

0

Polígonos de Voronoi

[Criar camada temporaria]

Abrir arquivo de saída depois executar o algoritmo

0%

Avançado Executar processo em Lote... Executar Fechar Ajuda

Polígonos de Voronoi

Esse algoritmo pega uma camada de pontos e gera uma camada de polígono contendo os polígonos de voronoi correspondentes a esses pontos de entrada.

Adicionar atributos de geometria

Parâmetros Log

Camada de entrada

Municípios GO [EPSG:4618]

Apenas feições selecionadas

Calcular usando

SRC da camada

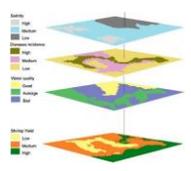
Informação geométrica adicionada

[Criar camada temporaria]

Abrir arquivo de saída depois executar o algoritmo

Polígonos de Voronoi



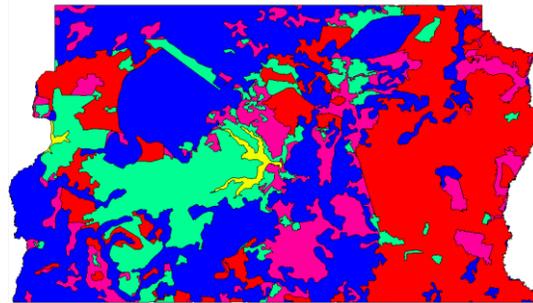


# Exercício 9

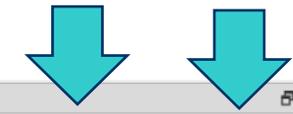
## Análise com operadores geométricos



- Operação Geométrica – Área e Perímetro



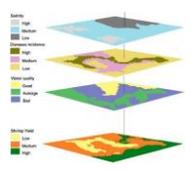
- Uso\_Distrito\_Federal
  - Estilo de Agrupamento: Valor Único
    - Agricultura
    - Agua
    - Area Urbana
    - Cerrado
    - Pastagem



	5_VUL_MI	LEG_USO_MI	DESCRICA_O_	PRINCIPAL_	USO_MIN_VA	SITUACAO_M	CLASSE_MIN	COD_MIN_VA	VULNERAB_M	area	perimeter
1	Ineravel	AGUA	AGUA	AGUA	Agua	Agua	Agua	1.000000	3.000000	45634690.569252	124719.054295
2	Estavel	Urb - AREA UR...	AREA URBANA ...	AREA URBANA ...	Area Urbana	Derivada	Urb	115.000000	0.000000	919002082.094...	1185067.512513
3	Ineravel	Ap - PASTAGEM	PASTAGEM	PASTAGEM	Pastagem	Derivada	Ap	5.000000	2.800000	812174312.946...	1718300.661202
4	Ineravel	Acc - CULTURA ...	CULTURA ANUAL	CULTURA ANUAL	Agricultura	Derivada	Acc	3.000000	3.000000	1787852148.52...	1457290.539423
5	inamente ...	s2 - SAVANA A...	SAVANA ARBO...	SAVANA ARBO...	Cerrado	Conservada	s2	47.000000	1.900000	2228271377.42...	1950218.525032

Passo 1 – Definir camada com o resultado do exercício 8 (mapa de uso do solo recortado no limite do DF).

Passo 2 – Calcular área e perímetro inserindo atributos em uma nova camada;



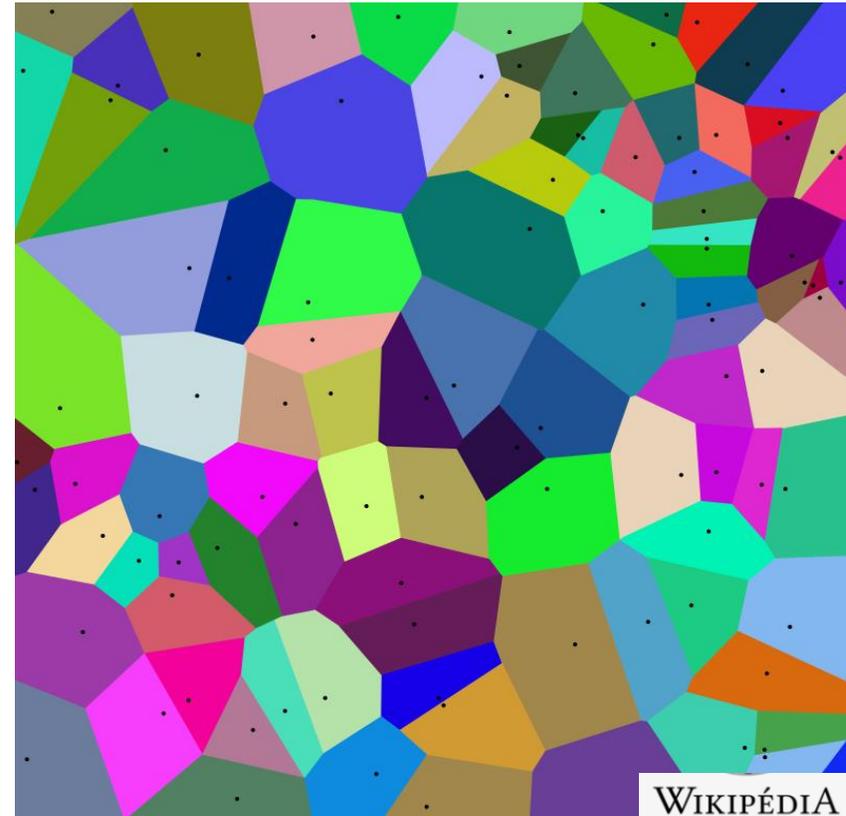
# Operações geométricas (sobre uma camada) - Voronoi

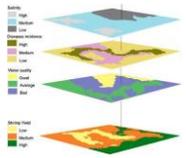
## Polígonos de Thiessen ou diagramas de Voronoi

- O princípio do Diagrama de Voronoi é de que, considerando que em um plano existem pontos que estão mais próximos de uma fonte geradora do que de outra fonte, o resultado é um polígono de cujas distâncias entre a fonte e ponto são as menores possíveis. (MOURA, 2003).



Polígonos de Voronoi criados pelo crescimento radial das sementes (pontos) para o exterior.

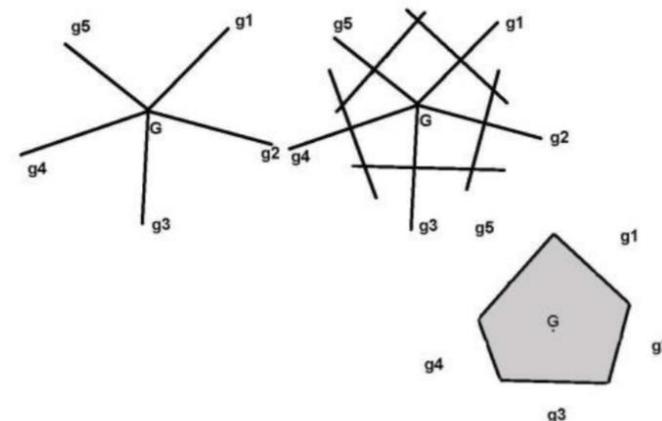


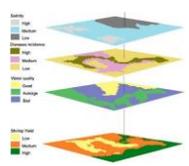


# Operações geométricas (sobre uma camada) - Voronoi

- Ajudam a resolver problemas de área de abrangência. Análise de proximidade. Útil para verificar até onde chega a influência de uma localização, para que sejam tomadas decisões sobre as áreas de abrangência em relação à distribuição de algum objeto geográfico.
- Aplicações
  - Estudos epidemiológicos
  - Geomarketing (melhor local para criar uma farmácia) estudo da área de influência de cada estabelecimento de um conjunto de supermercados é de interesse para o apoio à decisão de implantação de um novo ponto comercial.
  - Planejamento Urbano (ÁREAS DE INFLUÊNCIA DE ESCOLAS PÚBLICAS) - definição de zoneamentos e segmentações administrativas de um território

Nota: A partir do ponto G são traçadas linhas que o unem aos pontos mais próximos. Depois são traçadas mediatrizes e, finalmente, definido o polígono de influência de G.



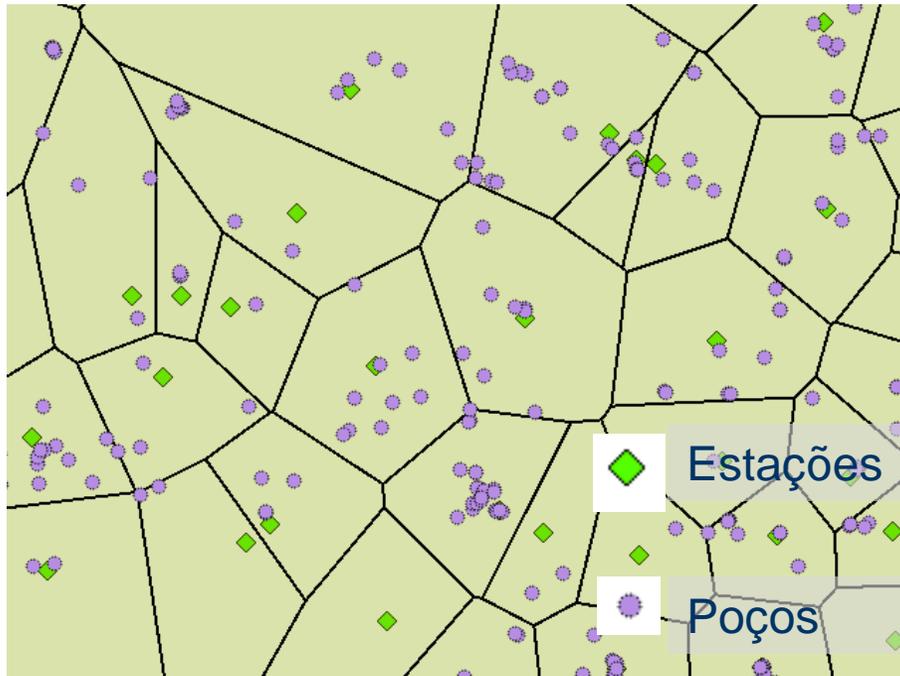


## Exercício 10

### Operações geométricas (sobre uma camada) – Voronoi

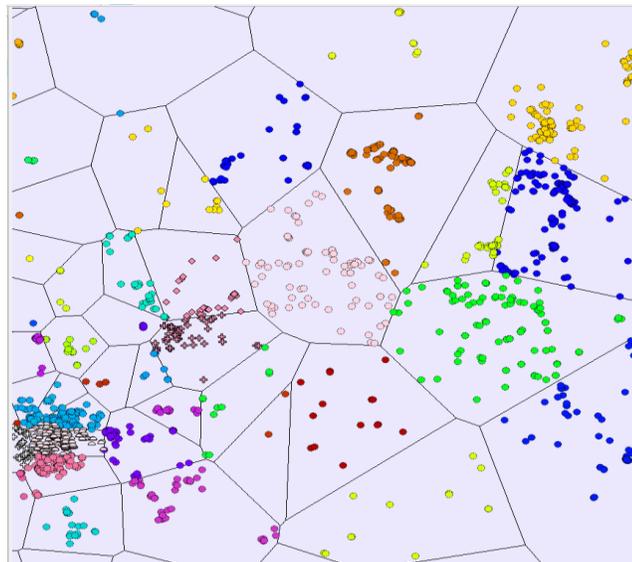


- Quais os poços de abastecimento mais próximos de cada estação de captação de água de GO ?



Passo 1 – Carregar camadas de estações de captações (captacoes.shp) e poços tubulares (Pocos\_Tubulares.csv).

Passo 2 – Criar polígonos de voronoi dos pontos de estações.



Passo 3 – Atribuir o ID de cada polígono de voronoi aos poços que estiverem dentro desses polígonos;

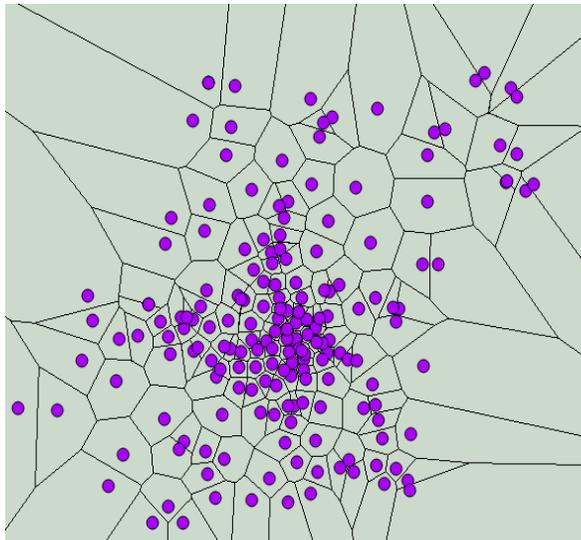
Passo 4 – Atribuir um estilo (simbologia) aos diferentes ID atribuídos a camada de poços;

# Operações geométricas (sobre uma camada) – Voronoi Na Prática

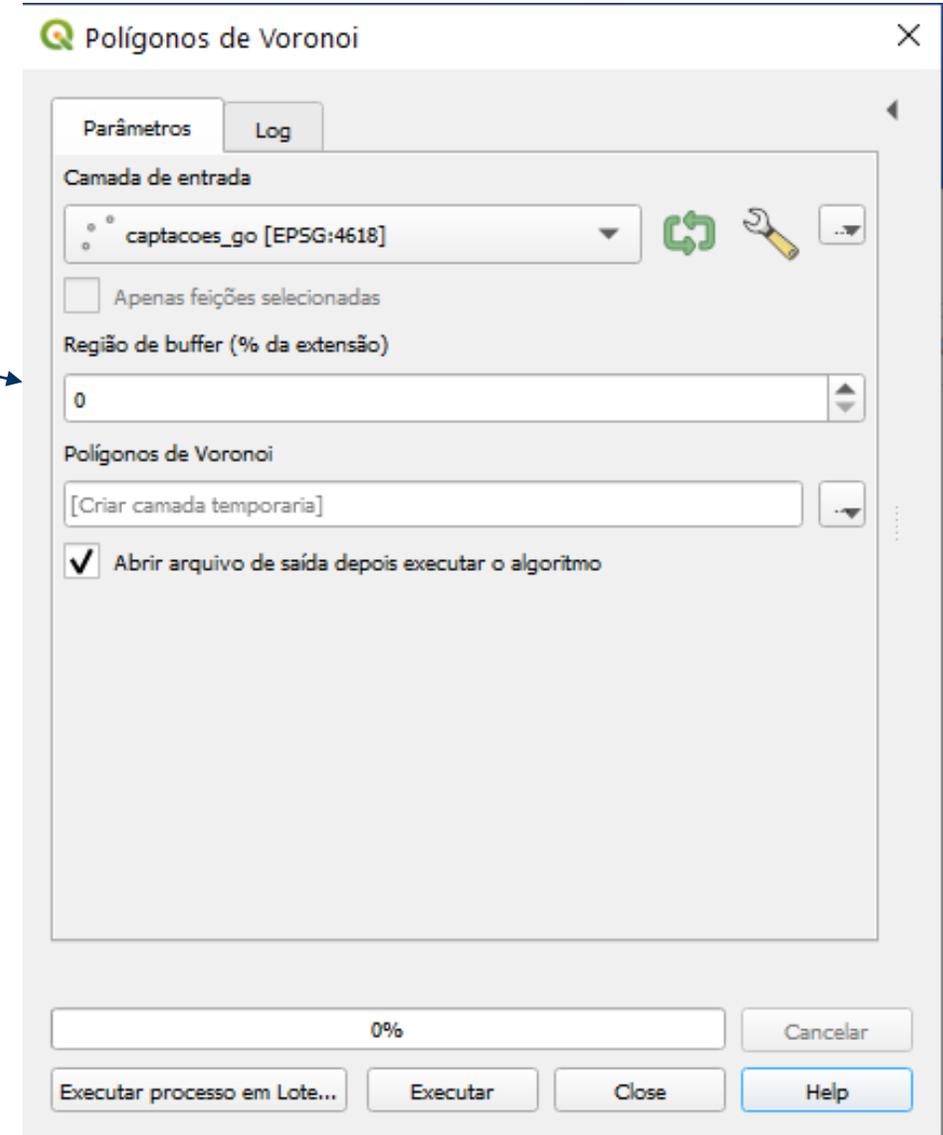


- Solução: Criar Polígonos de Voronoi

*Para estender a área dos polígonos que ficam próximos ao limite da camada.*



*\* Polígonos de saída herdam os atributos da camada de pontos de entrada.*



# Operações geométricas (sobre uma camada) – Voronoi

## Na Prática



- Solução: Criar Polígonos de Voronoi
  - Ferramenta não disponível no TerraView
    - Caminho : Usar funções do PostGIS

Utilizar as funções:

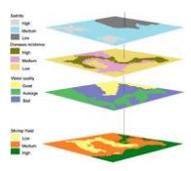
**ST\_VoronoiPolygons()** para criar os polígonos.

**ST\_Collect()** para agrupar todos os pontos antes de utilizar a de Voronoi. Será utilizada para transformar as geometrias de “**Point**” em “**MultiPoint**”.

Uma vez criado todos os polígonos de Voronoi gostaríamos que cada polígono fosse armazenado um registro da tabela de saída.

**ST\_Dump()** para desagregar os polígonos, isto é, “**GeometryCollection**” em “**Geometry**”.

# Operações geométricas (sobre uma camada) – Voronoi Na Prática



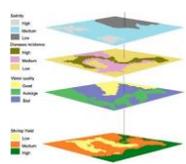
public.captacoes							
	fid	n	cidade	manancia	utm_e	utm_n	rio_dsg
118	124	118	Morrinhos	CÓRREGO ...	701981	8039154	Corr. da Pip...
119	125	119	Morro Ag...	CÓRREGO ...	599954	8307009	
120	126	120	Mozarlân...	CÓRREGO ...	547273	8368473	Corr. Barrei...
121	127	121	Mundo N...	RIO PALME...	579269	8476920	Rio Palmeiral

public.captacoes_voronoi_sql	
	fid
1	1
2	2
3	3
4	4



- Transferir os atributos dos pontos de capitação para os polígonos de Voronoi criados desses pontos.

```
CREATE TABLE cap_voronoi_final AS
SELECT v.fid, c.n, c.cidade, c.manancia, c.utm_e, c.utm_n, c.rio_dsg, v.geom
FROM captacoes_go AS c, captacoes_voronoi_sql AS v
WHERE ST_Intersects(c.ogr_geometry,v.geom);
```



# Álgebra de mapas (Inferência Espacial)

---

- Pontuais

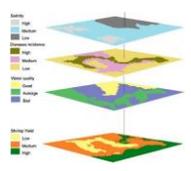
- Mapeamento: reclassificação, fatiamento, classificação
- Combinação: operações booleanas e aritméticas

- Locais

- função das variações locais da superfície
- Ex: filtragem em imagens, declividade em MNT

- Zonais

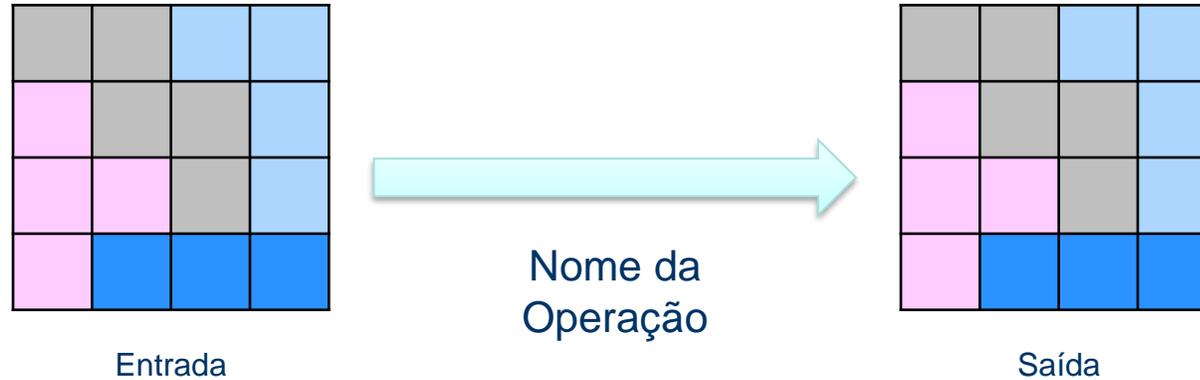
- função de uma zona delimitada por outro mapa
- Ex: altitude média de cada município do Ceará



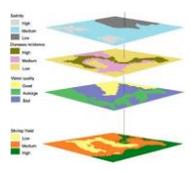
# Álgebra de mapas (Inferência Espacial)

## Operações Pontuais

### Operações Unárias ou de mapeamento

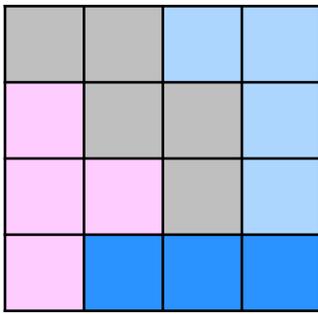


Operação	Entrada	Saída
Reclassificação	Temático	Temático
Ponderação	Temático	MNT
Fatiamento ou Classificação	Dado Sensoriamento Remoto	Temático
Fatiamento de classes	MNT	Temático



# Operações Pontuais

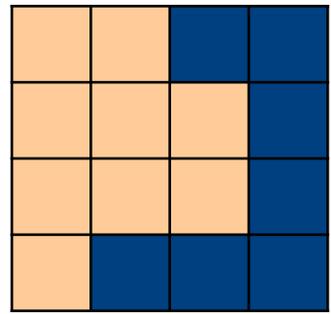
Reclassificação: mudança de atributos - união de classes com atributos comuns.



Entrada - temático



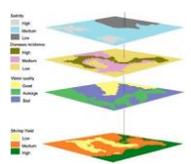
Reclassificação



Saída - temático



# Operações Pontuais: geocampos (reclassificação)



- Reclassificar por camada
- Reclassificar por tabela

Fatiamento Matricial

**Fatiamento Matricial**  
Defina os parâmetros do fatiamento.

Matricial

Banda: 0

Equalize Histograma  Use somente Área Visível

Fatias

Histograma

Parâmetros

Valor Mínimo: 489.12

Valor Máximo: 1484.5

Passos: 5

Precisão: 0

Barra de Cor

Usar Esquema

Catálogo

Grupo

Esquema

Salvar

Aplicar

Mapeamento de Cores

Cor	De	Para	Índice
	488	688	0
	688	887	1
	887	1086	2
	1086	1285	3
	1285	1486	4

< Voltar Próximo > Cancelar

Reclassificar por tabela

Parâmetros Log

Camada raster

15\_495ZN [EPSG:4326]

Número da banda

Banda 1 (Gray)

Tabela de reclassificação

Tabela fixa (1x3)

Parâmetros avançados

Saída sem valores de dados

-9999,000000

Intervalos limites

min < valor <= max

Não usar dados quando nenhum intervalo corresponde ao valor

Tipo de dado de saída

Float32

Raster reclassificado

[Salvar em arquivo temporário]

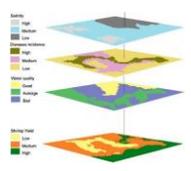
Abrir arquivo de saída depois executar o algoritmo

0%

Avançado Executar processo em Lote... Executar Fechar Ajuda

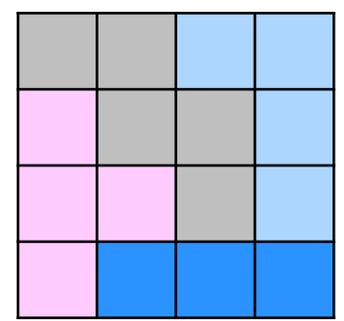
Reclassificar por tabela

Esse algoritmo reclassifica uma banda de raster atribuindo novos valores de classe com base nos intervalos especificados em uma tabela fixa.



# Operações Pontuais: geocampos

Reflete a importância relativa de cada tema para uma determinada análise numérica.



Entrada - temático

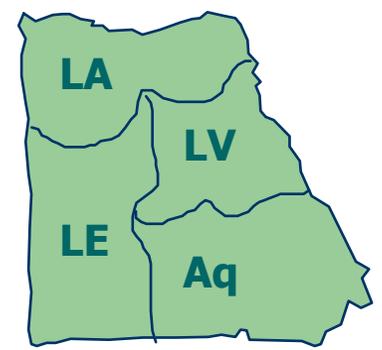


Ponderação

1	1	2	2
3	1	1	2
3	3	1	2
3	2	2	2

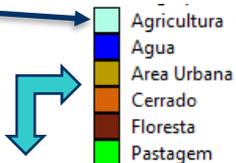
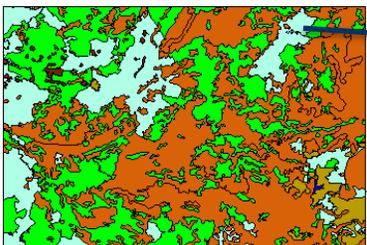
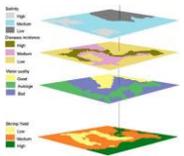
Saída - numérico

- LA → 0.35
- Aq → 0.6
- Outros → 0.2

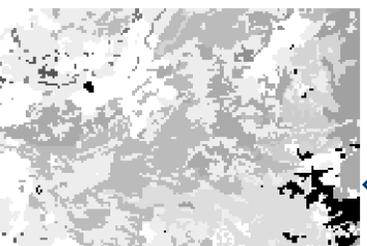


0,35	0,35	0,20
●	●	●
0,20	0,20	0,20
●	●	●
●	●	●
0,20	0,60	0,60

# Operações Pontuais: geocampos (ponderação)



LEG_VUL	VULNERAB
Vulneravel	2.800000
Vulneravel	2.800000
Estavel	0.000000
Estavel	1.000000
Vulneravel	2.800000



Vetorial para Raster

Transforma o valor-atributo do Vetorial em um dado Matricial...

Entrada Vetorial: uso\_solo\_SD\_22\_Z\_D

Atributos

Propriedades Disponíveis: FID, COD, AREA, PERIMETER

Propriedades Usadas: VULNERAB, PERC\_AREA

Nova Camada Matricial

SRS: SAD69 - 4618

Res. X: 0.01 Res. Y: 0.01

Cols: 151 Linhas: 101

Dummy

Saída

Repositório: S:\Uso\_Solo\_CEIG\saida.tif

Nome da Camada: saida.tif

Ajuda OK Cancela

Tif multi-bandas



Converter vetor para raster (rasterizar)

Parâmetros Log

Camada de entrada: uso\_solo\_SD\_23\_Y\_C [EPSG:4618]

Apenas feições selecionadas

Campo a usar para o valor burn-in [opcional]: 1.2 VULNERAB

Um valor fixo para gravar [opcional]: 0,000000

Queimar valor extraído dos valores "Z" da feição [opcional]

Unidades de tamanho da saída: Pixels

Resolução Horizontal/Largura: 0,000000

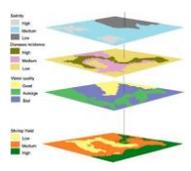
Resolução Vertical/Altura: 0,000000

extensão de saída [opcional]: Não definido

Atribua um valor "nodata" especificado às bandas da saída [opcional]

0%

Avançado Executar processo em Lote... Executar Fechar Ajuda



# Operações Pontuais: geocampos

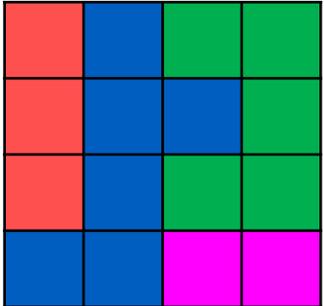
Transforma numérico em temático: diminui a variabilidade da informação.

55	3	30	25
70	1	2	22
63	5	19	21
4	6	115	133

Entrada – numérico

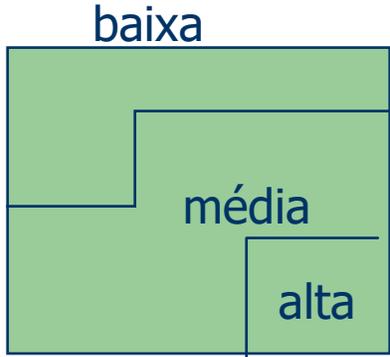


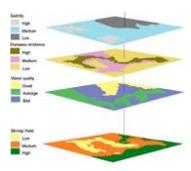
Fatiamento



Saída - temático

5.0	3.0	8.0
5.0	10.0	15.0
•	•	•
•	•	•
10.0	12.0	20.0



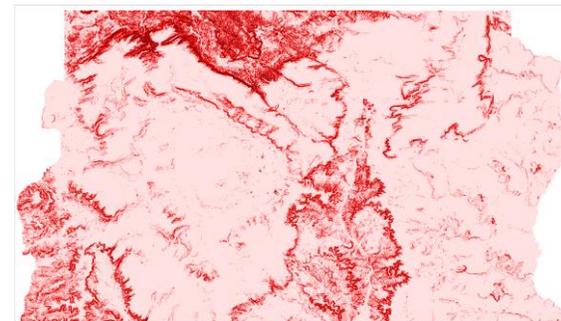
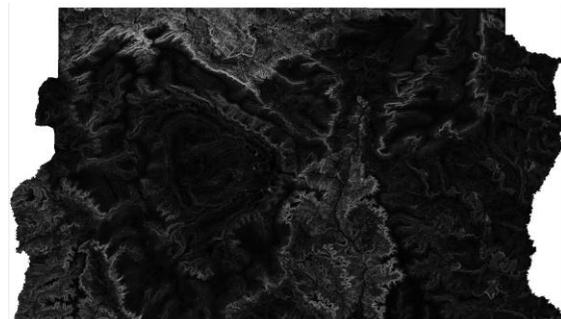
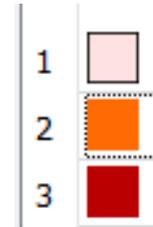


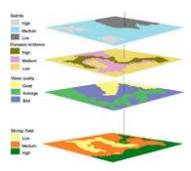
# Fatiamento

- Transforma numérico em temático: diminui a variabilidade da informação

– Ex: mapa de declividade (graus) → mapa de fatias de declividade

- [0.0 – 9.9] → baixa
- [10.0 – 19.9] → média
- Acima de 20.0 → alta

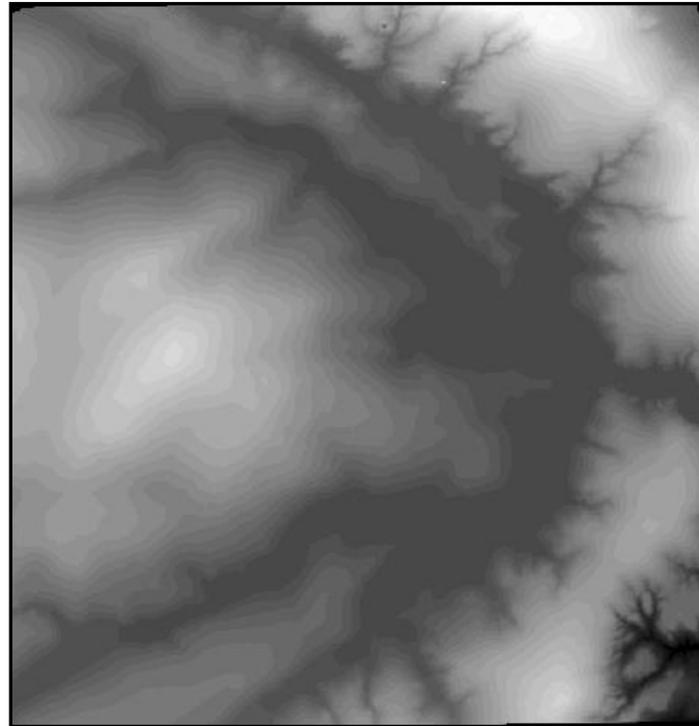




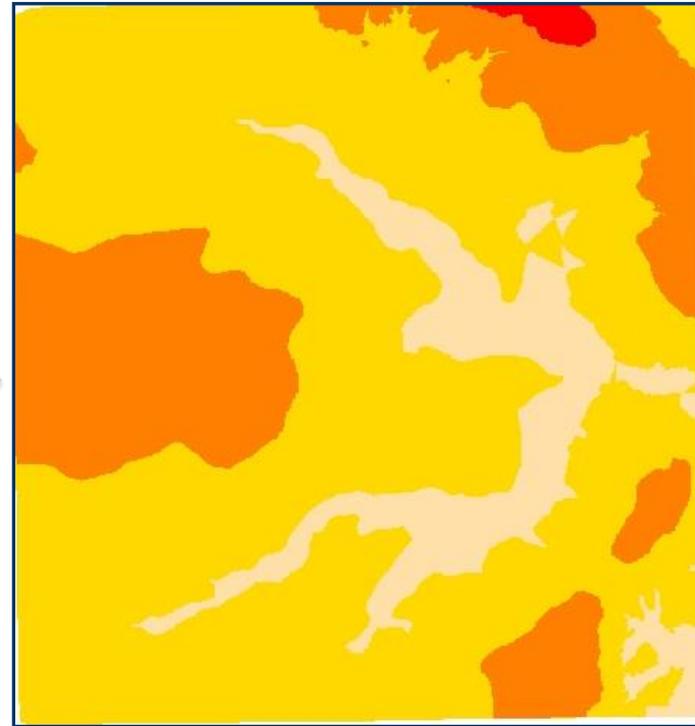
# Fatiamento de grade de altimetria

---

Imagem MNT



MNT fatiado



Pode ser utilizado para dados vetoriais (+ tabela associada) ou matriciais.

## Vetor

Editar Legenda (Camada:uso\_solo)

Esta operação cria uma legenda em uma camada selecionada

Importar Camada com Agrupamento

Camada:  Importar

Parâmetros

Tipo: Valor Único      Fatiar: 5

Atributo: USO      Precisão: 6

Desvio Padrão: 0.50

Barra de Cor

Usar Esquema

Catálogo: Default      Grupo: Classification

Esquema: Land Use 2      Salvar

Aplicar

Ajuda      Ok      Cancelar

Símbolo	Título	Valor
1	Agricultura	Agricultura
2	Agua	Agua
3	Area Urbana	Area Urbana
4	Cerrado	Cerrado
5	Floresta	Floresta
6	Formacao ...	Formacao ...
7	Mineracao	Mineracao
8	Pastagem	Pastagem

\* Alterações manuais podem tornar a função "Count" inválida.

## Matriz

Editar Legenda (Camada:B5\_realce.tif)

Esta operação cria uma legenda em uma camada selecionada

Importar Camada Agrupada

Camada:  Importar

Parâmetros

Banda: 0      Valor Mínimo: 1

Valor Máximo: 255

Transformação: Categorizar      Passos: 13

Tipo: Passo Igual      Precisão: 1

Barra de Cor

Usar Esquema

Catálogo:  Grupo:

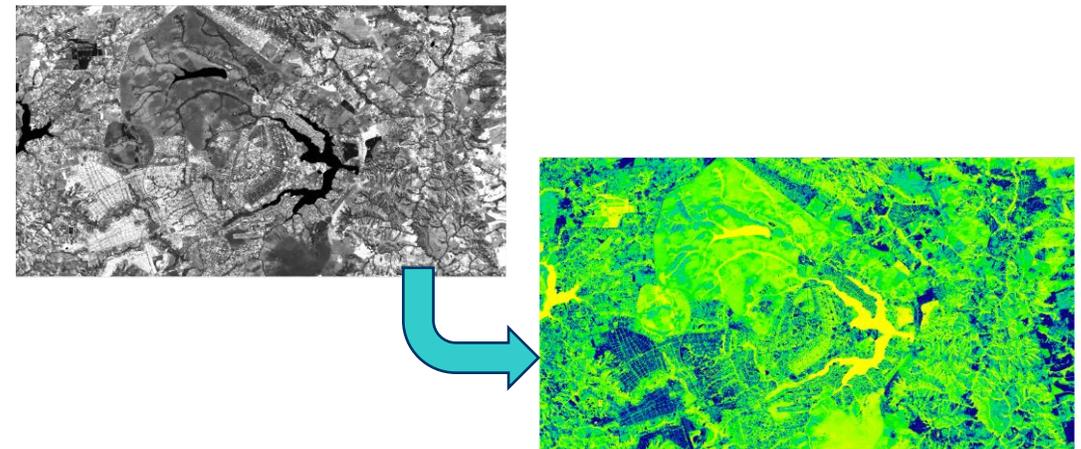
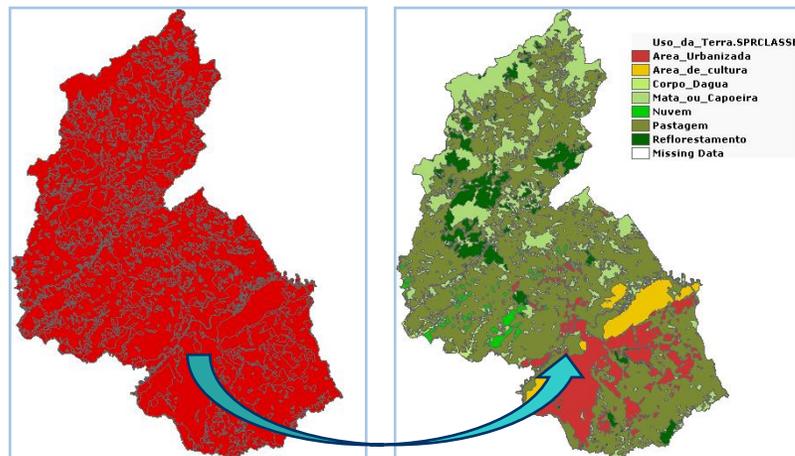
Esquema:  Salvar

Aplicar

Ajuda      Ok      Cancelar

Cor	De	Para
1	0.9	20.5
2	20.5	40.1
3	40.1	59.6
4	59.6	79.2
5	79.2	98.7
6	98.7	118.2
7	118.2	137.8
8	137.8	157.3
9	157.3	176.8
10	176.8	196.4
11	196.4	215.9
12	215.9	235.5
13	235.5	255.1

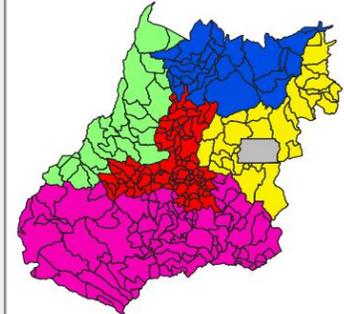
Carregar      Salvar



Pode ser utilizado para dados vetoriais (+ tabela associada) ou matriciais.

## Vetor

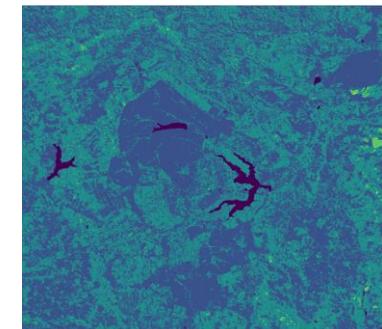
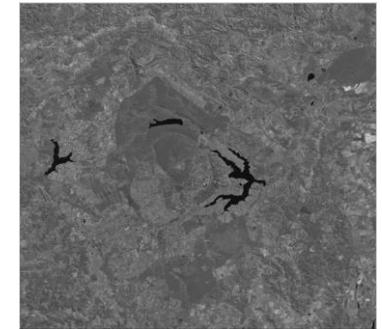
Símbolo	Valor	Legenda
<input checked="" type="checkbox"/>	CENTRO GOIANO	CENTRO GOIANO
<input checked="" type="checkbox"/>	LESTE GOIANO	LESTE GOIANO
<input checked="" type="checkbox"/>	NOROESTE GOIANO	NOROESTE GOIANO
<input checked="" type="checkbox"/>	NORTE GOIANO	NORTE GOIANO
<input checked="" type="checkbox"/>	SUL GOIANO	SUL GOIANO
<input checked="" type="checkbox"/>	<i>todos os outros valores</i>	DF



- Municípios GO - Mesorregião
  - CENTRO GOIANO
  - LESTE GOIANO
  - NOROESTE GOIANO
  - NORTE GOIANO
  - SUL GOIANO
  - DF

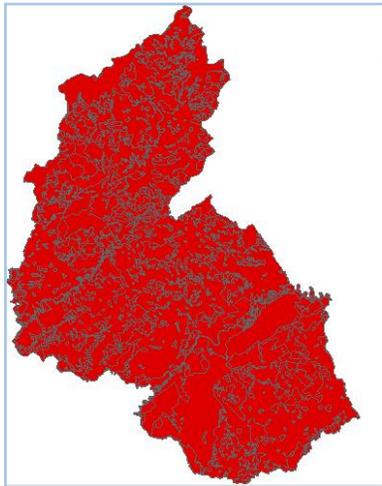
## Matriz

Valor <=	Cor	Rótulo
27	[Purple]	<= 27
54	[Dark Blue]	27 - 54
80	[Teal]	54 - 80
107	[Light Green]	80 - 107
133	[Yellow]	107 - 133



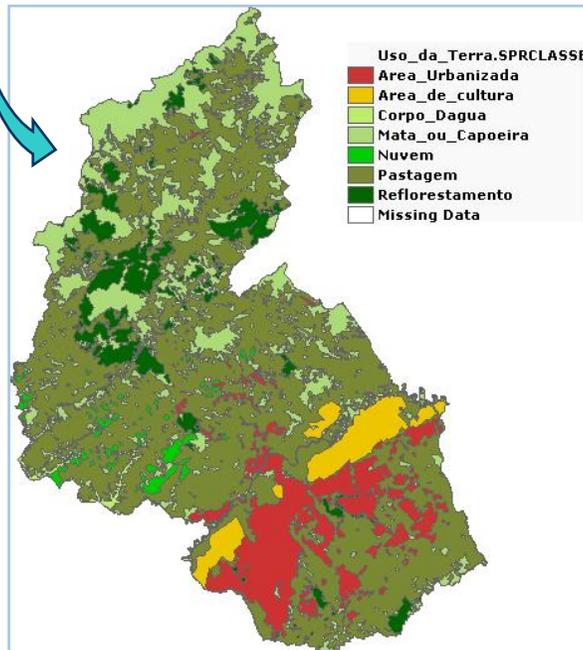
# Editar Legenda (Agrupamento)

Para dados vetoriais (+ tabela associada)



Tipos comuns de Agrupamento

- Passos Iguais (Intervalo Igual)
- Quantil (Igual Contagem)
- Desvio Padrão
- Valor Único (Categorizado)



Função Resumo

Tabela externa (1 – n)

- MIN (mínimo)
- MAX (máximo)
- SUM (soma)
- AVERAGE (média)
- MEDIAN (mediana)
- STDDEV (desvio padrão)
- VARIANCE (variância)



Funcionalidade disponível após o link das tabelas.



Necessidade de realizar a sumarização em etapa anterior.

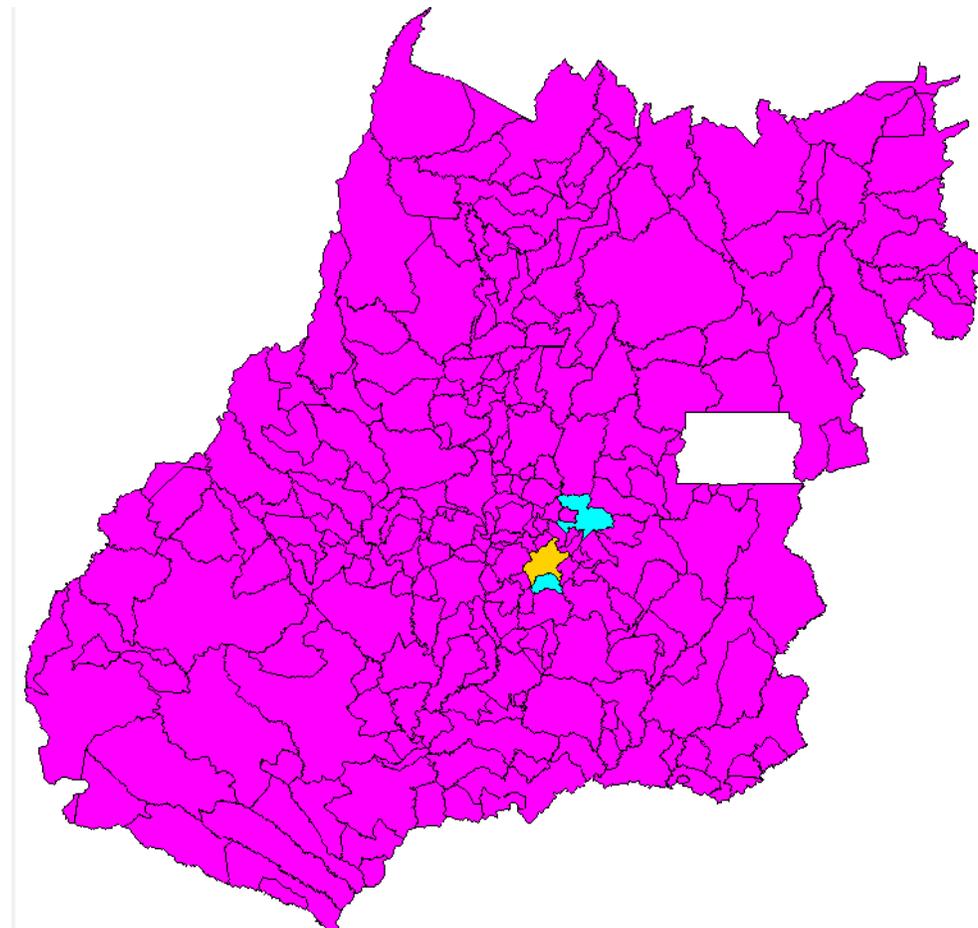
Para dados vetoriais (+ tabela associada)

**Passo Igual (Intervalo Igual):** todo o intervalo de valores (máx - min) é dividido igualmente em quantas fatias foram definidas.

 Estilo de Agrupamento: Passo Igual

-  [885.9, 223033.2]
-  [223033.2, 445180.4]
-  [445180.4, 667327.6]
-  [667327.6, 889474.8]
-  [889474.8, 1111622.1]
-  No Value

População 2001  
Vmin = 885  
Vmax = 1111622



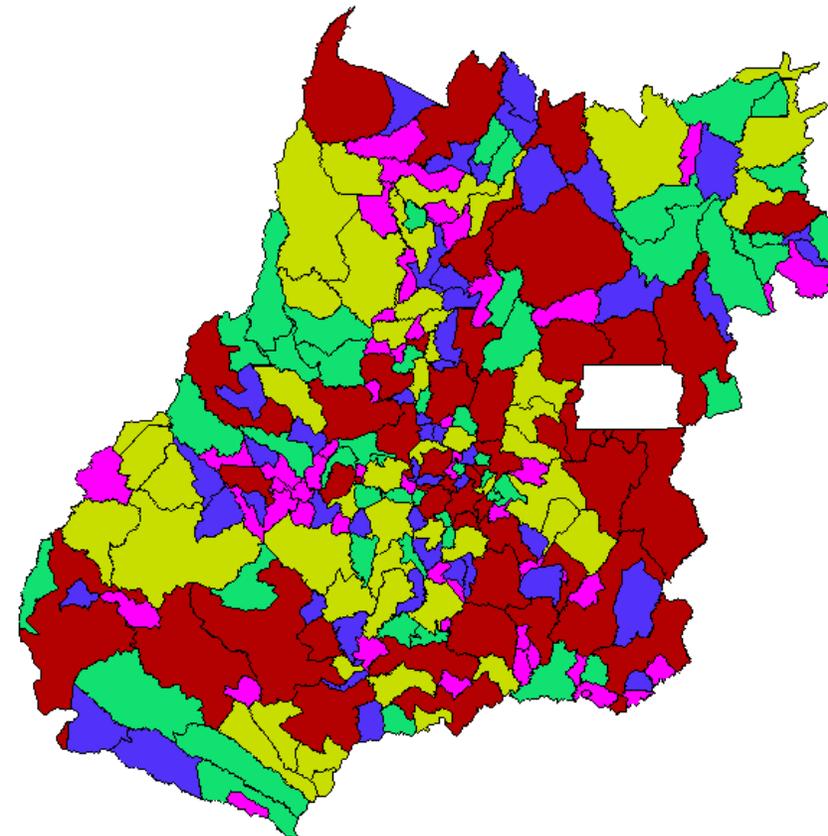
Para dados vetoriais (+ tabela associada)

**Quantil (Igual Contagem):** classifica os dados em um determinado número de fatias com um número igual de objetos/feições em cada fatia. Ele agrupa os valores definidos por um intervalo de um atributo usando o algoritmo quantil. O intervalo de valores é variável.

 Estilo de Agrupamento: Quantil

-  [885.9, 3152.0[
-  [3152.0, 4570.0[
-  [4570.0, 8086.0[
-  [8086.0, 19260.0[
-  [19260.0, 1111622.1[
-  No Value

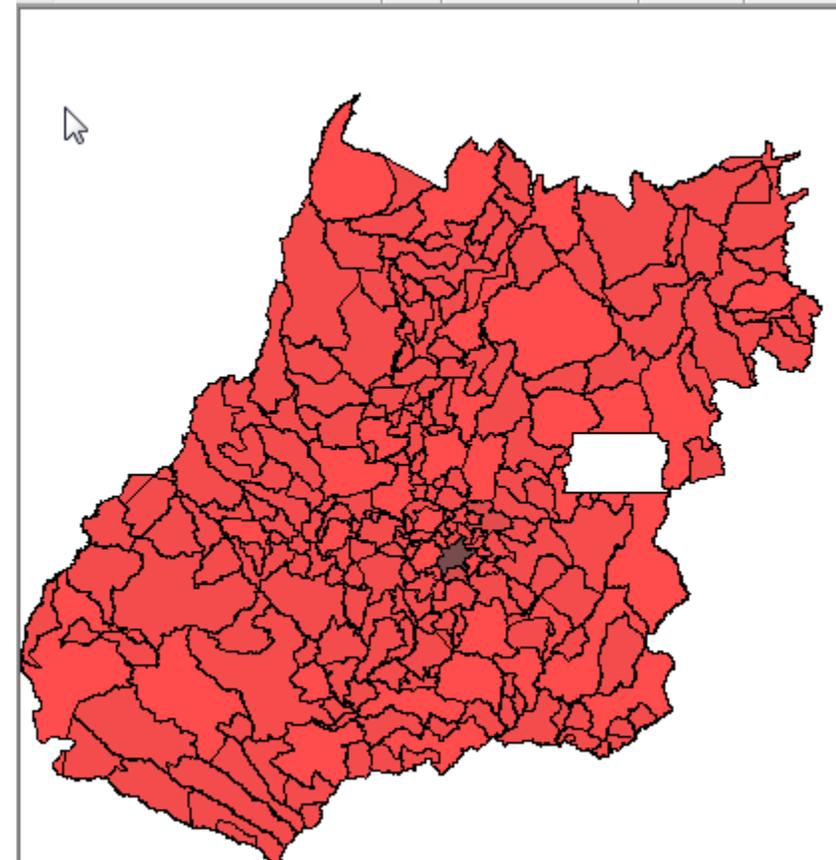
População 2001  
Vmin = 885  
Vmax = 1111622



Para dados vetoriais (+ tabela associada)

**Desvio Padrão** : Produz os intervalos em função do valor de desvio padrão em torno da média.

Cor	De	Para	Rótulo	Quantidade
	885.99	1328.53	885.99 ~ 1328.53	2
	1328.53	20798.63	1328.53 ~ 20798.63	201
	mean = 20798.63		mean = 20798.63	0
	20798.63	40268.72	20798.63 ~ 40268.72	23
	40268.72	59738.81	40268.72 ~ 59738.81	6
	59738.81	79208.90	59738.81 ~ 79208.90	4
	79208.90	98679.00	79208.90 ~ 98679.00	3
	98679.00	119149.00	98679.00 ~ 119149.00	1



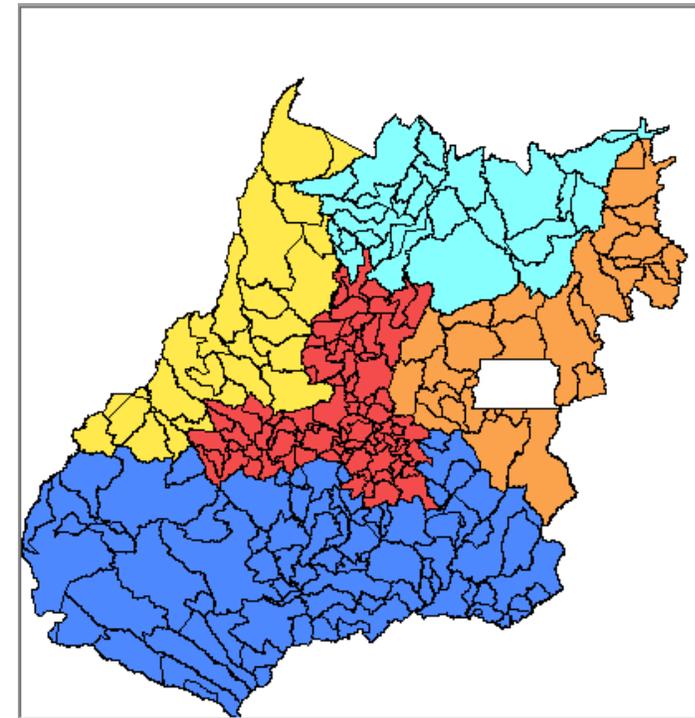
População 2001  
 Vmin = 885  
 Vmax = 1111622

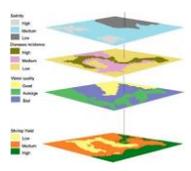
Para dados vetoriais (+ tabela associada)

**Valor Único (Categorizado)** : Utilizado para qualquer tipo de atributo (INTEIRO, REAL, STRING, TEMPO, etc). Nesse tipo de agrupamento é dado um visual para cada valor distinto de atributo. Ele é usado, normalmente, para ilustrar um dado qualitativo.

Cor	Valores	Rótulo	Quantidade
	CENTRO GOIANO	CENTRO GOIANO	82
	LESTE GOIANO	LESTE GOIANO	32
	NOROESTE GOIANO	NOROESTE GOIANO	23
	NORTE GOIANO	NORTE GOIANO	27
	SUL GOIANO	SUL GOIANO	82
	Missing Data	Missing Data	1

Mesoregião de GO





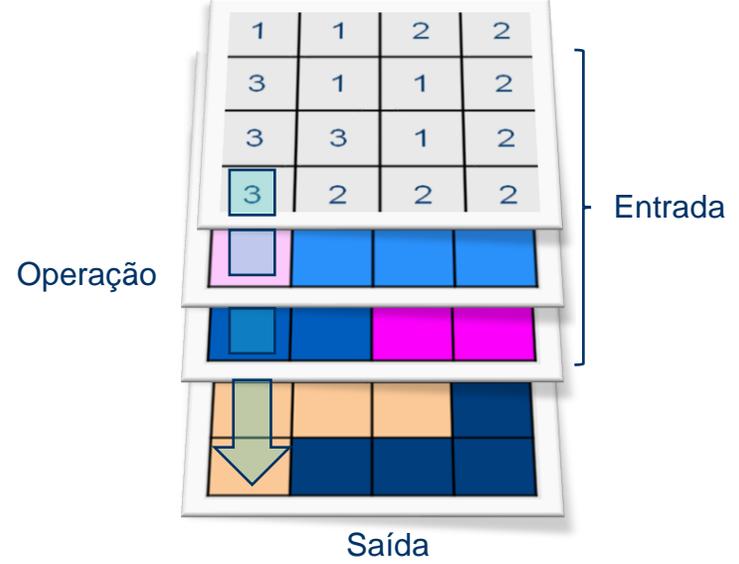
# Operações Pontuais

## Operações Binárias ou conhecidas como Inferência Geográfica

- Objetivo de produzir novas informações combinando dados de diferentes fontes.
- Representam a operação de sobreposição de mapas.
- Possível se todos os dados estão em uma base georreferenciada

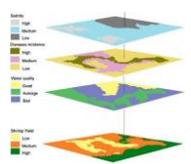
### Operadores:

- Operações Booleanas
- Operações Matemáticas
- Operações Fuzzy
- Operações complexas por encadeamento



# Operações Pontuais

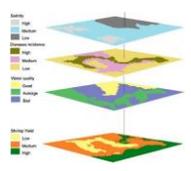
## Operações Binárias ou Inferência Geográfica



### Aplicações gerais

- Mapeamento de Risco
  - Inundações
  - Deslizamentos de terra
  - Risco de incêndio
  - Risco a erosão
- Mapeamento de fragilidade ambiental
- Mapeamento de fertilidade agrícola
- Mapeamento de aptidões
  - Aptidão a um aterro sanitário
  - Aptidão a uma tipo de cultura
  - Aptidão a instalação de um empreendimento

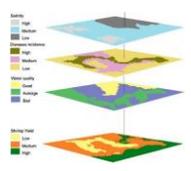




# Geocampos - Operação booleana

- Expressões booleanas podem ser usadas como regras para combinação lógica dados geográficos
- Depende da metodologia definida pelo especialista
  - Ex: Combinar Tipo de Solo, Precipitação Mensal e Declividade para produzir Classes de Aptidão Agrícola

Aptidão Agrícola	Tipo de Solo	Precipitação Média Mensal	Declividade
Boa	Latossolos	> 100 mm	0-3.5 %
Média	Podzólicos	100-50 mm	3.5-12 %
Inapta	Litólicos	< 50 mm	12



# Geocampos - Operação matemática

- Combinação de mapas numéricos por funções matemáticas: refletem modelos e funções conhecidas pelo especialista

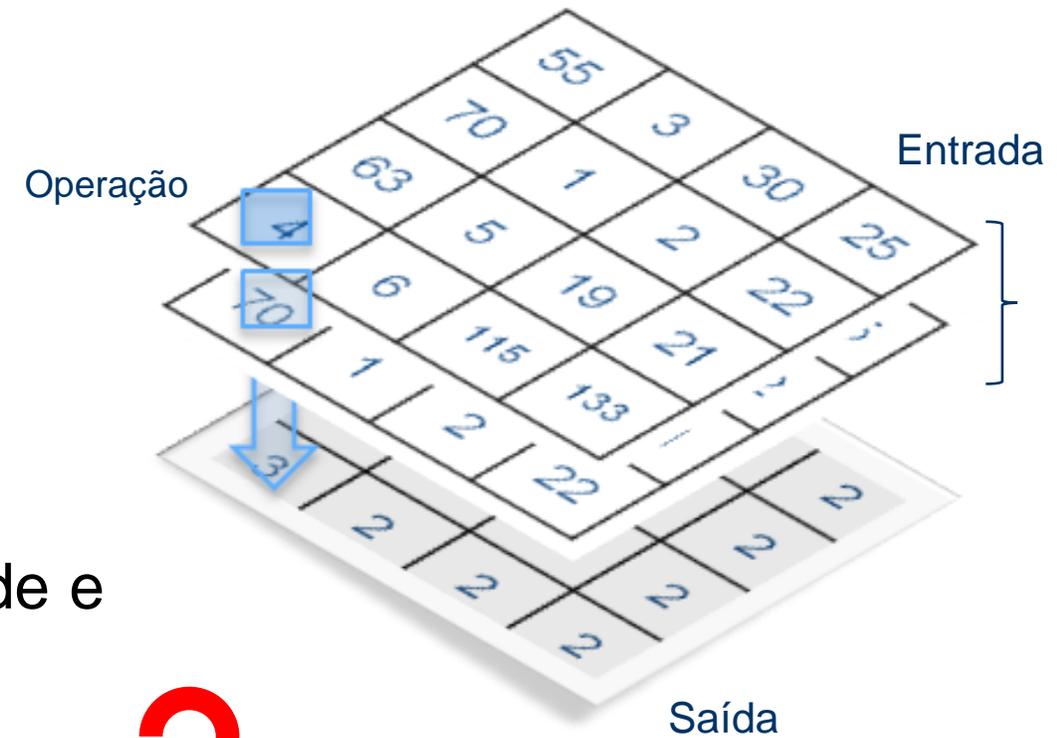
Exemplos:

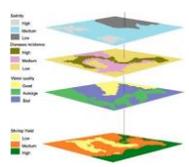
- Equação universal de perda de solo

$$P = (\text{erosividade}) * (\text{erodibilidade}) * (\text{declividade}) * (\text{comp. encosta}) * (\text{cobertura solo}) * (\text{índice proteção})$$

- Média ponderada para combinar declividade e solo para estimar Adequação

$$\text{Adequação} = [2 * \text{solo\_ponderado} + 5 * (1 / \text{declividade})] / 7$$





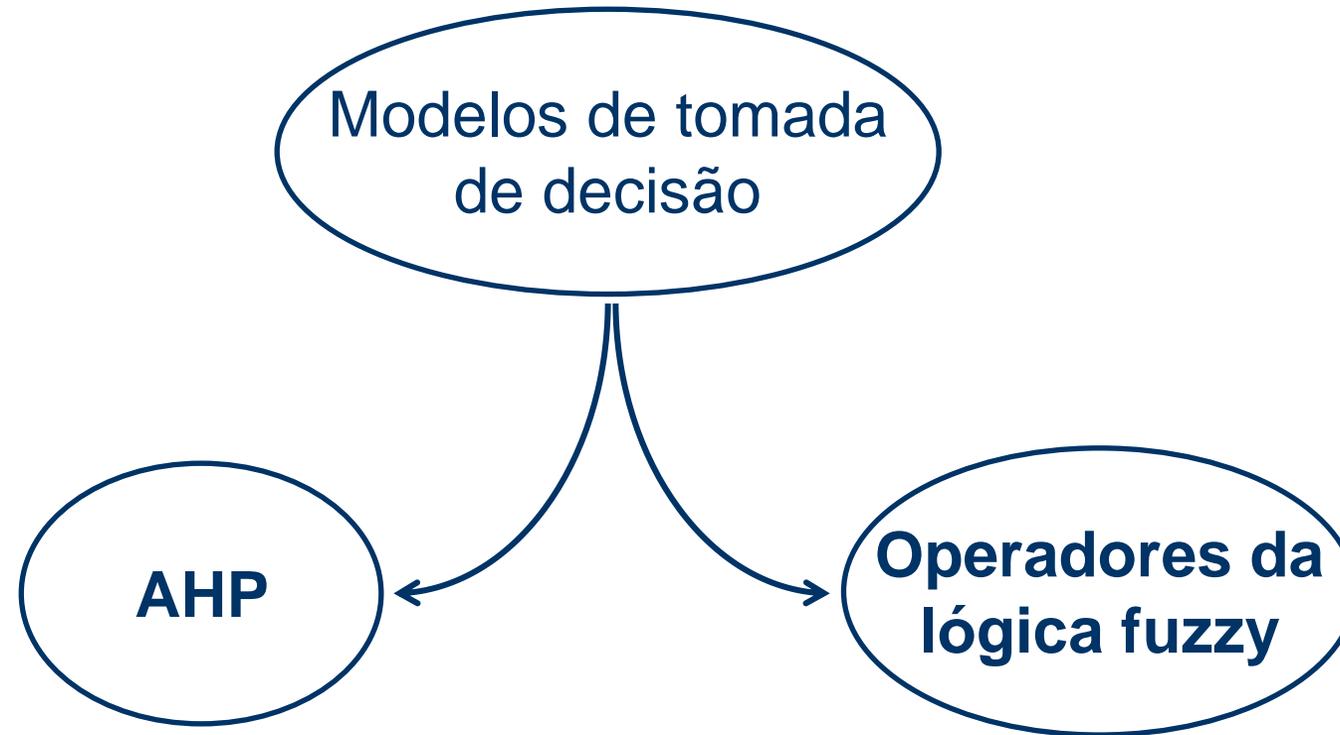
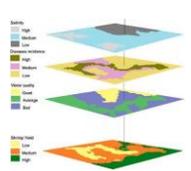
# Suporte à Decisão - Conceitos Básicos

---

- Um **modelo racional** de tomada de decisão preconiza quatro passos:
  - *Definição do problema*: formular o problema como uma necessidade de chegar a um novo estado.
  - *Busca de alternativas*: estabelecer as diferentes alternativas (aqui consideradas como as diferentes possíveis soluções do problema) e determinar um critério de avaliação.
  - *Avaliação de alternativas*: cada alternativa de resposta é avaliada.
  - *Seleção de alternativas*: as possíveis soluções são ordenadas, selecionando-se a mais desejável ou agrupando-se as melhores para uma avaliação posterior.

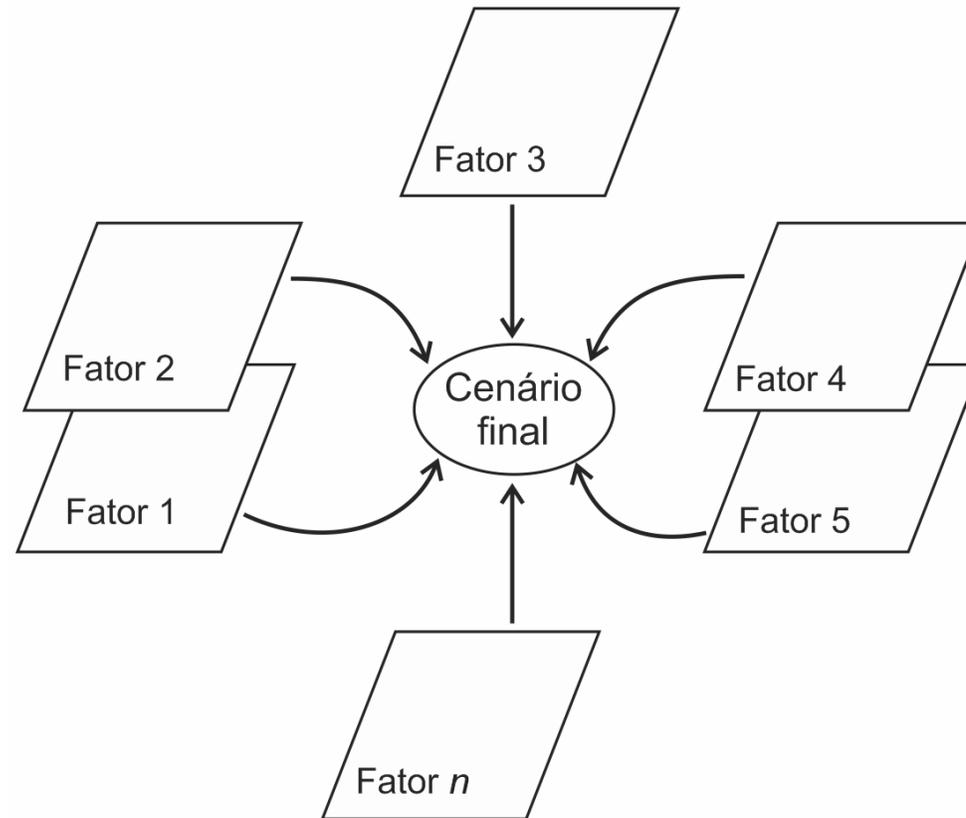
# Geoprocessamento e Suporte a Decisão

---

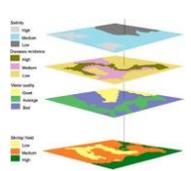


# Geoprocessamento e Suporte a Decisão

Quando temos diferentes fatores que contribuem para tomada de decisão, como fazer para determinar a contribuição relativa de cada um?



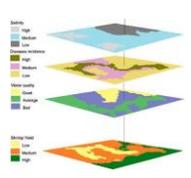
AHP -  
Processo  
Analítico  
Hierárquico



# A Técnica AHP - Processo Analítico Hierárquico

Livro: *Multicriteria Decision Making - The Analytical Hierarchy process* Pittsburg, RWS Publications , 1992

- Quando temos diferentes **fatores** que contribuem para a nossa decisão, como fazer para determinar a contribuição relativa de cada um ?
- Thomas Saaty (1978) propôs, uma técnica de escolha baseada na lógica da comparação pareada, denominada Técnica AHP.
- A questão central do método é identificar com que peso os fatores individuais do nível mais baixo de uma hierarquia influenciam seu fator máximo, ou seja, o objetivo geral
- Neste procedimento, os **diferentes fatores** que influenciam a tomada de decisão são comparados dois-a-dois, e um critério de **importância relativa** é atribuído ao relacionamento entre estes fatores, conforme uma escala pré-definida.

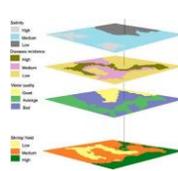


# A Técnica AHP - Processo Analítico Hierárquico

## Escala de Valores AHP para Comparação Pareada

<b>Int. Importância</b>	<b>Definição e Explicação</b>
1	<b>Importância igual</b> - os dois fatores contribuem igualmente para o objetivo.
3	<b>Importância moderada</b> - um fator é ligeiramente mais importante que o outro.
5	<b>Importância essencial</b> - um fator é claramente mais importante que o outro.
7	<b>Importância demonstrada</b> - Um fator é fortemente favorecido e sua maior relevância foi demonstrada na prática.
9	<b>Importância extrema</b> - A evidência que diferencia os fatores é da maior ordem possível.

2,4,6,8 Valores intermediários entre julgamentos - possibilidade de compromissos adicionais.



# A Técnica AHP - Processo Analítico Hierárquico

---

## Consistência da seleção realizada

Para testar o resultado deste processo, é necessário conhecer se há consistência na comparação pareada realizada. Segundo a teoria de Saaty isto vai indicar se os dados estão logicamente relacionados,

Neste caso o parâmetro para avaliar isto é denominado Razão de consistência (RC)

A razão de consistência (RC) que é a tolerância permitida, é estimada pela expressão:  $RC = IC/IR$

Onde IC é o índice de consistência e IR é o índice tabelado (random).

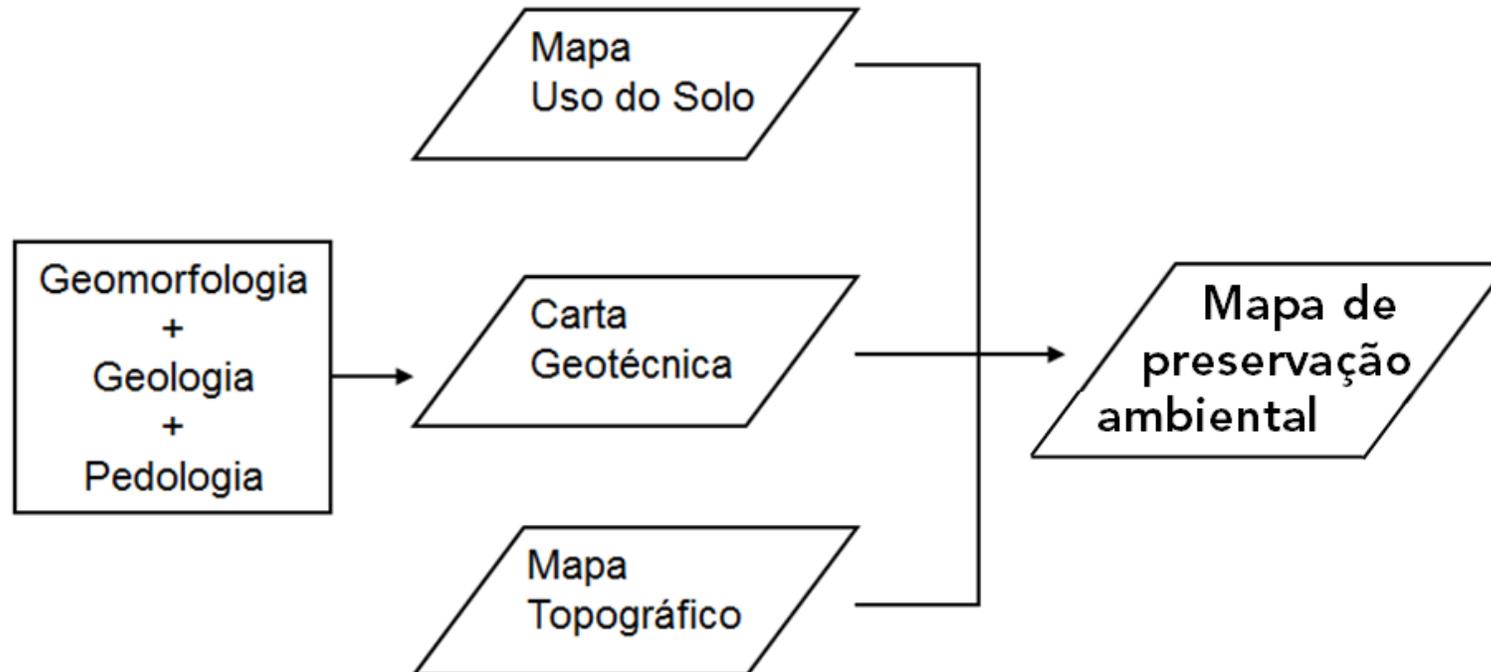
IC

$IC = (\mu - n) / (n-1)$  onde n é o numero de fatores

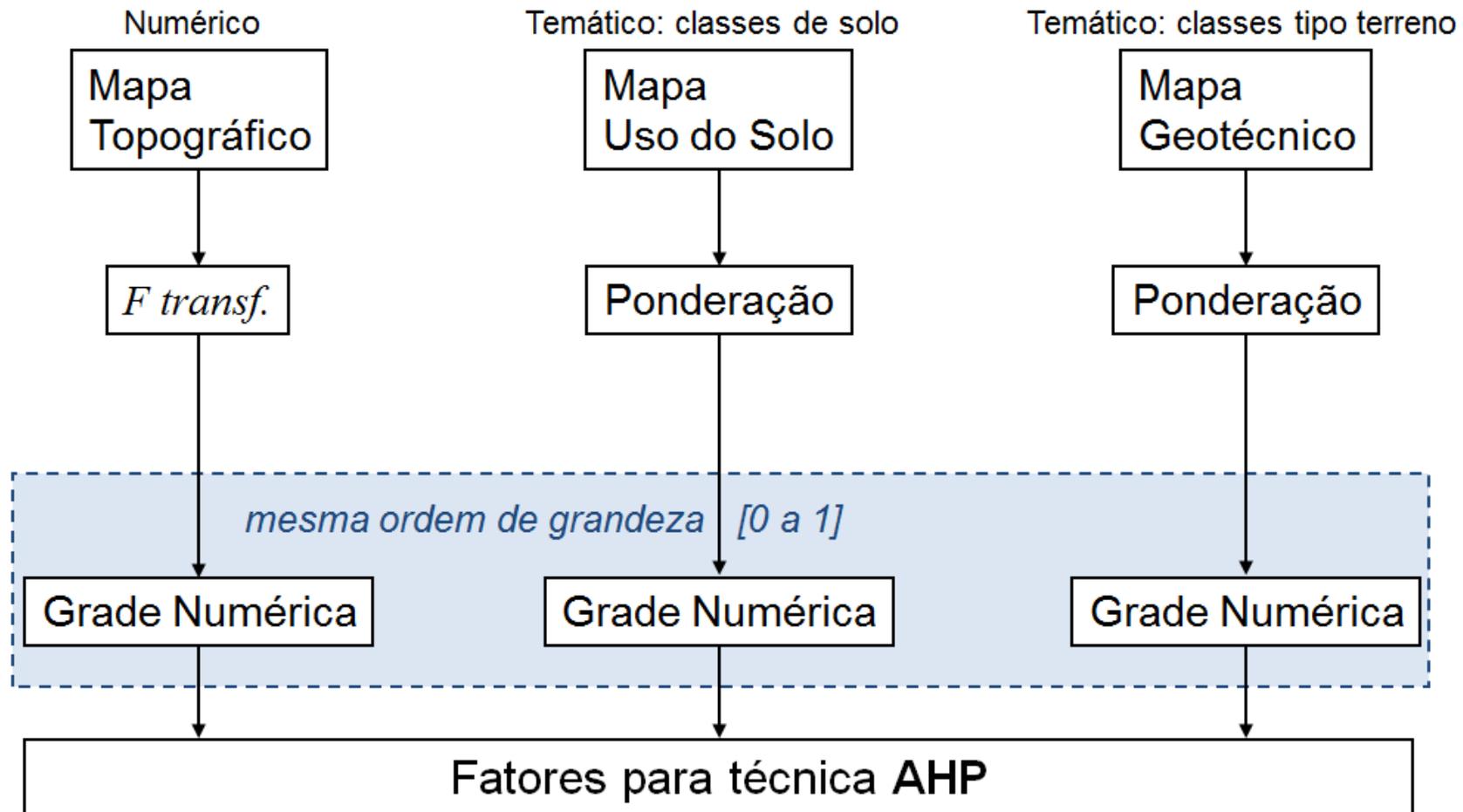
$\mu$  = valor médio do vetor de consistência

# Exemplo de uso da Técnica AHP

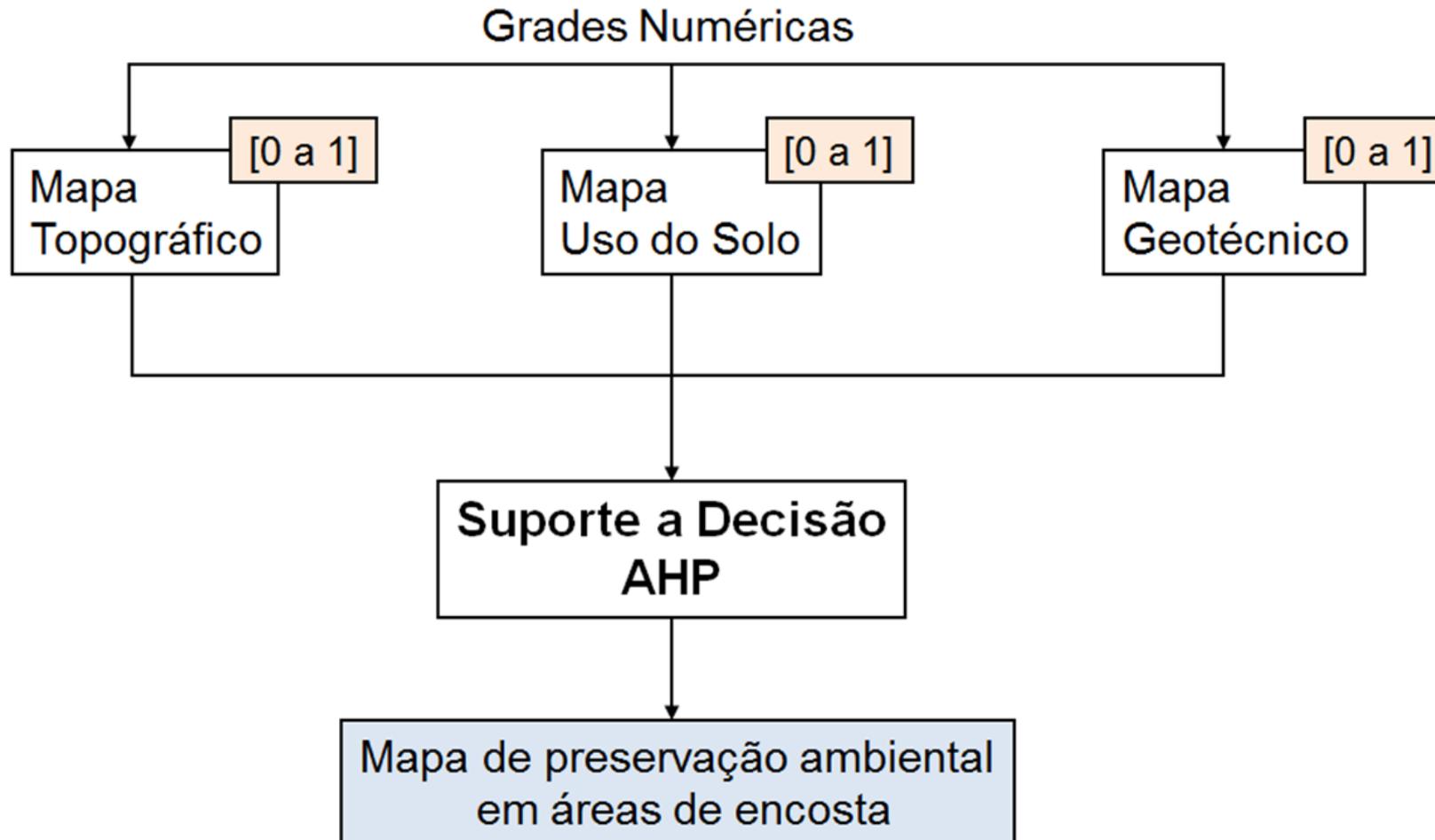
Estudo de preservação ambiental em áreas de encosta, para estabelecer uma política de ocupação associada a mapas de risco de deslizamento e impacto ambiental.



# Exemplo de uso da Técnica AHP

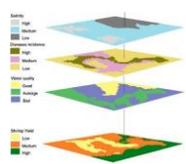


# Exemplo de uso da Técnica AHP



$$\text{Mapa}_{\text{Final}} = \text{Peso}_1 \cdot \text{Mapa}_{\text{Topográfico}} + \text{Peso}_2 \cdot \text{Mapa}_{\text{Uso Solo}} + \text{Peso}_3 \cdot \text{Mapa}_{\text{Geotécnico}}$$





# Exercício 11

## Análise Espacial – AHP Multicritério



SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO APLICADOS  
AO ESTUDO DA VULNERABILIDADE AOS MOVIMENTOS DE  
MASSA NO MUNICÍPIO DE CARAGUATATUBA-SP

**Edison Crepani \***

**José Simeão de Medeiros \***

\*INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

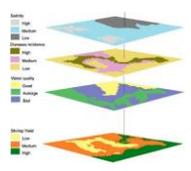
[crepani@itid.inpe.br](mailto:crepani@itid.inpe.br)

[simeao@dpi.inpe.br](mailto:simeao@dpi.inpe.br)

\*etapa já realizada

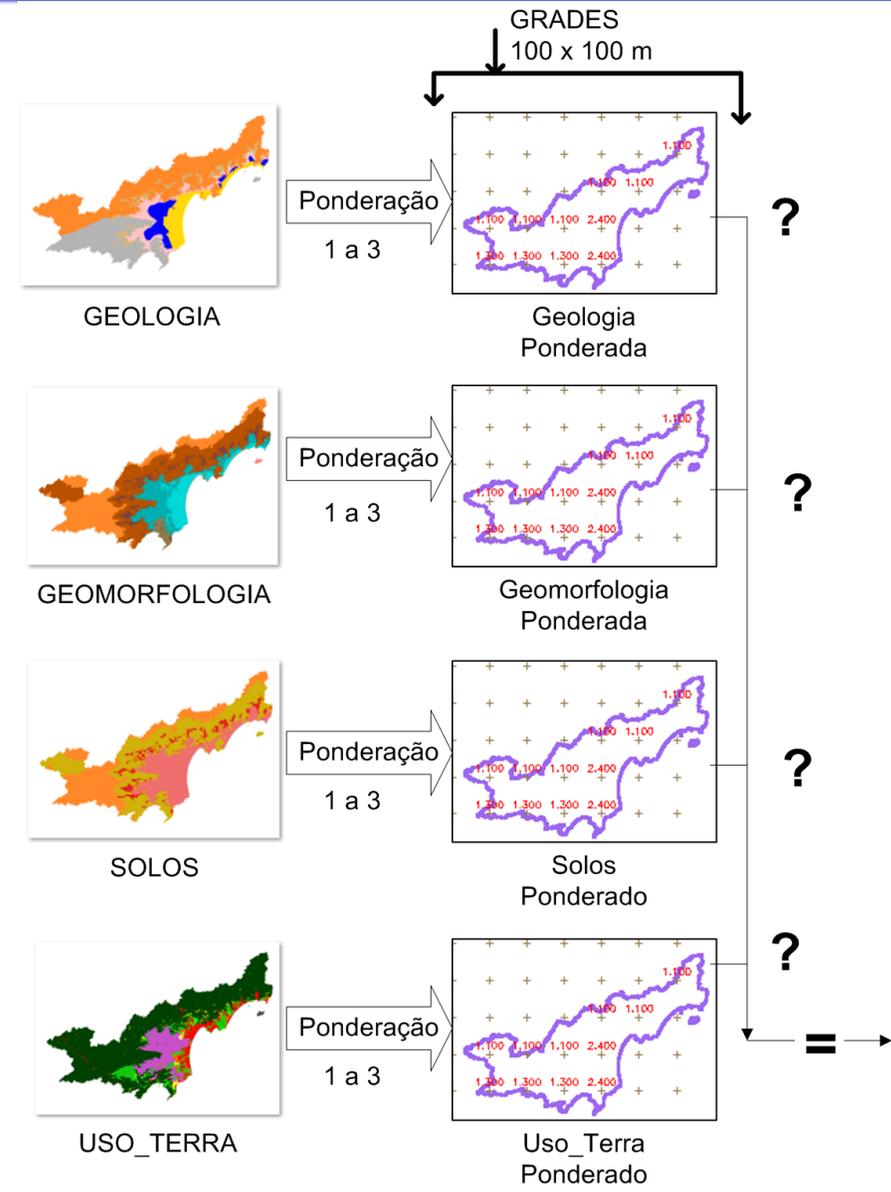
Tema	Classe	Valores
Geologia	Depósitos Litorâneos Atuais	3,0
	Depósitos de Encosta Inconsolidados	3,0
	Sedimentos Continentais Indiferenciados	2,4
	Sedimentos Arenosos Marinhos	2,4
	Sedimentos Flúvio-Lagunares	2,4
	Rochas Granitóides	1,1
	Migmatitos	1,3
	Granulitos	1,2
Geomorfologia	Planalto	1,8
	Escarpas da Serra do Mar	3,0
	Morros e Morrotes Litorâneos	3,0
	Tálus, Colúvios e Cones de Dejeção	3,0
	Planície Flúvio-Marinha	1,0
	Planície Marinha	1,0
	Praia	3,0
	Ilha	3,0
Solo	Latosolos VA + Cambissolos	1,6
	Cambissolos + Latossolos VA	1,9
	Espodossolos + Neossolos Quartzarênicos	2,4
	Neossolos Regolíticos	3,0
	Areia da Praia	3,0
Vegetação e Uso	Mata Atlântica	1,0
	Mata Atlântica alterada	1,2
	Vegetação de Restinga	1,4
	Vegetação de Restinga alterada	1,6
	Vegetação de Várzea	2,0
	Vegetação de Várzea alterada	2,2
	Vegetação secundária	2,8
	Desmatamentos e afloramentos rochosos	3,0
	Ocupação humana	3,0
	Praia	3,0

Tabela 2 – Valores de vulnerabilidade das classes temáticas.



# Exercício 11

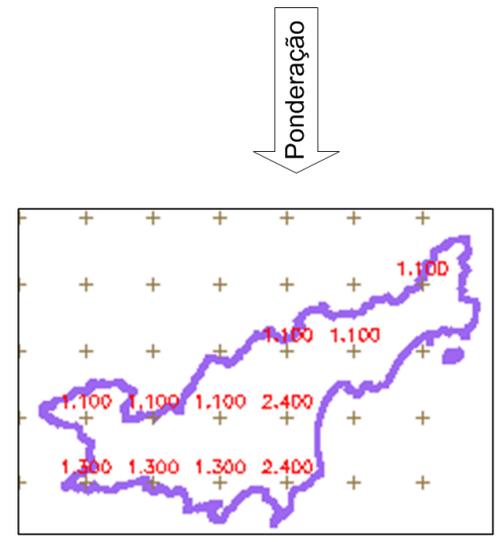
## Análise Espacial – AHP Multicritério

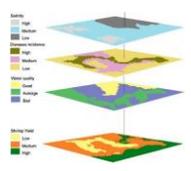


# Como Definir os pesos para realizar cruzamento ponderado entre os 4 mapas ?

Ponderação das 4 variáveis:

$$\begin{aligned} &0.567 * \text{vuso} + \\ &0.048 * \text{vgeo} + \\ &0.237 * \text{vgeom} + \\ &0.148 * \text{vsolo} \end{aligned}$$





# Exercício 11

## Análise Espacial – AHP Multicritério



Calculadora AHP Online

<https://bpmmsg.com/ahp/ahp-calc.php>

### PASSO 1

Select number of criteria:

Input number and names (2 - 20)   OK

$$C_{n, p} = \frac{n!}{p!(n - p)!}$$

### PASSO 2

#### AHP Criteria Names

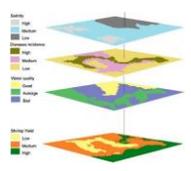
Please fill out

AHP priorities	
Name of Criteria	
1	<input type="text" value="Geologia"/>
2	<input type="text" value="Geomorfologia"/>
3	<input type="text" value="Solos"/>
4	<input type="text" value="Uso Terra"/>
max. 45 character ea.	
<input type="button" value="OK"/>	

### PASSO 3

#### Pairwise Comparison

A - wrt AHP priorities - or B?		Equal	How much more?
1	<input type="radio"/> Geologia <input checked="" type="radio"/> Geomorfologia	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
2	<input type="radio"/> Geologia <input checked="" type="radio"/> Solos	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
3	<input type="radio"/> Geologia <input checked="" type="radio"/> Uso Terra	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input checked="" type="radio"/> 9
4	<input type="radio"/> Geomorfologia <input checked="" type="radio"/> Solos	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
5	<input type="radio"/> Geomorfologia <input checked="" type="radio"/> Uso Terra	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input checked="" type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
6	<input type="radio"/> Solos <input checked="" type="radio"/> Uso Terra	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input checked="" type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
CR = 8.6% OK			
<input type="button" value="Calculate"/>		<input type="button" value="Download_(.csv)"/> <input type="checkbox"/> dec. comma	



# Exercício 11

## Análise Espacial – AHP Multicritério

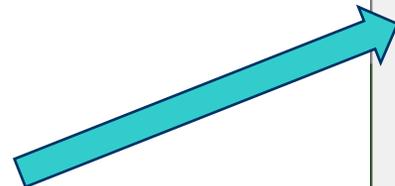


### Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons:

Cat		Priority	Rank	(+)	(-)
1	Geologia	4.4%	4	2.1%	2.1%
2	Geomorfologia	9.5%	3	2.1%	2.1%
3	Solos	15.4%	2	5.3%	5.3%
4	Uso Terra	70.7%	1	33.0%	33.0%

Não Normalizar



Operações Aritméticas

Camada:  ... Banda:

*Vulnerabilidade\_Uso\_Terra.tif:0 \* 0.707 +  
Vulnerabilidade\_Solos.tif:0 \* 0.154 +  
Vulnerabilidade\_Geomorfologia.tif:0 \* 0.095 +  
Vulnerabilidade\_Geologia.tif:0 \* 0.044*

sqrt ( ) 7 8 9 / CE  
sin asin ^ 4 5 6 \* C  
cos acos log 1 2 3 -  
tan atan ln 0 . +- +

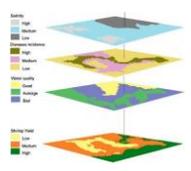
Normalizar

Saida

Repositório:  
 ...

Nome da Camada:

Ajuda OK Cancelar



# Exercício 11

## Análise Espacial – AHP Multicritério



### Priorities

These are the resulting weights for the criteria based on your pairwise comparisons:

Cat		Priority	Rank	(+)	(-)
1	Geologia	4.4%	4	2.1%	2.1%
2	Geomorfologia	9.5%	3	2.1%	2.1%
3	Solos	15.4%	2	5.3%	5.3%
4	Uso Terra	70.7%	1	33.0%	33.0%

Calculadora Raster

**Bandas raster**

- ETM\_Comp\_345\_WGS84@1
- Vulnerabilidade\_Geologia@1
- Vulnerabilidade\_Geomorfologia@1
- Vulnerabilidade\_Solos@1
- Vulnerabilidade\_Uso\_Terra@1

**Camada resultado**

Camada de saída: co\_Caragua\SAIDA

Formato de saída: GeoTIFF

Extensão da camada selecionada:

X min: 424249.00000 X max: 474529.00000

Y min: 7369523.00000 Y max: 7405223.00000

Colunas: 5028 Linhas: 3570

SRC de saída: EPSG:29193 - SAD

Adicionar resultado ao projeto

**Operadores**

+ \* rquad cos sen tan log10 (

- / ^ acos asen atan ln )

< > = != <= >= AND OR

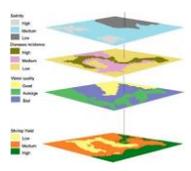
abs Mín max

**Calculadora de expressão raster**

"Vulnerabilidade\_Uso\_Terra@1" \* 0.707 + "Vulnerabilidade\_Solos@1" \* 0.154 + "Vulnerabilidade\_Geomorfologia@1" \* 0.095 + "Vulnerabilidade\_Geologia@1" \* 0.0044

Expressão válida

OK Cancel Help

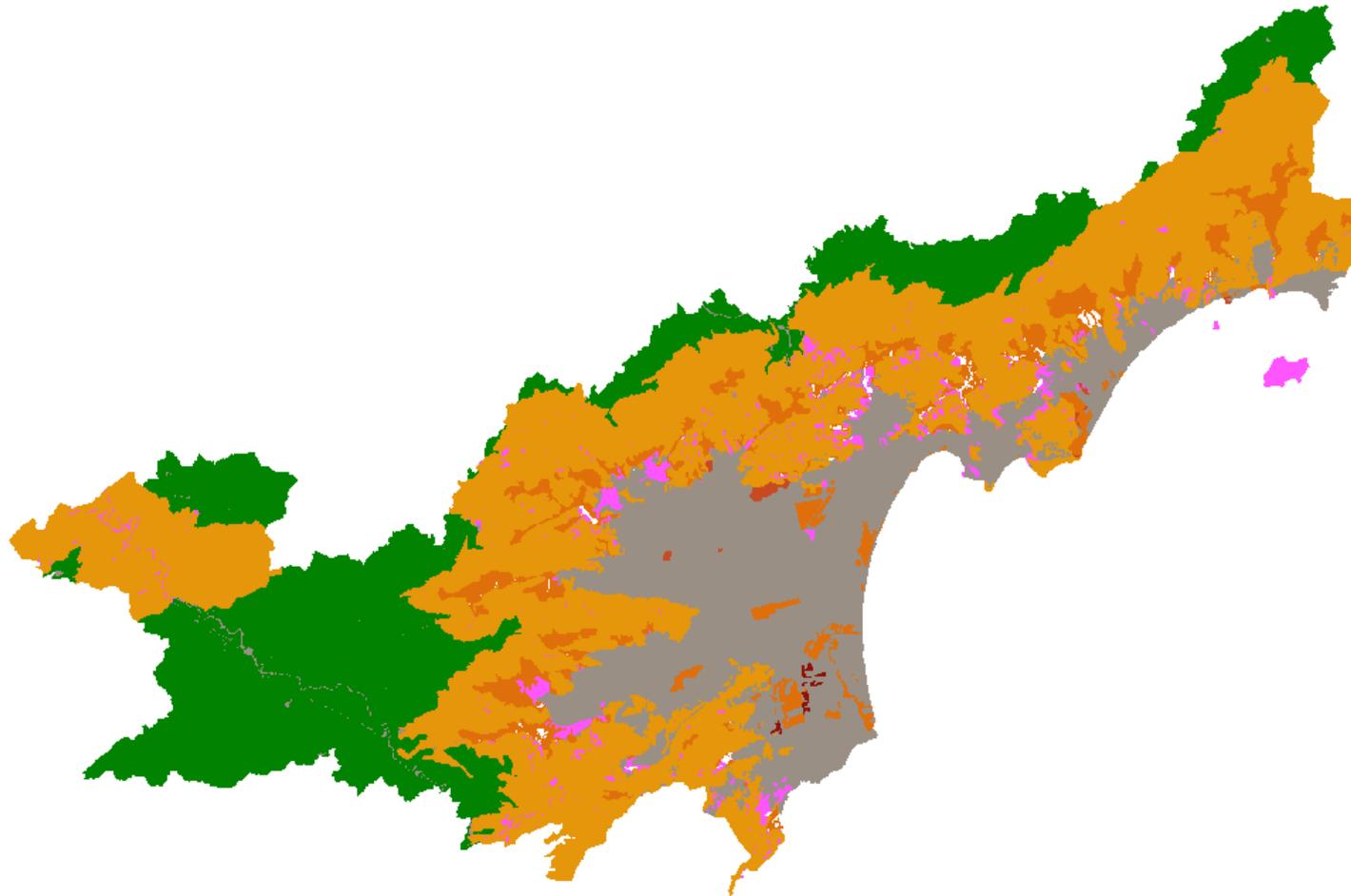


# Exercício 11

## Análise Espacial – AHP Multicritério



- Vulnerabilidade Total

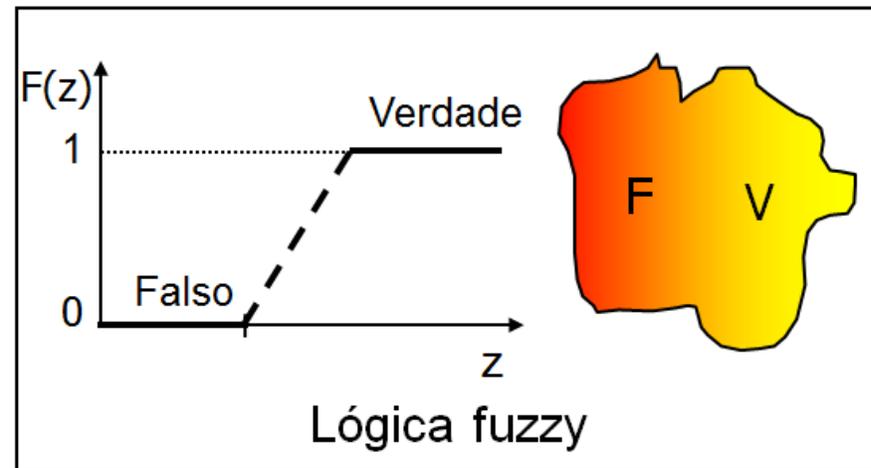
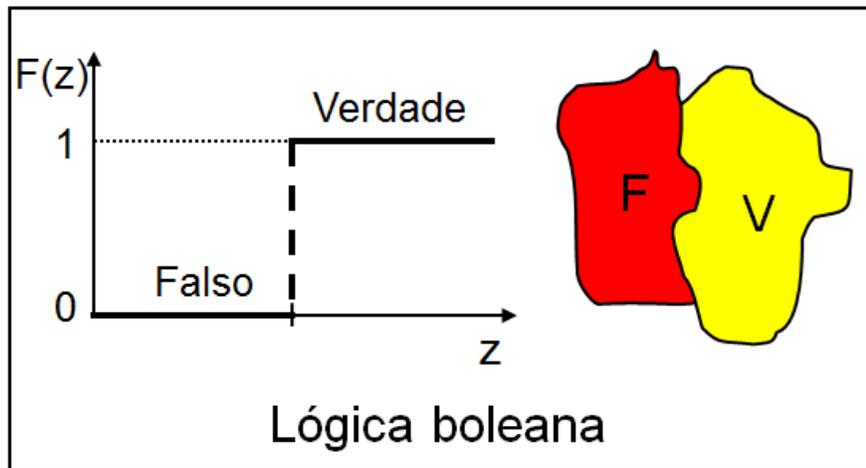


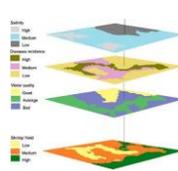
- Vulnerabilidade\_total.tif
- Estilo de visualização
  - Regra Padrão
  - Categorização
    - 1 - 0.3
    - 0.3 - 0.6
    - 0.6 - 0.9
    - 0.9 - 1.2
    - 1.2 - 1.5
    - 1.5 - 1.8
    - 1.8 - 2.1
    - 2.1 - 2.4
    - 2.4 - 2.7
    - 2.7 - 3

# Lógica Fuzzy

Introduzida por Lofti Zadeh nos anos 60, como um meio de modelar incertezas da linguagem natural.

A lógica fuzzy é uma extensão da lógica Booleana, que tem sido estendida para manipular o conceito de “verdade parcial”, isto é, valores compreendidos entre “completamente verdadeiro” e “completamente falso”.





# Lógica Fuzzy

---

Um conjunto fuzzy  $S$  é definido como:  $Z : S = (z, F(z))$

em que:

$Z$ : é referido como o “universo de discurso” para o subconjunto fuzzy  $S$ ;

$S$ : é o conjunto fuzzy em  $Z$ , expresso pelos pares ordenados  $[z, F(z)]$ ;

$z$ : é um elemento do conjunto  $Z$  (primeiro elemento do par ordenado);

$F(z)$ : é uma função que mapeia  $z$  em  $S$ , variando de 0 a 1 (segundo elemento do par ordenado). Estabelece o grau de verdade:

O valor zero (0) é usado para representar a condição de falsidade;

O valor um (1) é usado para representar a condição de verdade;

Valores intermediários são utilizados para representar o grau de verdade.

# Lógica Fuzzy

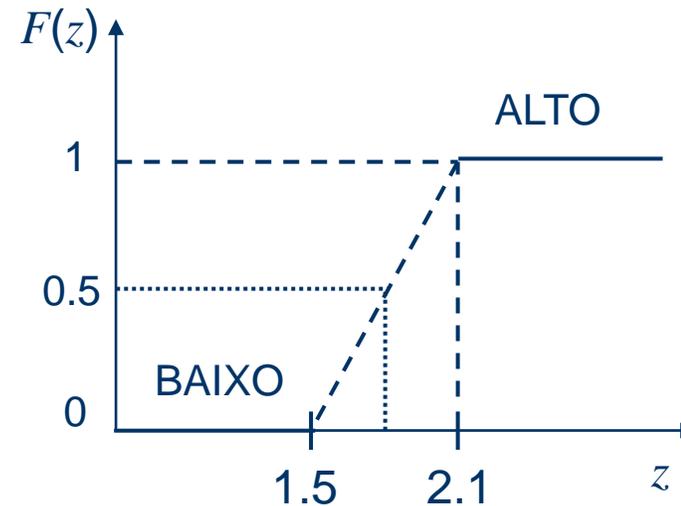
**Exemplo:** Pessoas e alturas.

$$Z : S = (z, F(z))$$

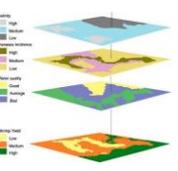
Neste caso, o conjunto  $Z$  (universo de discurso) são as pessoas.

Seja  $S$  um conjunto fuzzy ALTO, que responderá a pergunta: a que grau uma pessoa " $z$ " é alta?

$$F(z) = \begin{cases} 0 & \text{se } z \leq 1.5 \\ (z - 1.5) / 0.6 & \text{se } 1.5 < z < 2.1 \\ 1 & \text{se } z \geq 2.1 \end{cases}$$

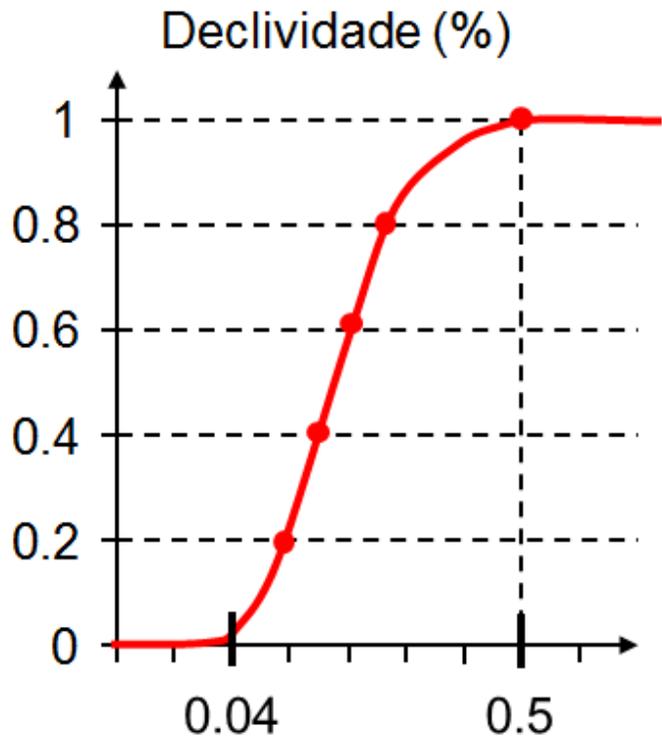


Expressão como " $S$  está em  $Z$ " pode se interpretada como grau de verdade, por exemplo, "João é ALTO" = 0.38



# Lógica Fuzzy

## Outro exemplo



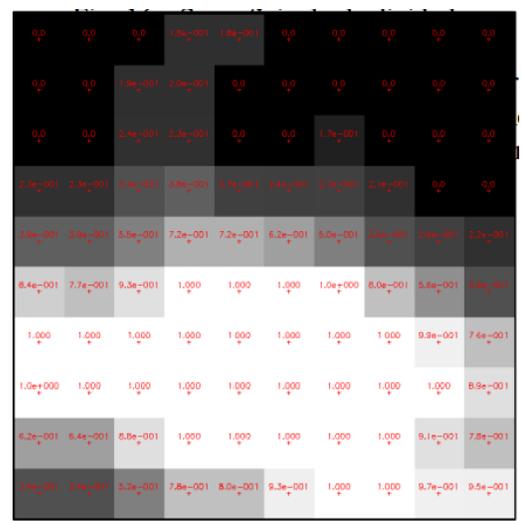
$$F(z) = 0$$

$$\text{se } z \leq 0.04$$

$$F(z) = 1/[1 + 0.025(z - 50)^2] \text{ se } 0.04 < z < 0.50$$

$$F(z) = 1$$

$$\text{se } z \geq 0.50$$



Caso Fuzzy



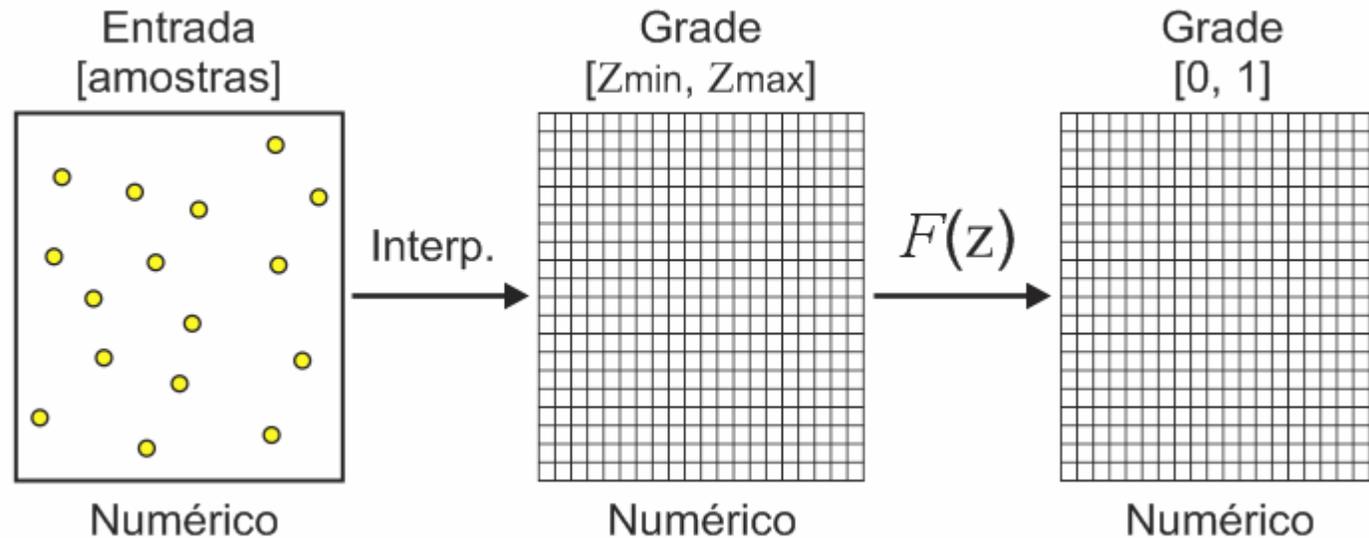
Caso Booleano

# Lógica Fuzzy

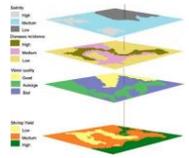
## Na prática:

Realizar mapeamento para espaço  $[0,1]$

- determinação de valores limites (mínimo e máximo)
- estabelecer função de transformação: linear, quadrática, sigmóide, etc.

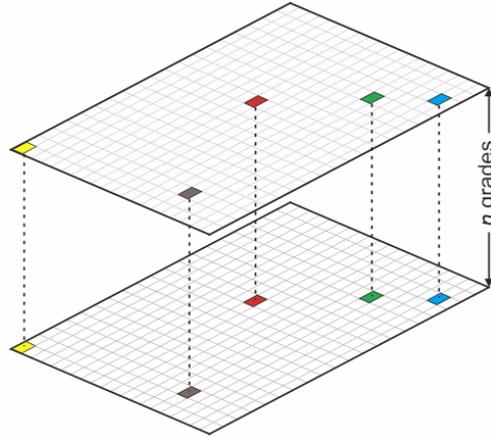


# Lógica Fuzzy: operadores



## Operadores AND e OR:

**AND:**  $g_f = \text{Min} (g_1, g_2, \dots, g_n)$



**OR:**  $g_f = \text{Max} (g_1, g_2, \dots, g_n)$

$\mu_A$		
0,75	0,60	0,30
0,70	0,55	0,00
0,65	0,40	1,00

$\mu_B$		
0,50	0,65	0,40
0,75	0,55	0,20
0,60	0,40	0,00

$\mu_{\text{combinação}}$		
0,50	0,60	0,30
0,70	0,55	0,00
0,60	0,40	0,00

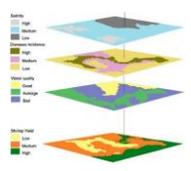
$\mu_A$		
0,75	0,60	0,30
0,70	0,55	0,00
0,65	0,40	1,00

$\mu_B$		
0,50	0,65	0,40
0,75	0,55	0,20
0,60	0,40	0,00

$\mu_{\text{combinação}}$		
0,75	0,65	0,40
0,75	0,55	0,20
0,65	0,40	1,00

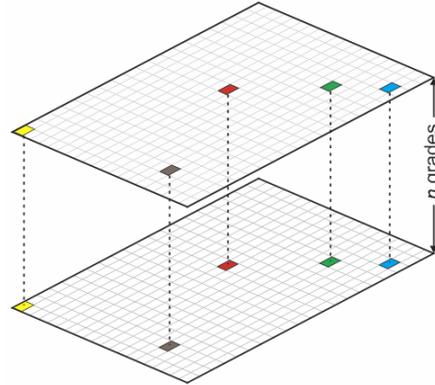
O valor de pertinência numa localização é limitado pelo mapa mais apropriado que controla o resultado da saída.

# Lógica Fuzzy: operadores



## Operador Produto Algébrico:

$$g_f = \prod_{i=1}^n g_i = g_1 \cdot g_2 \cdot g_3 \cdot \dots \cdot g_n$$



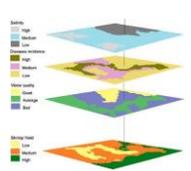
$\mu_A$		
0,75	0,60	0,30
0,70	0,55	0,00
0,65	0,40	1,00

$\mu_B$		
0,50	0,65	0,40
0,75	0,55	0,20
0,60	0,40	0,00

$\mu_{\text{combinação}}$		
0,375	0,39	0,12
0,525	0,3025	0,00
0,39	0,16	0,00

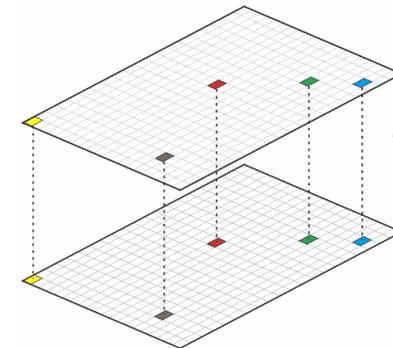
O valor dessa função combinada  $g_f$  tende a ser muito pequeno, produto de valores entre 0 e 1. A saída é sempre menor que a menor contribuição.

# Lógica Fuzzy: operadores



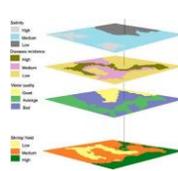
## Operador Soma Algébrica:

$$g_f = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - g_i) = 1 - [(1 - g_1) \cdot (1 - g_2) \cdot \dots \cdot (1 - g_n)]$$



$1 - \mu_A$	$1 - \mu_B$	$\prod_{i=1}^2 (1 - \mu_i)$	$\mu_{\text{combinação}}$
0,25	0,50	0,125	0,875
0,40	0,35	0,140	0,86
0,70	0,60	0,42	0,58
0,30	0,25	0,075	0,925
0,45	0,45	0,2025	0,797
1,00	0,80	0,80	0,80
0,35	0,40	0,140	0,86
0,60	0,60	0,360	0,64
0,00	1,00	0,00	1,00

O resultado é sempre maior ou igual ao maior valor de pertinência, por exemplo, a soma algébrica entre 0.75 e 0.5 =  $1 - (1 - 0.75) \cdot (1 - 0.5) = 0.875$ .



# Lógica Fuzzy: operadores

---

## Operador Gama

$$g_f = (\text{Soma Algébrica})^\gamma \cdot (\text{Produto Algébrico})^{1-\gamma}$$

$\gamma$  é escolhido entre 0 e 1.

Se  $\gamma = 1$  prevalece a Soma Algébrica Fuzzy

Se  $\gamma = 0$  predomina o Produto Algébrico Fuzzy

**Exemplo:** numa combinação entre 0.75 e 0.5

Se  $\gamma = 0.95$ , mais soma e menos produto,  $g_f = 0.839$

Se  $\gamma = 0.7 \Rightarrow g_f = 0.679$ . Resultado fica entre 0.75 e 0.5

Se  $\gamma = 0.1$ , menos soma e mais produto,  $g_f = 0.408$

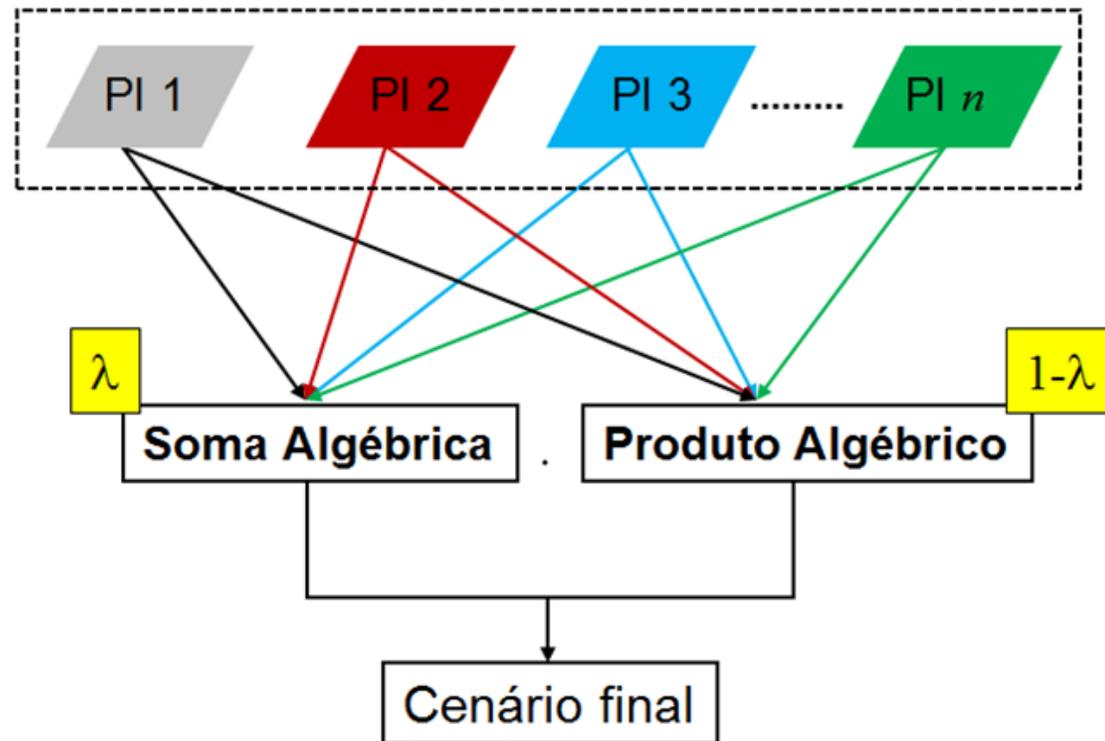
Uma escolha judiciosa de  $\gamma$  produz valores de saída que representam um compromisso entre as tendências crescentes da soma algébrica fuzzy e os efeitos decrescentes do produto algébrico fuzzy.

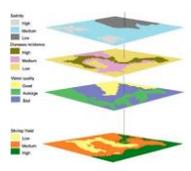
# Lógica Fuzzy: operadores

## Operador Gama uma visão prática em SIG

$$g_f = (\text{Soma Algébrica})^\gamma \cdot (\text{Produto Algébrico})^{1-\gamma}$$

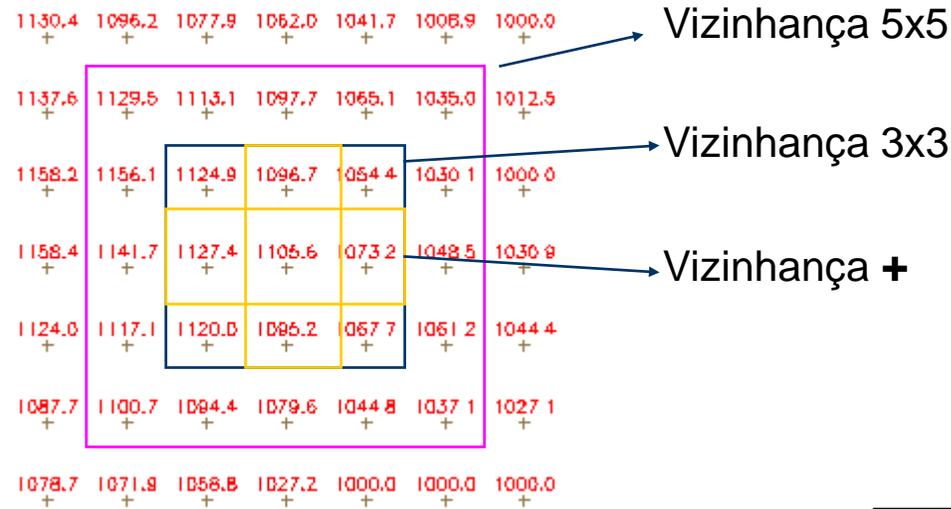
Entrada: PI's com a mesma ordem de grandeza [0,1]





# Operações Locais

- Matriz resultante é obtido através do valor em um ponto e mais um conjunto de pontos em uma vizinhança específica.



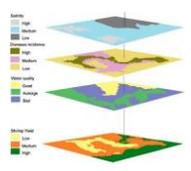
- Exemplos:
  - Mínimo, máximo, médio e moda
  - Filtros para dados de SR
  - Interpoladores espaciais para MNT
  - Mapas de declividade e exposição para MNT
  - Índices de Diversidade para Temáticos

0	0	0	0	0	0	0
0	60	113	56	139	85	0
0	73	121	54	84	128	0
0	131	99	70	129	127	0
0	80	57	115	69	134	0
0	104	126	123	95	130	0
0	0	0	0	0	0	0

Kernel

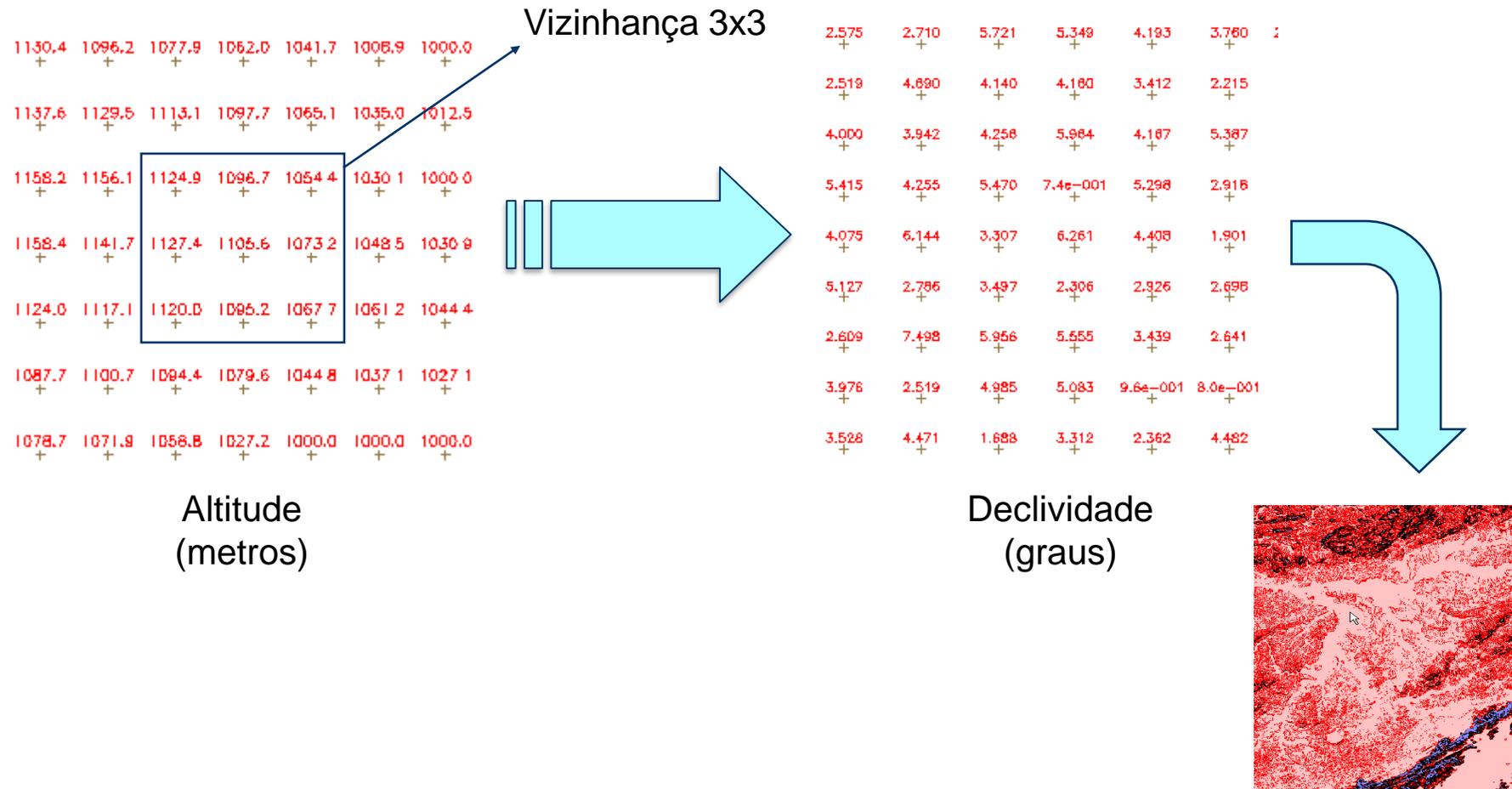
0	-1	0
-1	5	-1
0	-1	0

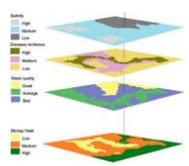
114				



# Operações Locais

- Mapa de declividade – cálculo realizado a partir dos valores de altitude dos vizinhos



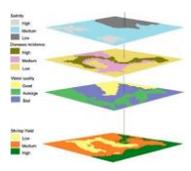


# Geocampos: Operações Zonais

---

## Operações sobre geocampos numéricos

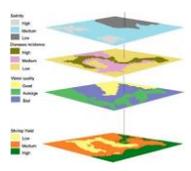
- As restrições espaciais são fornecidas por um mapa vetorial
- Ligação dados físicos-bióticos e socioeconômicos
- Exemplos:
  - Média, máximo, mínimo e desvio padrão
  - Índice de variedade



# Geocampos: Operações Zonais

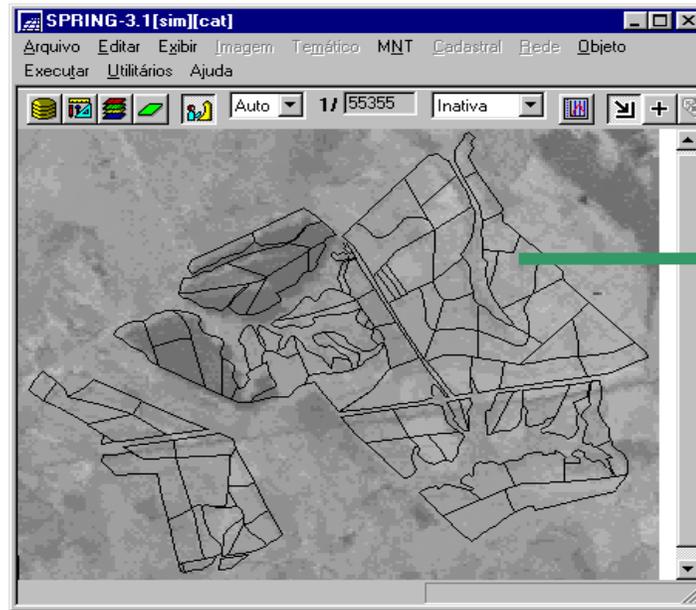
- Dados os mapas de solos e de declividade, calcule a declividade máxima por tipo de solo





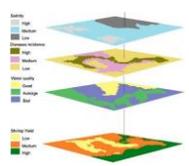
# Operações sobre geocampos e geo-objetos

- Atualização com operações zonais.



Atualização de atributos de talhões de cultura com valores médios de níveis de cinza de uma imagem

	SAFRA	SETOR	FAZENDA	BLOCO	TALHAO	GRUPO	AREA T	AREA MUDAS
1	95	0001	0001	0001	0063	PROPRIA	6.49	0.00000000
2	95	0001	0001	0001	0064	PROPRIA	1.67	0.00000000
3	95	0001	0001	0001	0065	PROPRIA	2.25	0.00000000
4	95	0001	0001	0001	0095	PROPRIA	2.37	0.00000000
5	95	0001	0001	0001	0096	PROPRIA	2.27	0.00000000
6	95	0001	0001	0001	0097	PROPRIA	4.31	0.00000000
7	95	0001	0001	0001	0098	PROPRIA	10.26	0.00000000
8	95	0001	0001	0002	0055	PROPRIA	6.85	0.00000000
9	95	0001	0001	0002	0056	PROPRIA	4.79	0.00000000
10	95	0001	0001	0002	0057	PROPRIA	2.30	0.00000000
11	95	0001	0001	0002	0058	PROPRIA	2.13	0.00000000
12	95	0001	0001	0002	0059	PROPRIA	2.15	0.00000000
13	95	0001	0001	0002	0060	PROPRIA	1.50	0.00000000
14	95	0001	0001	0002	0061	PROPRIA	3.53	0.00000000
15	95	0001	0001	0002	0062	PROPRIA	0.73	0.00000000
16	95	0001	0001	0003	0045	PROPRIA	7.02	0.00000000
17	95	0001	0001	0003	0046	PROPRIA	5.61	0.00000000
18	95	0001	0001	0003	0047	PROPRIA	5.03	0.00000000
19	95	0001	0001	0003	0048	PROPRIA	3.70	0.00000000
20	95	0001	0001	0003	0049	PROPRIA	4.45	0.00000000



# Operações sobre geocampos e geo-objetos

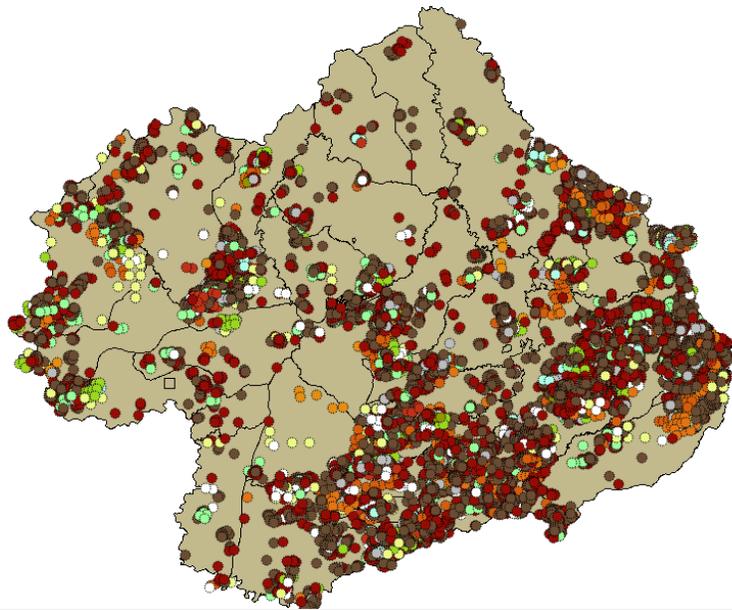
---

- Espacialização de um atributo de um objeto gerando um geocampo
- Exemplo: Mapa de Unidades de paisagem possuem atributos como geomorfologia, tipos de solos, geologia e vegetação
- Tipo de solo foi espacializado gerando um geocampo

# Exercício 12



“Quais os três setores do tipo rural de Niquelândia com maior número de ocorrências de queimadas no ano de 2019 para o satélite de referência (AQUA\_M-T) ?”.



	fid	id1	cd_geocodi	tipo	cd_geocodb	fid_total_values	nm_bairro
10	11	503151	521460610000004	RURAL		42.000000	
11	8	503163	521460615000005	RURAL		36.000000	
12	14	503154	521460610000007	RURAL		33.000000	
13	43	503137	521460605000031	RURAL		26.000000	
14	2	503168	521460625000002	RURAL		22.000000	
15	9	503164	521460615000006	RURAL		22.000000	
16	12	503152	521460610000005	RURAL		20.000000	

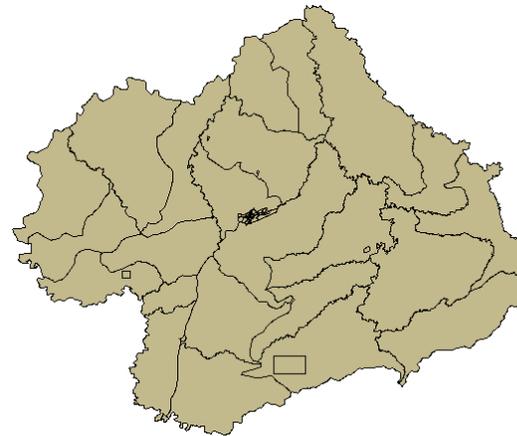
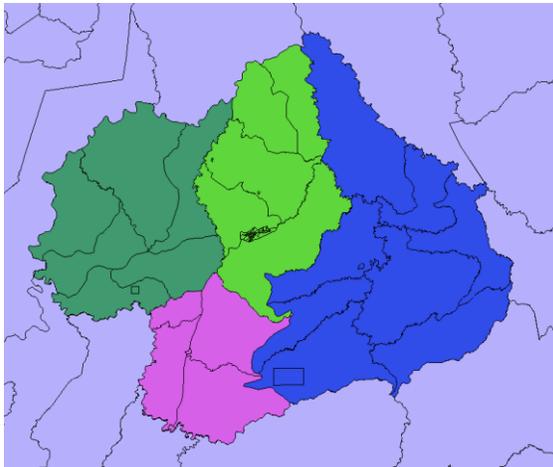
## Exercício 12 - Parte A



- Mapa de setores do município de Niquelândia – GO no site do IBGE
  - <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>

- ↓ 52146060500.zip
- ↓ 52146061000.zip
- ↓ 52146061500.zip
- ↓ 52146062500.zip

- Mesclar as 4 camadas e uma única camada.



- setor\_52146062500**
- setor\_52146061500**
- setor\_52146061000**
- setor\_52146060500**
- setores\_niquelandia**

# Exercício 12 - Parte B



- Mapa dos focos que queimadas do município de Niquelândia – GO no site do INPE

– <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/>

FILTRAR no site por Países = Brasil, Estados = GOIÁS e Municípios = NIQUELÂNDIA – GOIÁS.

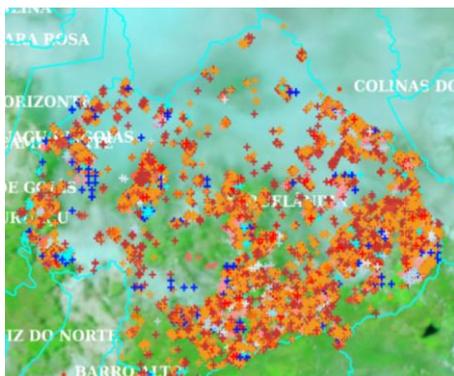
- Para focos do ano de 2019, digite em:

- Data /Hora Início – UTC : 2019/01/01

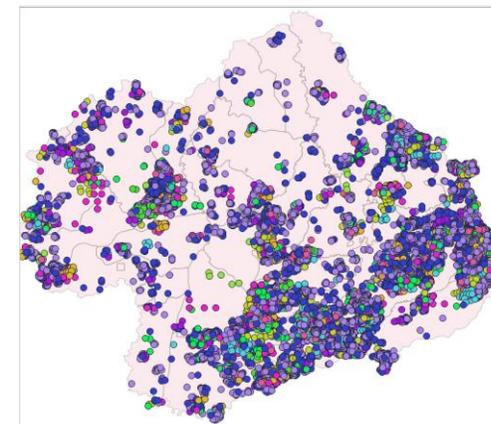
- Data /Hora Fim – UTC : 2019/12/31

- Para satélite escolha TODOS

- focos\_inpe\_niquelandia**
  - AQUA\_M-M
  - AQUA\_M-T
  - GOES-16
  - METOP-B
  - MSG-03
  - NOAA-15
  - NOAA-18
  - NOAA-18D
  - NOAA-19
  - NOAA-19D
  - NOAA-20
  - NPP-375
  - TERRA\_M-M
  - TERRA\_M-T
- setores\_niquelandia**



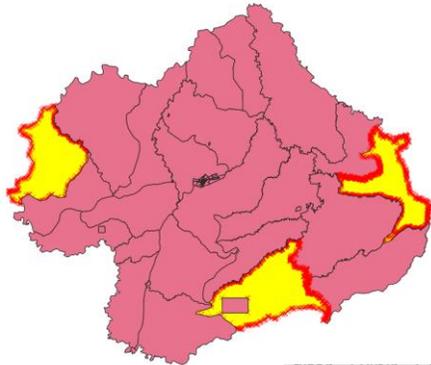
- Salvar em uma camada somente o satélite 'AQUA\_M-T'.



# Exercício 12 - Parte C



- Cruzar mapa de setores com focos para armazenar a contagem de focos por setores e realizar consulta a tabela.



- Operação de interseção geométrica entre polígonos de setores e pontos de focos.

Contagem :: Feições de totais: 66, filtrado: 66, selecionado: 3

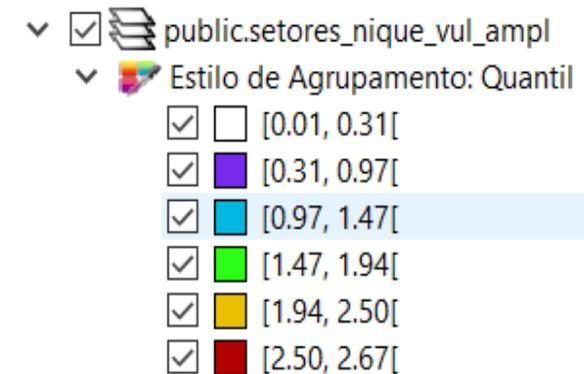
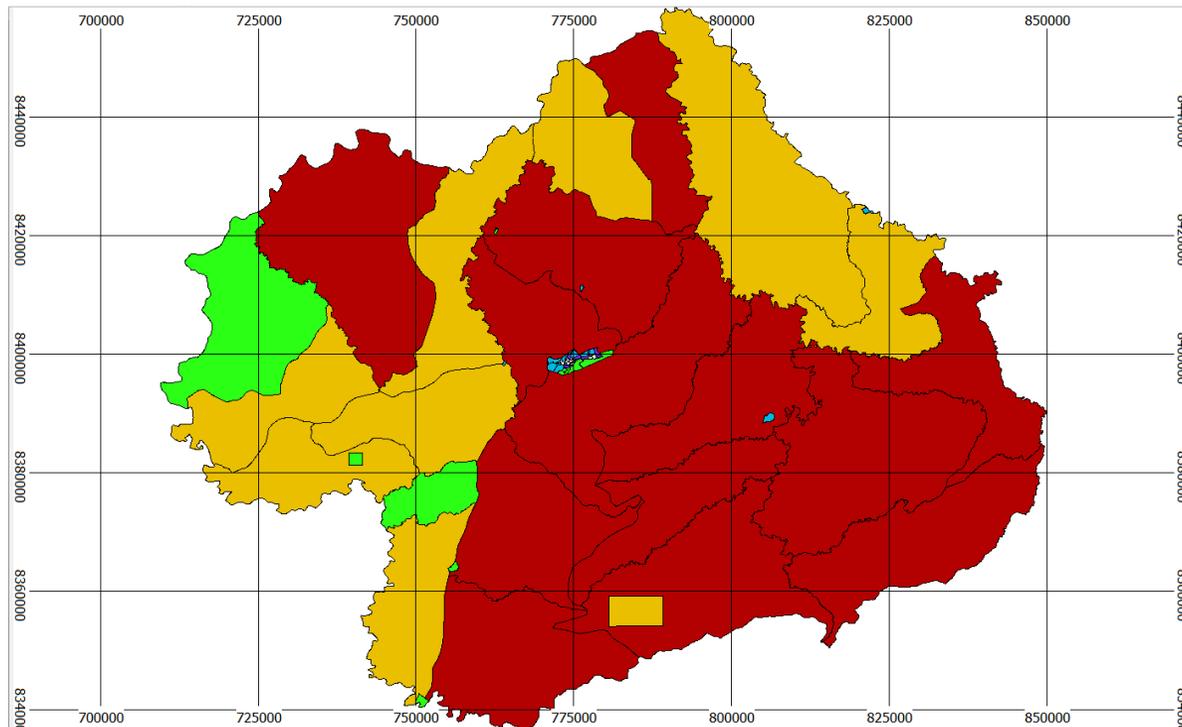
	id	id1	cd_geocodi	tipo	geoccn_bair	cd_geocodd	nm_distrit	geocc	nm_subdist	d_geocodr	nm_municip	nm_meso	n_mic	layer	path	num_focos_rel		
1	45	4	503151	521460610000004	RURAL	NULL	NULL	521460610	SÃO LUIZ DO TOCANTINS	521...	SÃO LUIZ DO TOCANTINS	5214606	NIQUELÂNDIA	NORTE ...	PO...	set...	db...	42
2	54	2	503163	521460615000005	RURAL	NULL	NULL	521460615	TUPIRAÇABA	521...	TUPIRAÇABA	5214606	NIQUELÂNDIA	NORTE ...	PO...	set...	db...	36
3	48	7	503154	521460610000007	RURAL	NULL	NULL	521460610	SÃO LUIZ DO TOCANTINS	521...	SÃO LUIZ DO TOCANTINS	5214606	NIQUELÂNDIA	NORTE ...	PO...	set...	db...	33
4	11	15	503137	521460605000031	RURAL	NULL	NULL	521460605	NIQUELÂNDIA	521...	NIQUELÂNDIA	5214606	NIQUELÂNDIA	NORTE ...	PO...	set...	db...	26
5	55	3	503164	521460615000006	RURAL	NULL	NULL	521460615	TUPIRAÇABA	521...	TUPIRAÇABA	5214606	NIQUELÂNDIA	NORTE ...	PO...	set...	db...	22
6	62	2	503168	521460625000002	RURAL	NULL	NULL	521460625	VILA TAVEIRA	521...	VILA TAVEIRA	5214606	NIQUELÂNDIA	NORTE ...	PO...	set...	db...	22

# Exercício 13

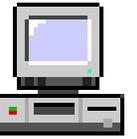


“Criar uma mapa que mostre potencial de erosão do solo em cada setor censitário de Niquelândia-GO em função da vulnerabilidade de uso do solo e da amplitude topográfica”  
segunda a relação:

$$((\textit{amplitude topográfica} * 3 / 785) + \textit{vulnerabilidade}) / 2$$

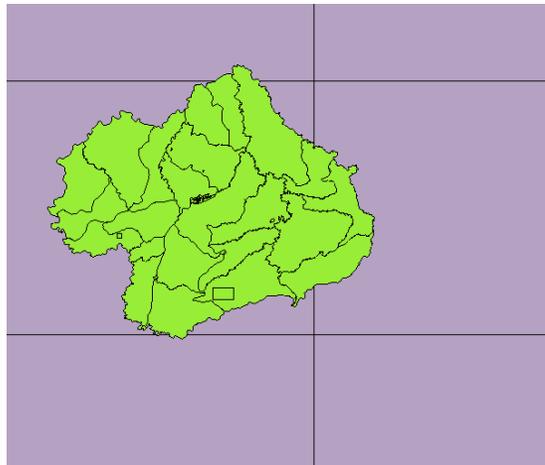


# Exercício 13

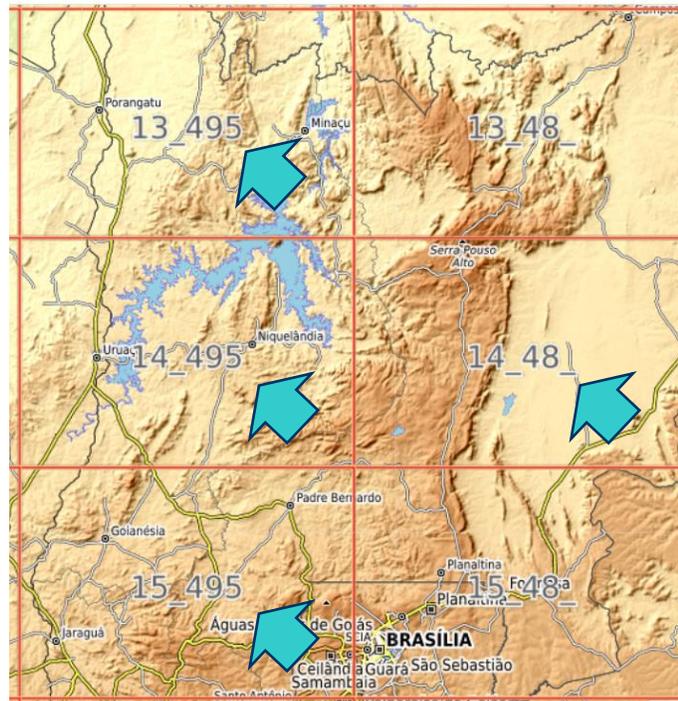


Os dados necessários são:

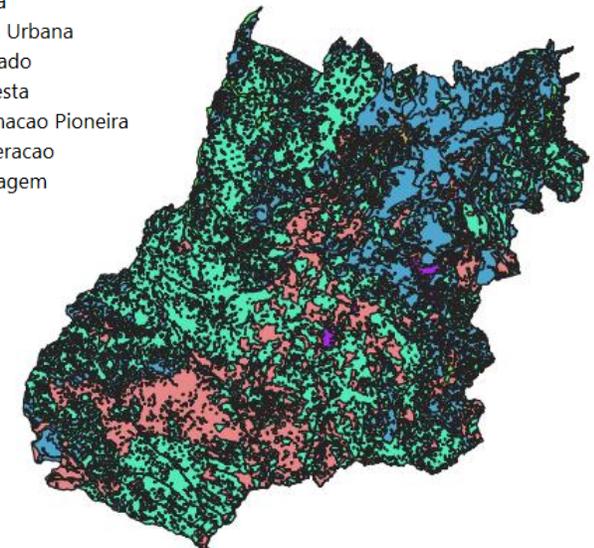
- Mapa de setores censitários (exercício 12).
- Mapa do modelo numérico de terreno (altitude) do SRTM de Niquelândia.
- Mapa de Uso do Solo (arquivo “**uso\_solo.shp**” disponível em:  
C:\Curso\_FGeo\Dados\Shape\GOIAS\Uso\_Solo\_CEIG )



Articulação da Bases do SRTM



- uso solo**
- ✓ Agricultura
  - ✓ Agua
  - ✓ Area Urbana
  - ✓ Cerrado
  - ✓ Floresta
  - ✓ Formacao Pioneira
  - ✓ Mineracao
  - ✓ Pastagem



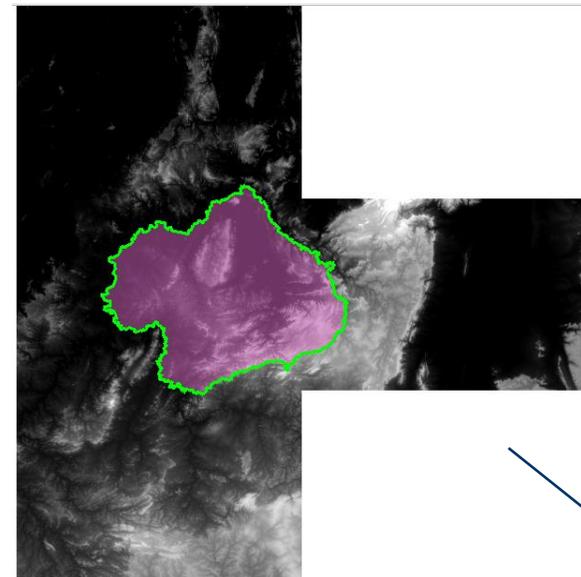
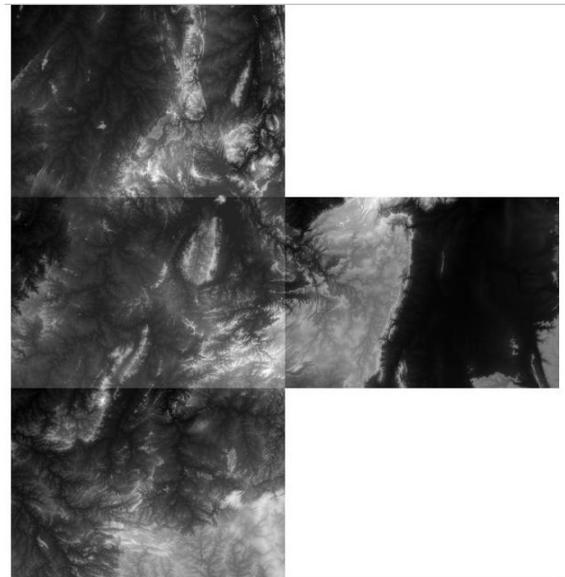
# Exercício 13



- Carregar os arquivos GeoTiff do SRTM e 4 camadas.
- Realizar o mosaico dos 4 arquivos (definir o valor nulo para demais áreas).

Camadas

- ✓ 15S495ZN  
495.314  
1453.41
- ✓ 14S495ZN  
299.899  
1336.7
- ✓ 14S48\_ZN  
421.275  
1651.37
- ✓ **13S495ZN**  
232.854  
1105.98

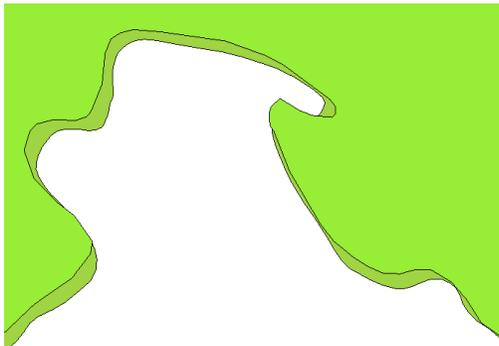


Área de valores nulo.

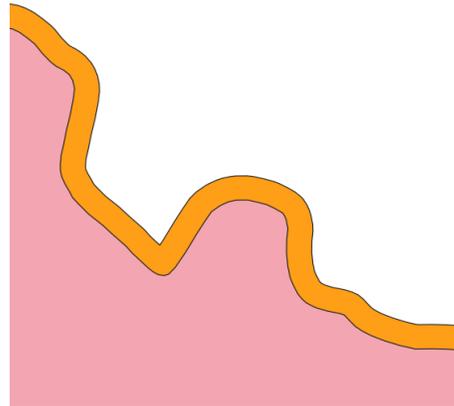
# Exercício 13



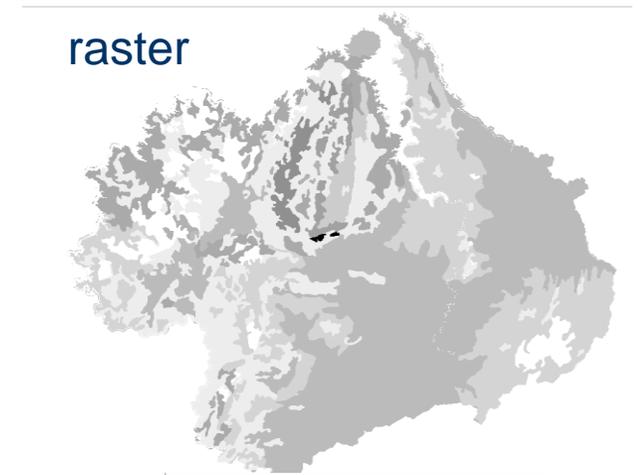
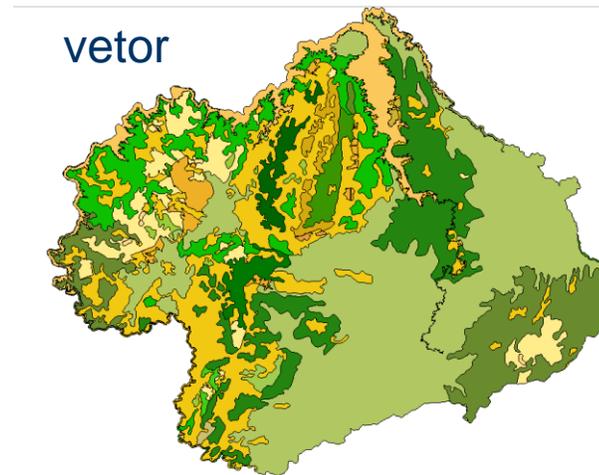
- Criar camada com o limite de Niquelândia-GO.
- Criar um buffer no limite do município e dissolver o buffer com a área interna criando um limite maior (isso será necessário pois o limite dos setores não coincide com do município).
- Converter para raster com o atributo de vulnerabilidade.



Limites não coincidem para recortar o mapa de uso do solo.



Limite interno e buffer



uso solo nique vul	
1.7	3

# Exercício 13

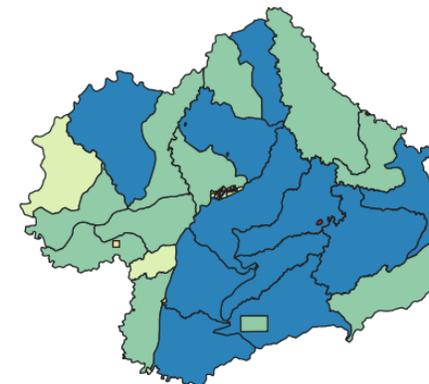
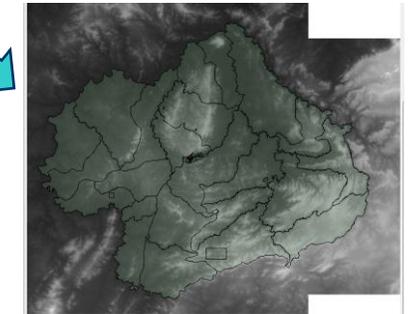


- Fazer uso de operadores zonais para:
  - Calcular a vulnerabilidade média de cada setor.
  - Calcular a altitude mínima, máxima e amplitude de cada setor.

- Crie um novo atributo para aplicar a equação entre as colunas da tabela de setores.

$$\left( \left( \text{"alt\_range"} * 3 / 785 \right) + \text{"vul\_mean"} \right) / 2$$

- Aplicar uma legenda sobre o novo atributo.



<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	setores nique vul ampl
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0 - 1.401
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.401 - 1.462
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.462 - 1.501
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.501 - 1.918
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.918 - 2.505
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2.505 - 2.66

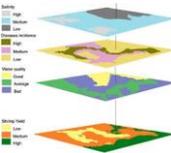
# Análise Geográfica

---



## Selecionar

- Visualizar, navegar, pesquisar



## Manipular

- Álgebra de mapas (Inferência espacial)
- Modelagem numérica e Processamento de imagens
- Operações Geométricas. Mapa de densidade



## Explorar

- Geoestatística
- Estatística espacial

Modelagem  
simples pode ser  
feita em SIG...



## Explicar

- Regressão espacial
- Estimacão
- Modelagem espaço-temporal

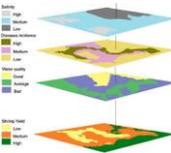
# Análise Geográfica

---



## Selecionar

- Visualizar, navegar, pesquisar



## Manipular

- Álgebra de mapas (Inferência espacial)
- Modelagem numérica e Processamento de imagens
- Operações Geométricas. Mapa de densidade



## Explorar

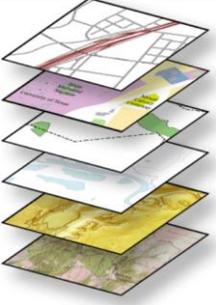
- Geoestatística
- Estatística espacial



## Explicar

- Regressão espacial
- Estimação
- Modelagem espaço-temporal

Modelagem em  
pacotes  
específicos...



# Análise Geográfica

Eymar Lopes - pesquisador



**Fim**