

Introdução à Geoinformática

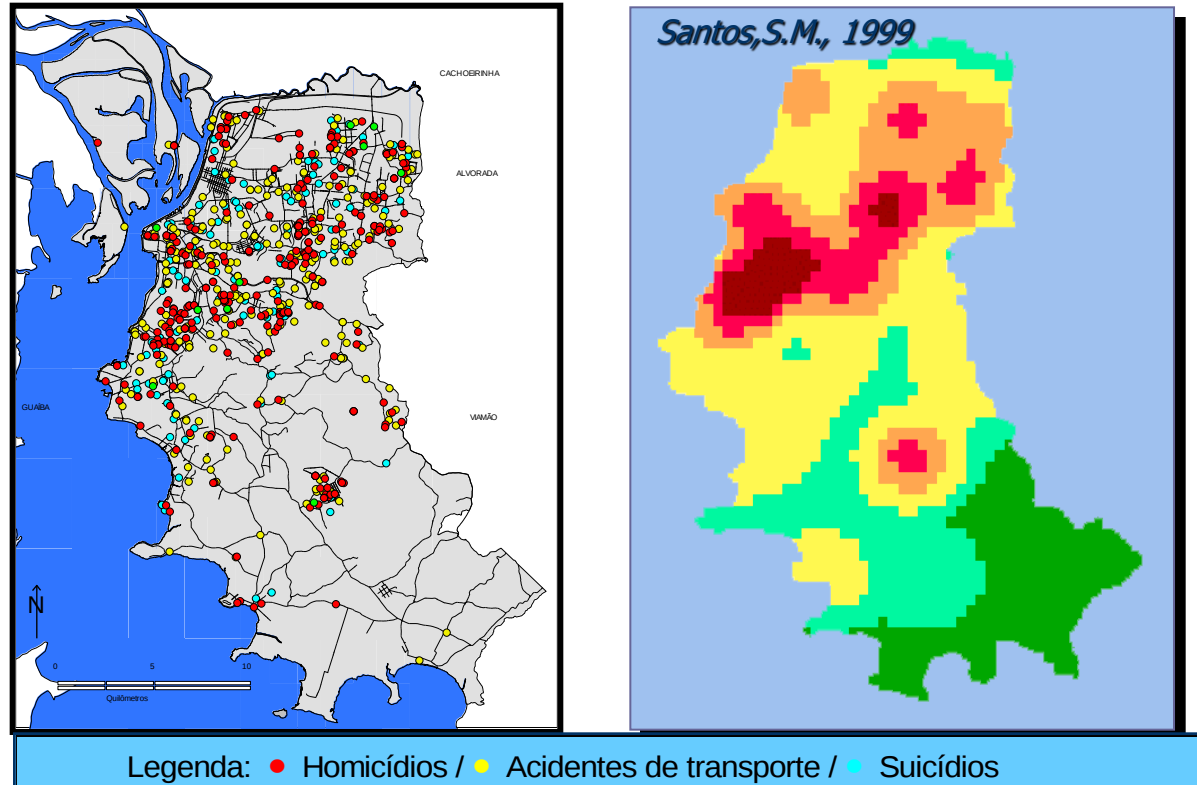
SER 300 & CAP 395

Aula 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

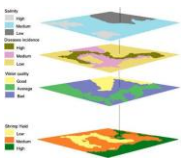
- SIG's podem fornecer ferramentas de análise espacial, além do armazenamento e visualização de dados geográficos.
- Um dos aspectos mais importantes do uso dos SIGs é em produzir novas informações a partir de um banco de dados geográficos.
- Vantagem do SIG: combinar vários dados espaciais de diferentes 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
- Estimação
- Modelagem espaço-temporal

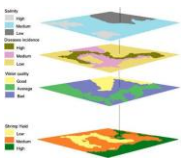
Análise Geográfica



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



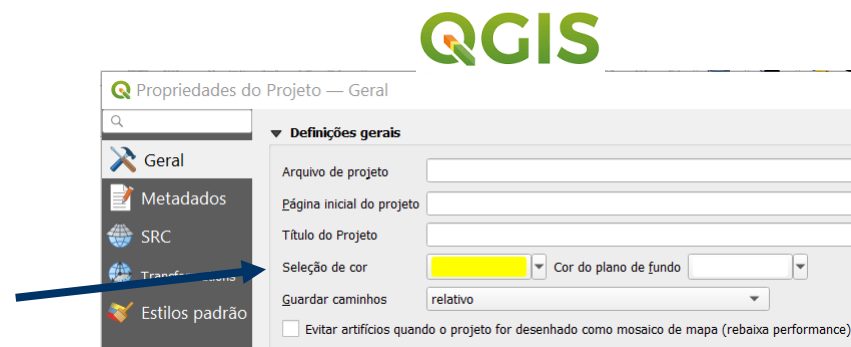
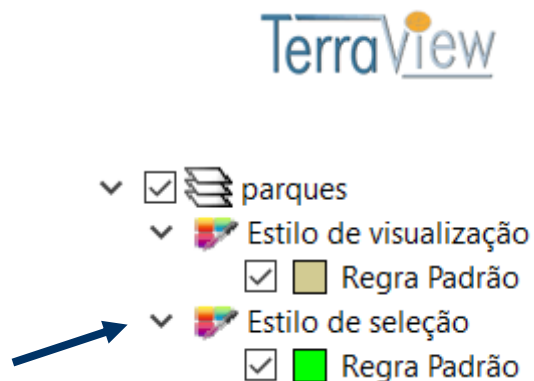
Explicar

- Regressão espacial
- Estimção
- 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)

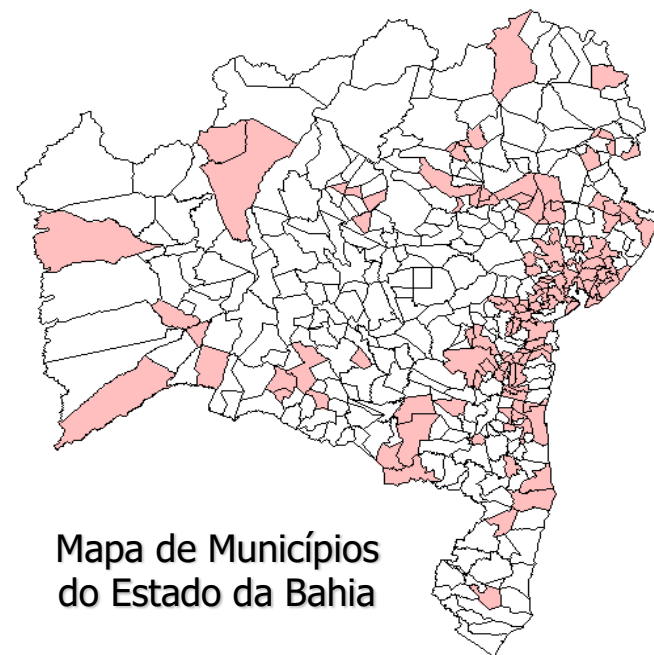




Seleção de Objetos

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/km²”.



Mapa de Municípios
do Estado da Bahia



Consulta baseada em atributos

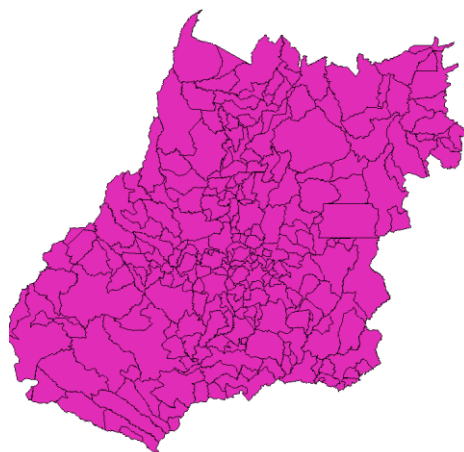
Como expressar critérios de seleção de objetos com base em seus atributos descritivos ?

- 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

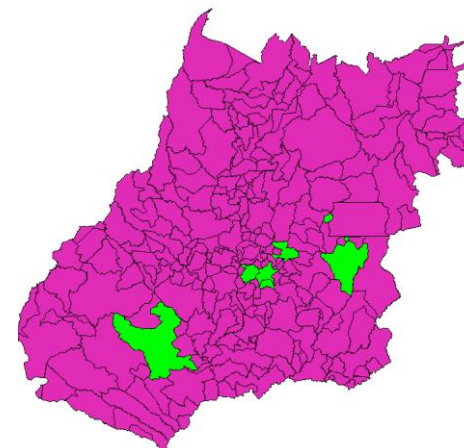


Consulta por Atributos

- 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. $2 \geq 3 : \underline{F}$ e $2 \geq 2 : \underline{V}$

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

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

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

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

Ferramenta de consulta

Configurar filtro de provedor em município

Campos

NOME
NOMEMESO
NOMEMICRO
ESTADO
NOME_ACEN
COD_IBGE
REG_PLANEJ
POPTOTAL08
POPTOTAL07
POPTOTAL06
POPTOTAL05

Valores

Buscar...

Amostra Tudo

☐ Usar camada não filtrada

Operadores

= < > LIKE % IN NOT IN
<= >= != ILIKE AND OR NOT

Provider Specific filter Expression

"NOMEMESO" = 'LESTE GOIANO' AND "POPTOTAL08" >= 10000

OK Testar Limpar Salvar... Carregar... Cancel Help

Selecionar por Expressão

município — Selecionar Por Expressão

Expressão Editor de Funções

Buscar... Mostrar ajuda

"NOMEMESO" = 'LESTE GOIANO' AND "POPTOTAL08" >= 10000

Matrizes

Operadores

-
%
*
/
[]
^
||
~
+
<
<=
<>
=
>
>=
AND
ILIKE
IN

operador >=

Compara dois valores e avalia para 1 se o valor da esquerda é maior ou igual do que o valor da direita.

Sintaxe

Exemplos

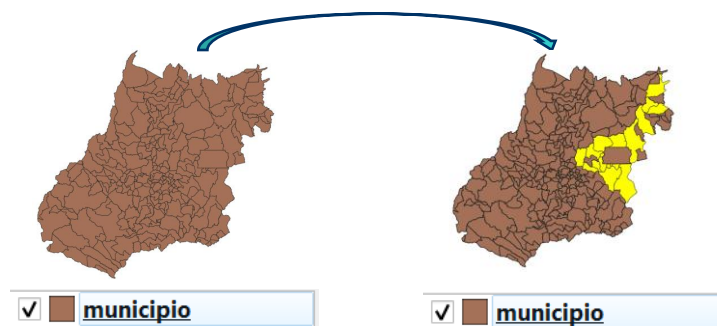
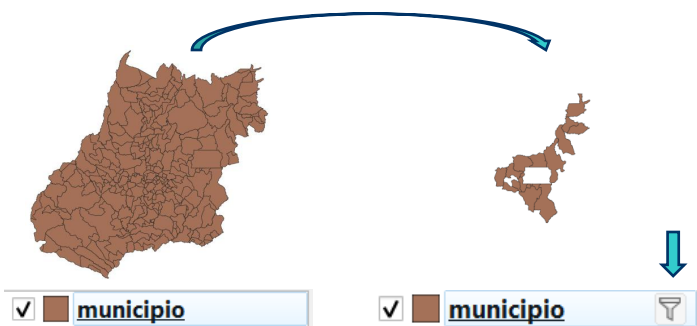
- 5 >= 4 → 1
- 5 >= 5 → 1
- 4 >= 5 → 0

Feição ABADIA DE GOIAS

Pré-visualização: 0

Help

Aproximar às feições Selecionar Feições Fechar





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

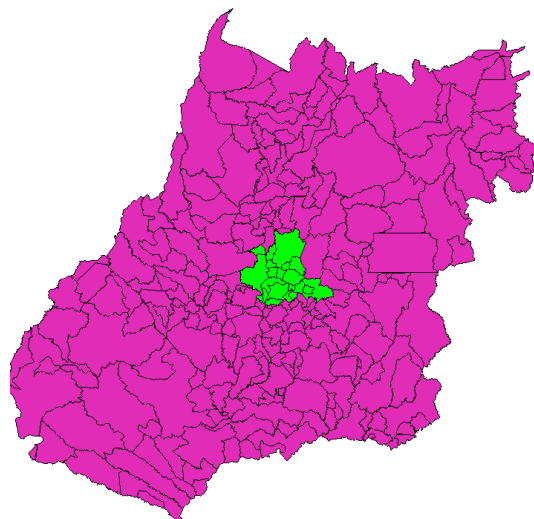
- Lógicos: maior ($>$), menor ($<$), maior ou igual ($>=$), menor ou igual ($<=$), igual ($=$) e diferente ($<>$).
- Semelhança: operador de semelhança para atributos do tipo texto (**LIKE**) incluindo o caractere “%”.
- Conectores lógicos: (**AND**), (**ISNULL**), (**NOT**) ou (**OR**).

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.



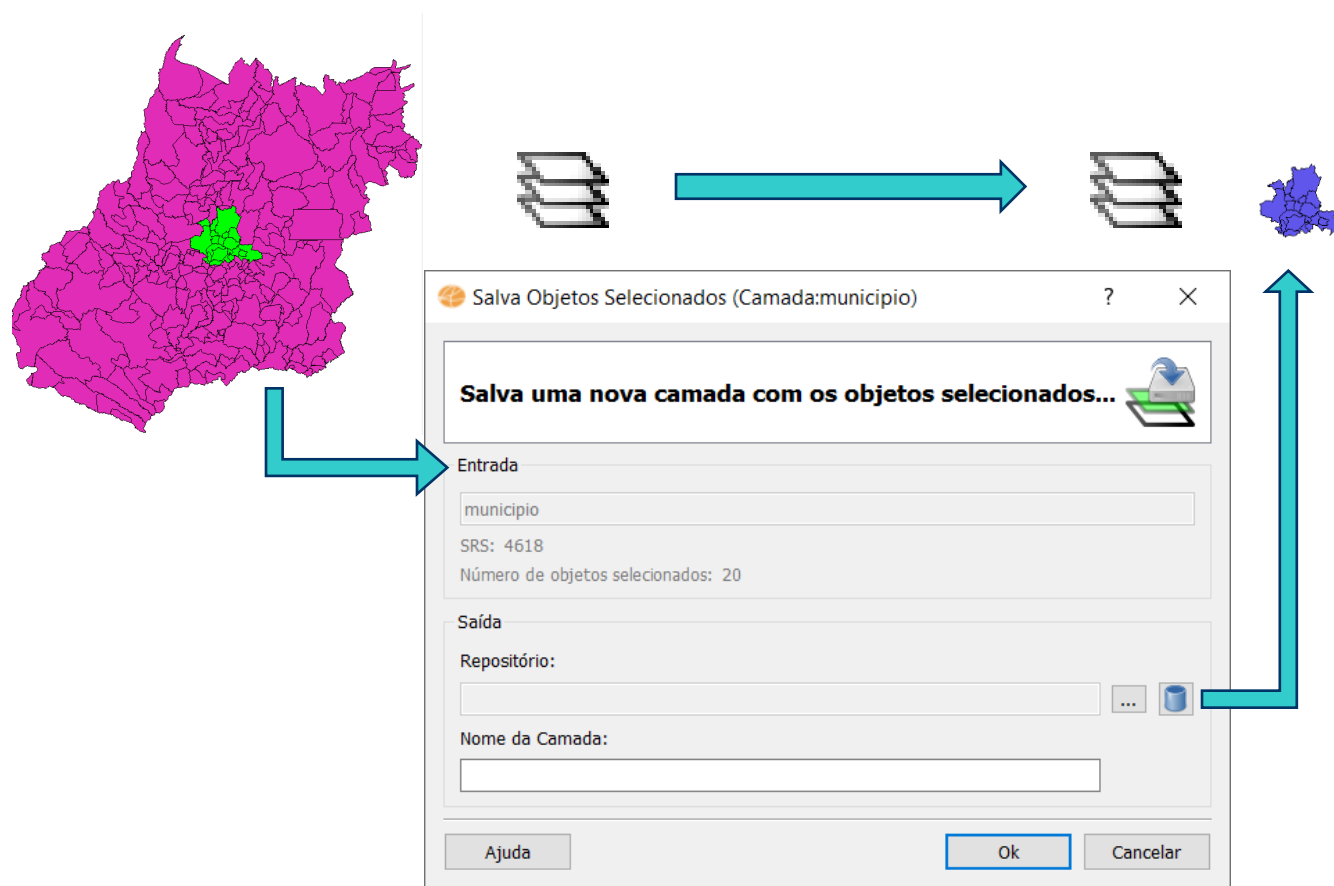


O que fazer com o resultado de uma consulta por atributos?

- Com o resultado pode-se:



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





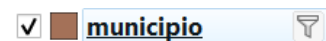
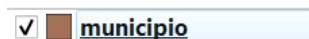
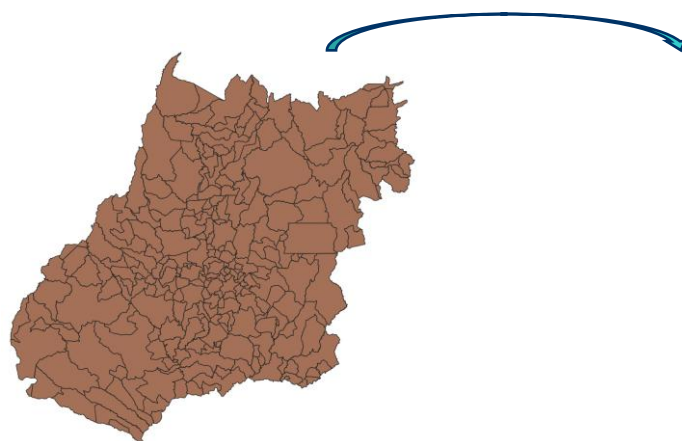
O que fazer com o resultado de uma consulta por atributos?



- Com o resultado pode-se:

- Manter **Camada Filtrada**

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

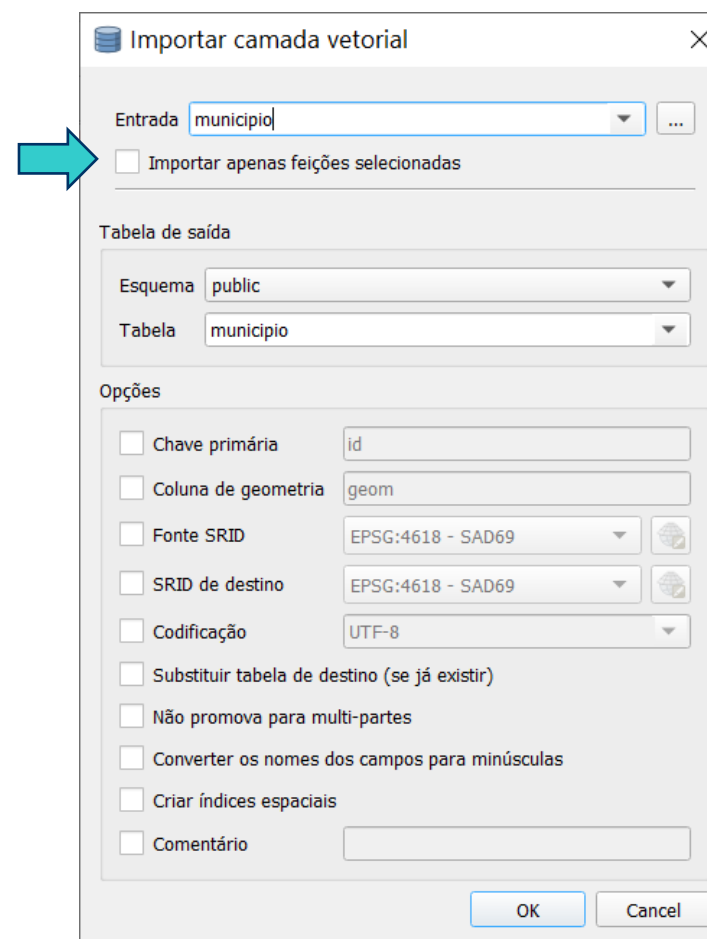
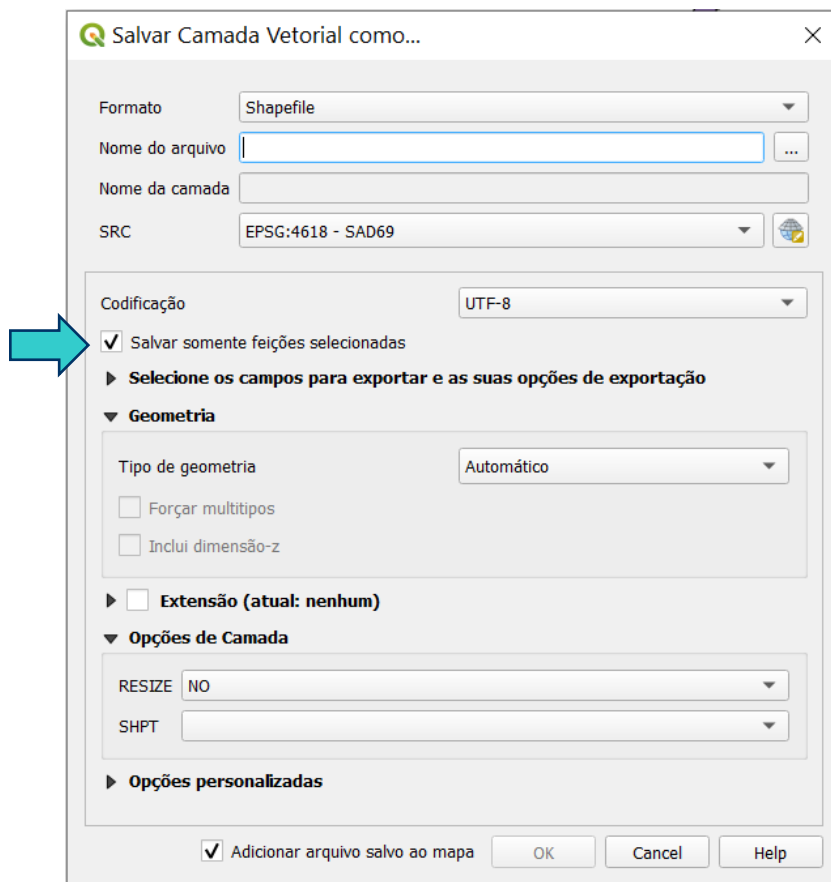




O que fazer com o resultado de uma consulta por atributos?



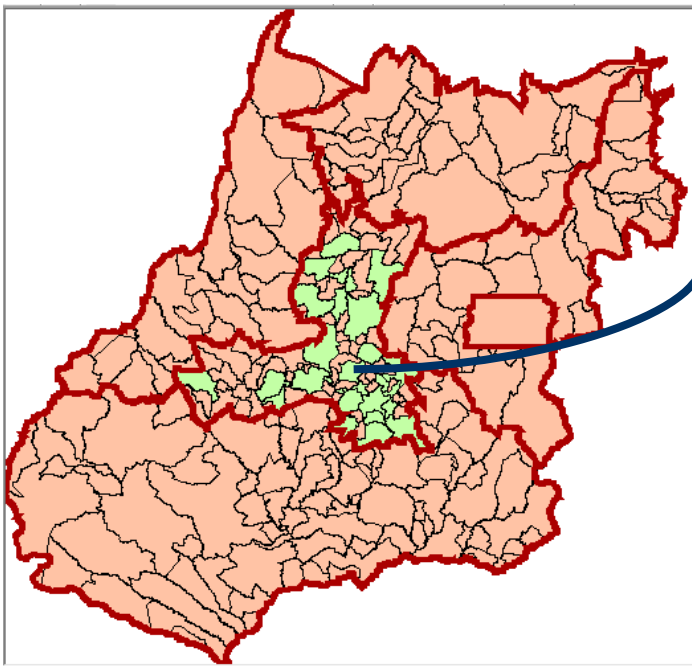
- Exportar feições selecionadas.
- Importar para BD as feições selecionadas.





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

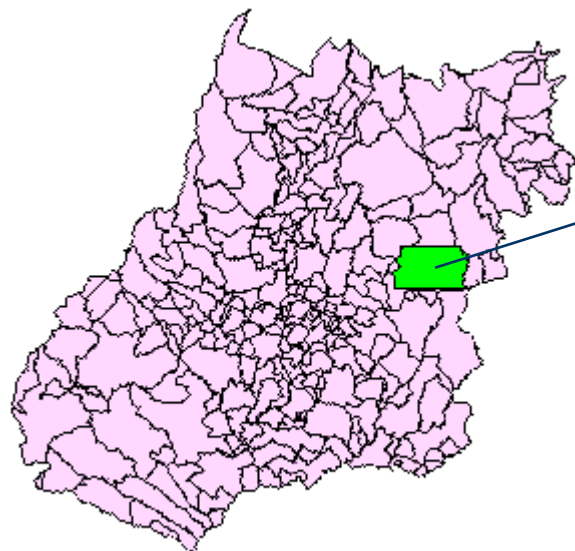
- Objetos selecionados são submetidos a um filtro espacial.



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 ?

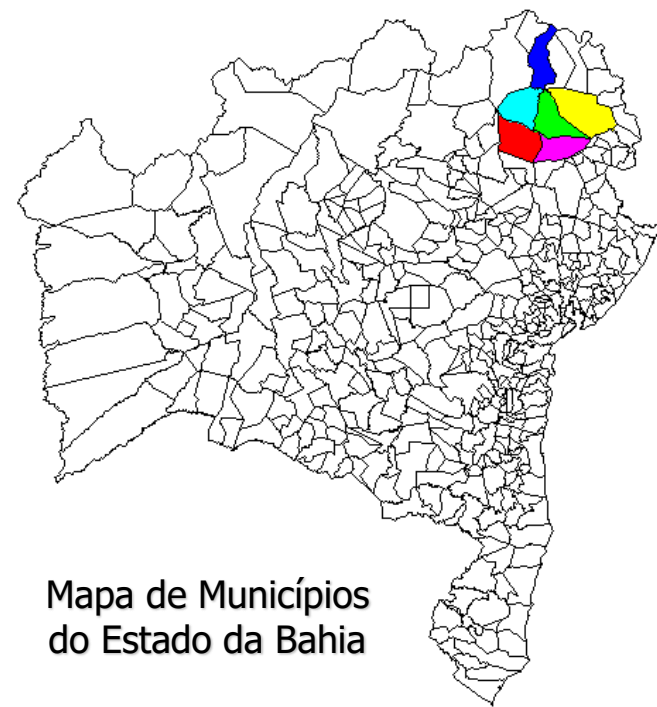


Seleção de Objetos

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”.

■	Canudos
■	Monte Santo
■	Uauá
■	Jeremoabo
■	Chorrochó

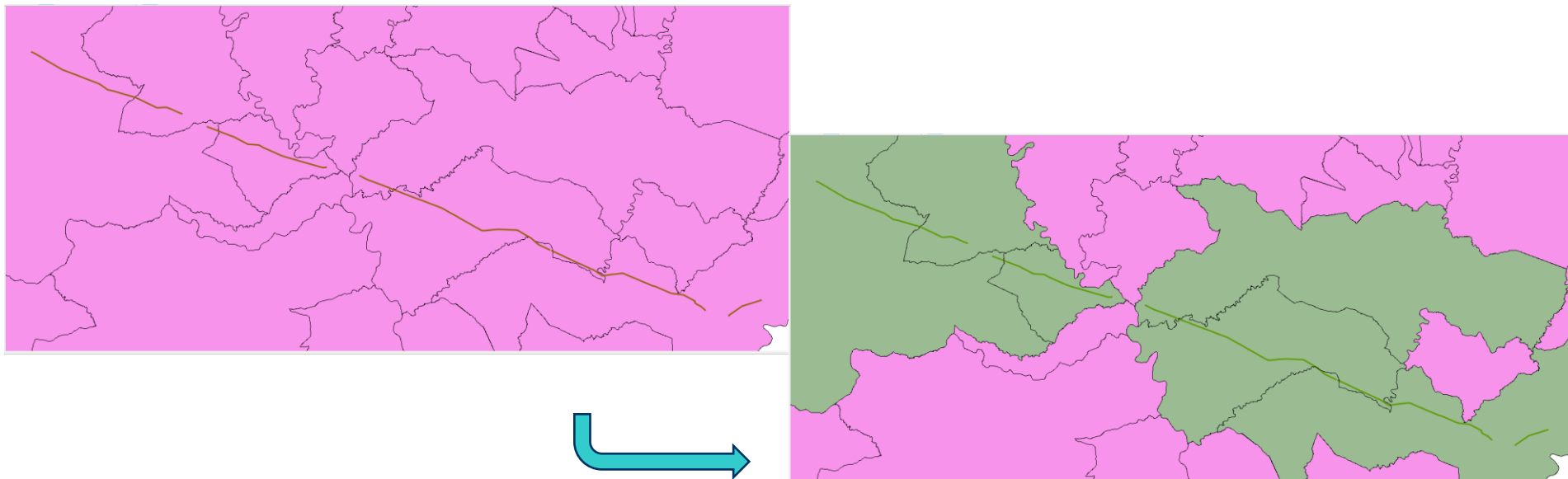


Mapa de Municípios
do Estado da Bahia



Consulta por Atributos e Espacial

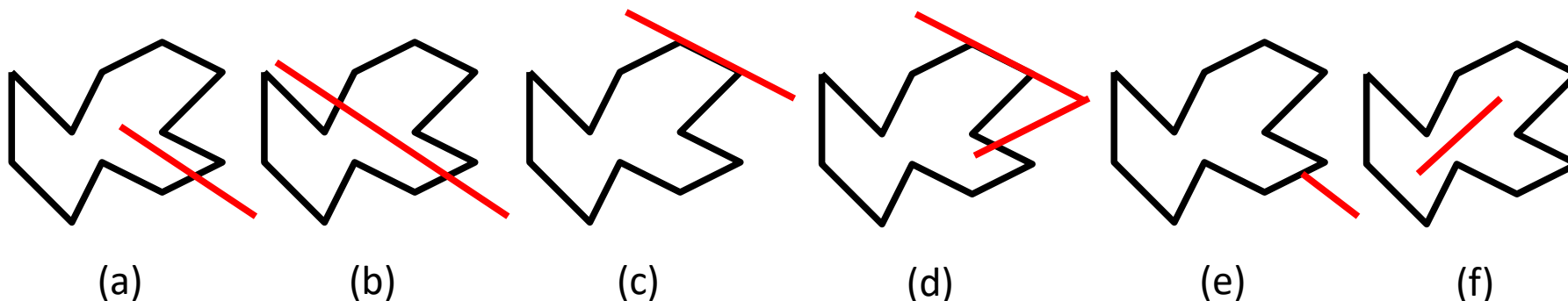
- Consulta Espacial.
 - Opera com relacionamentos espaciais entre objetos de um mapas vetorial (ponto, linha ou polígono) ou entre mapas vetoriais.
 - Ex: Quais os municípios de GO por onde passa a rodovia BR-452 ?





Operações Topológicas

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

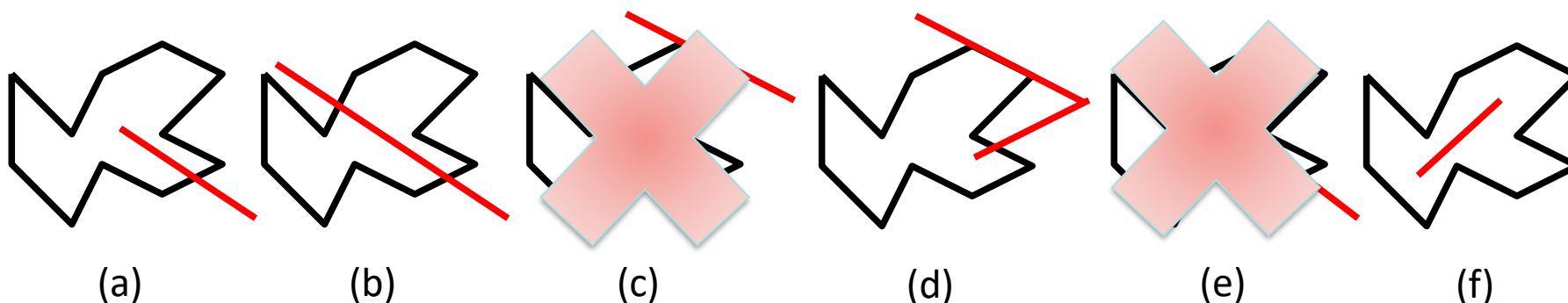


- Observações:
 - Todos temos um conjunto de conceitos intuitivos sobre o posicionamento relativo dos objetos.
 - É necessário formular mais precisamente cada relacionamento espacial.



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 (∂), Interior ($^\circ$) e Exterior ($^-$)



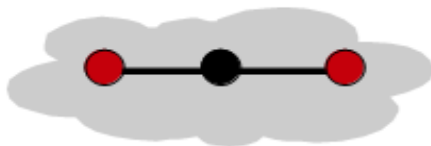
Ponto

$$\partial P = \emptyset$$

■ $P^\circ = 0\text{-dimensional}$

■ $P^- = U - P^\circ$

Linha Aberta

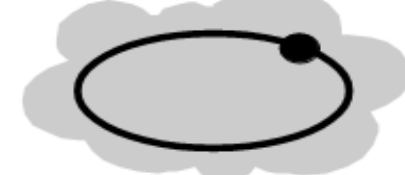


■ $\partial L = 0\text{-dimensional}$

■ $L^\circ = 1\text{-dimensional}$

■ $L^- = U - (L^\circ + \partial L)$

Linha Fechada

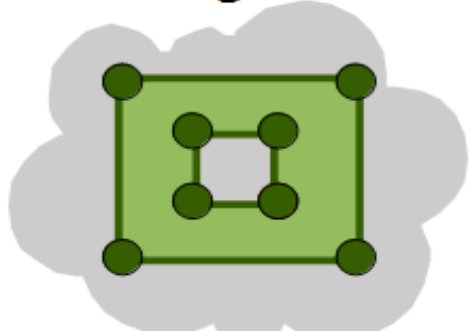


$$\partial L = \emptyset$$

■ $L^\circ = 1\text{-dimensional}$

■ $L^- = U - (L^\circ + \partial L)$

Polígono



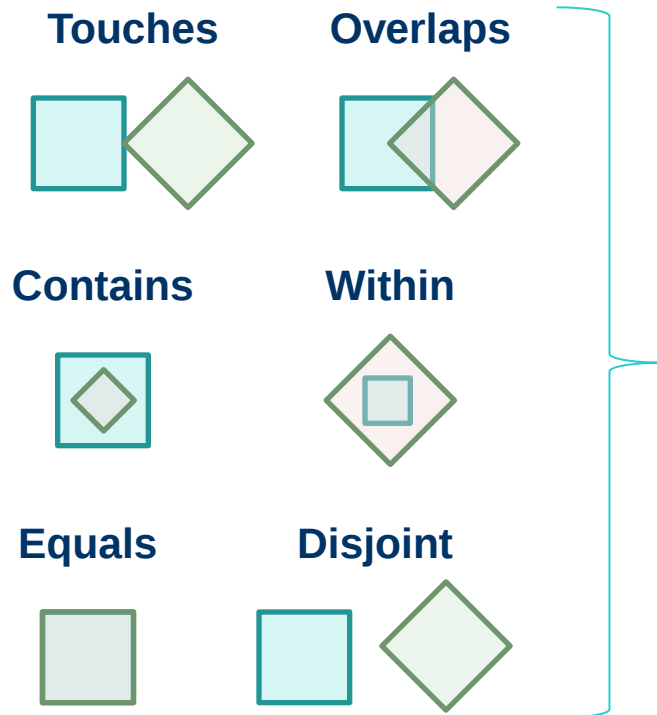
■ $\partial P = 1\text{-dimensional}$

■ $P^\circ = 2\text{-dimensional}$

■ $P^- = U - (P^\circ + \partial P)$



OGC SFS: Operações Espaciais



Relacionamentos espaciais:

Dimensionally Extended Nine-Intersection Model

	B^0	δB	B^-
A^0	$\dim(A^0 \cap B^0)$	$\dim(A^0 \cap \delta B)$	$\dim(A^0 \cap B^-)$
δA	$\dim(\delta A \cap B^0)$	$\dim(\delta A \cap \delta B)$	$\dim(\delta A \cap B^-)$
A^-	$\dim(A^- \cap B^0)$	$\dim(A^- \cap \delta B)$	$\dim(A^- \cap B^-)$

$T \rightarrow \dim(x) = \{0, 1, 2\}$, 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)

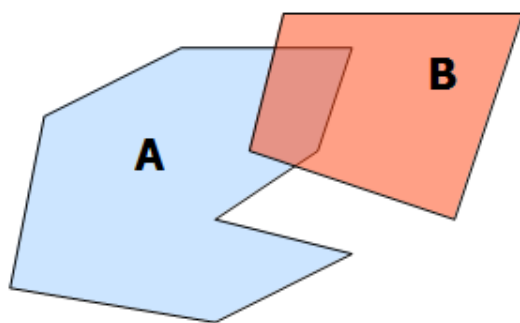
$1 \rightarrow \dim(x) = 1$ (linha)

$2 \rightarrow \dim(x) = 2$ (área)

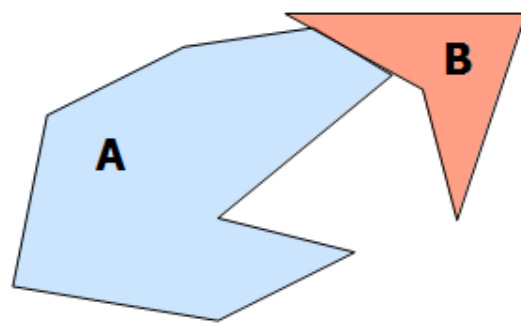


Operações Topológicas

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



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



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

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

Consultar Camada:

Nome: public.municipio_go

Criação de Camada

Ajuda Fechar

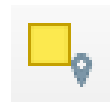
st_intersects
st_disjoint
st_touches
st_overlaps
st_crosses
st_within
st_contains
st_equals



Consulta Espacial



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



Nova Seleção

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

Adiciona Seleção atual

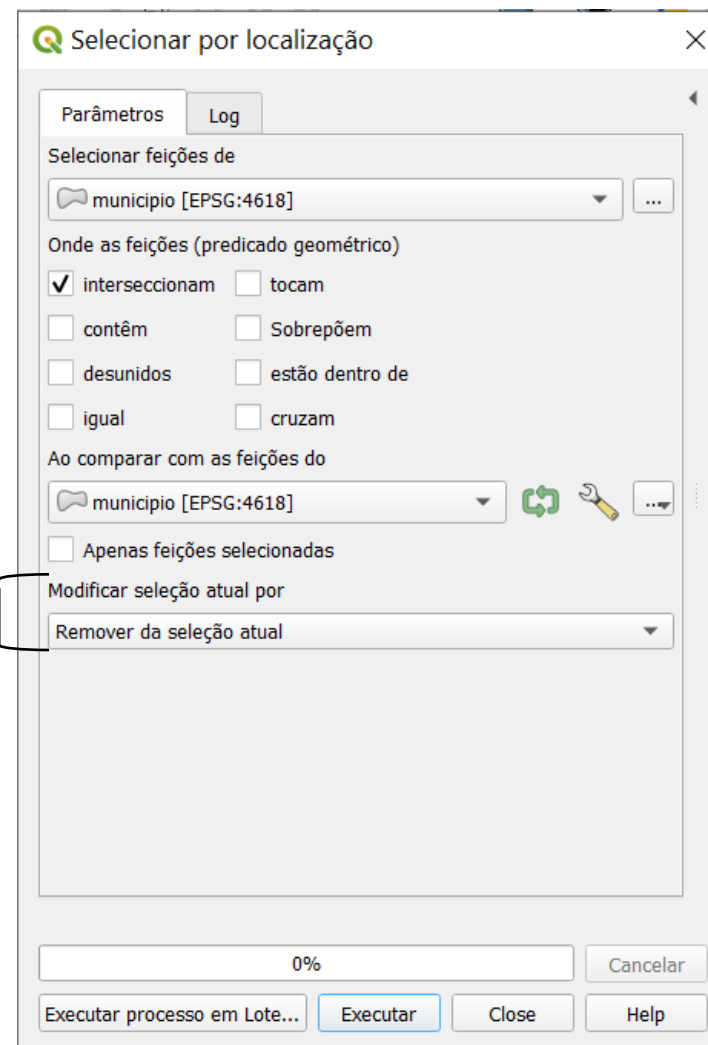
- adiciona o resultado da consulta formulada ao resultado já existente.

Selecionar dentro da seleção atual

- filtra as feições já selecionadas.

Remover da seleção atual

- remove as feições já selecionadas.

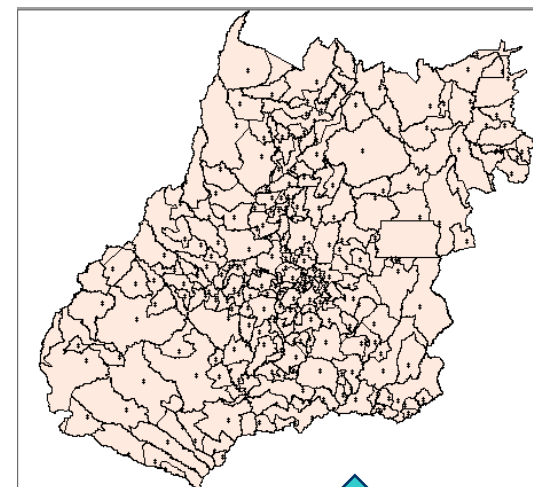
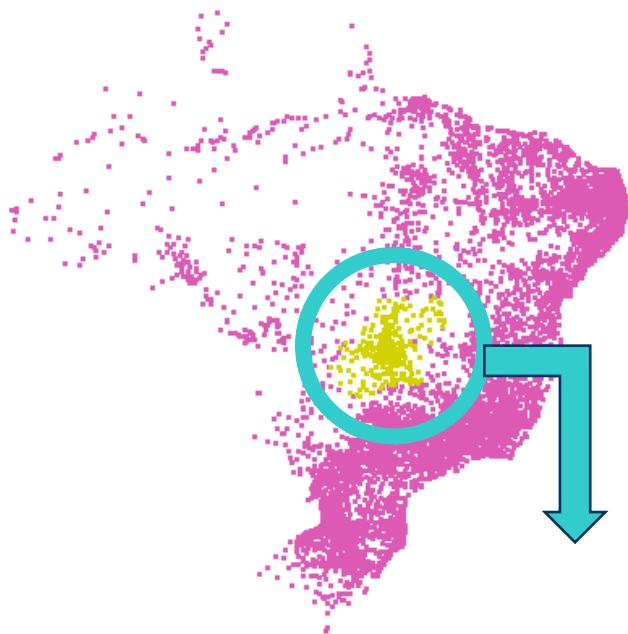




Exercício 1



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



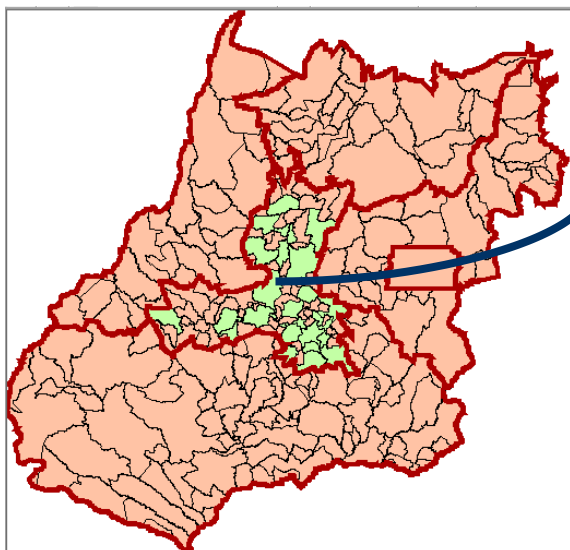
Exercício 2



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



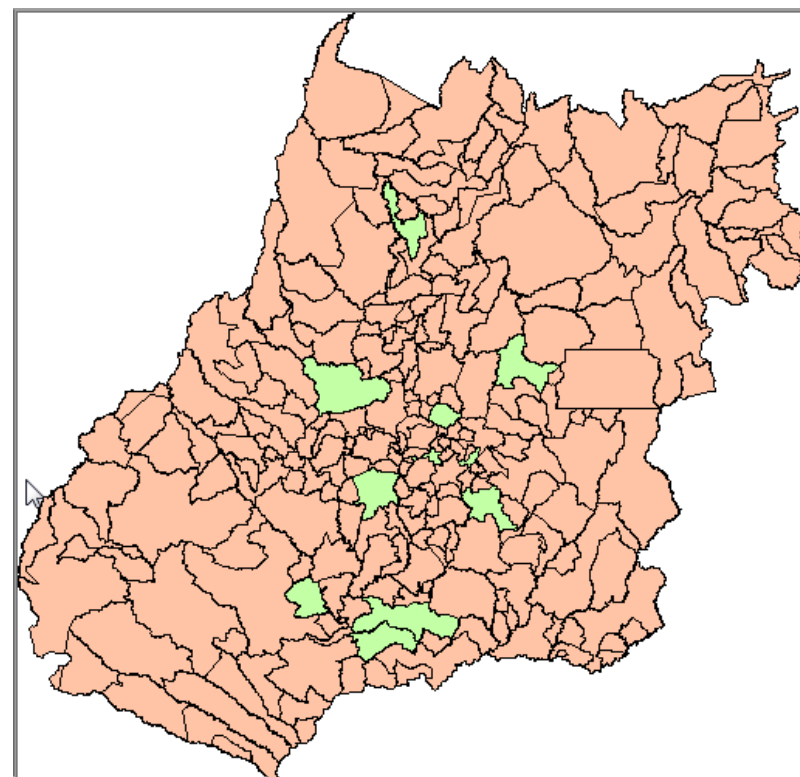
Outras consultas por atributos.

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;



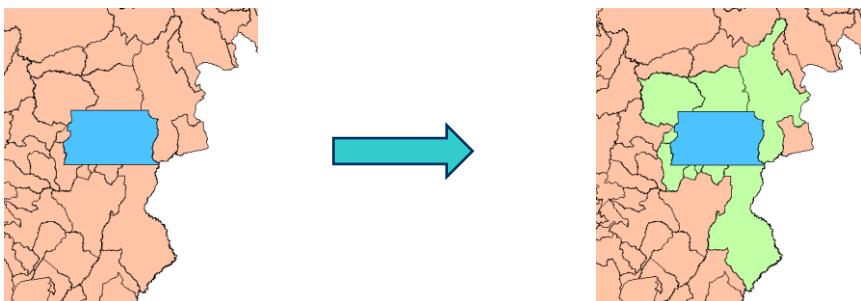
Exercício 3



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;



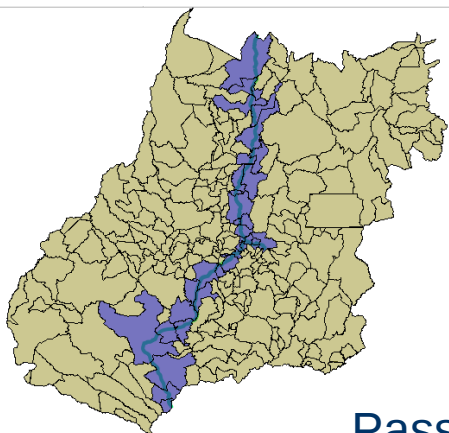
Exercício 3



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;



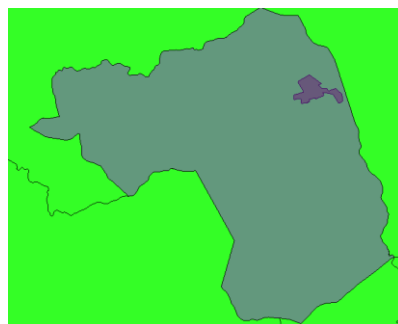
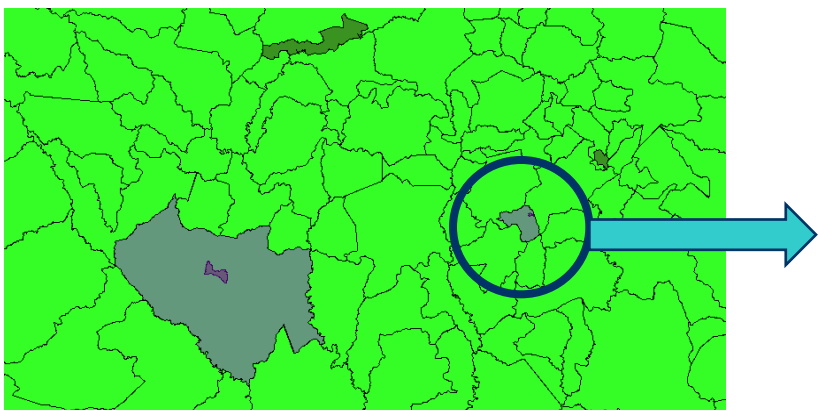
Exercício 3



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 30m³ ?

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.

Linguagem de Consulta: SQL

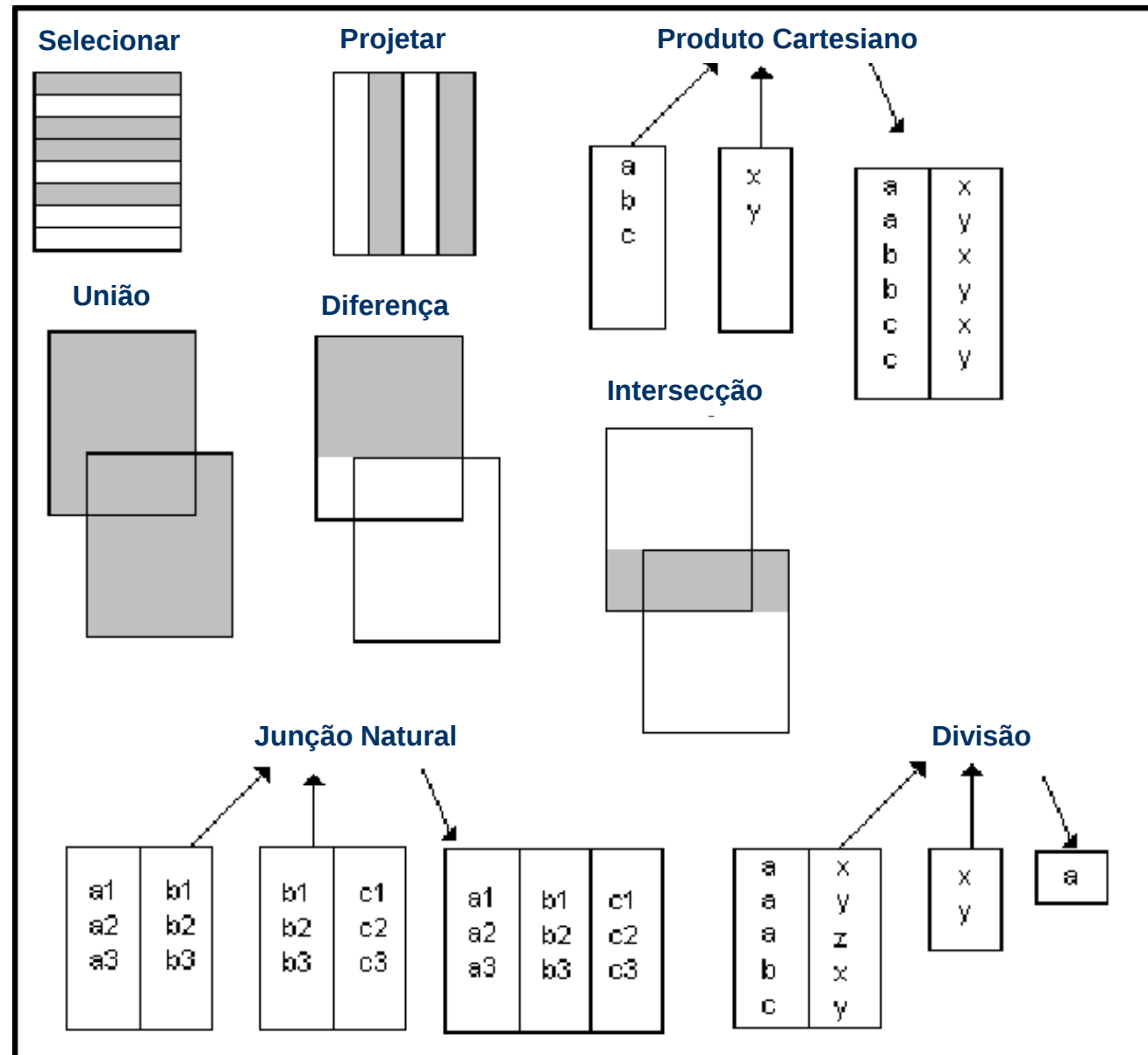
O modelo relacional (Codd, 1970) é a base para linguagens de alto nível:

- Álgebra/Cálculo Relacional → Linguagem Declarativa → ISO/SQL (Structured Query Language)
- **DDL** (Linguagem de Definição de Dados) – É um conjunto de instruções usado para criar e modificar as estruturas dos objetos armazenados no banco de dados.
 - Ex: CREATE, ALTER, DROP e RENAME
- **DML** (Linguagem de Manipulação de Dados) – É um conjunto de instruções usada nas consultas e modificações dos dados armazenados nas tabelas do banco de dados.
 - Ex: SELECT, INSERT, UPDATE e DELETE

Álgebra Relacional

- Linguagem formal de consulta.
- Conjunto de operações que usam uma ou mais relações como entrada e geram uma nova relação de saída:
 - operação $(R_1) \rightarrow R_n$
 - operação $(R_1, R_2) \rightarrow R_n$
- Operações básicas:
 - Operações unárias: seleção, projeção.
 - Operações binárias: produto cartesiano, junção, interseção, união e diferença.
- Os operadores podem ser combinados de forma a realizar operações mais complexas.

Álgebra Relacional: Operadores



Fonte: C. J. Date
(1993)

Linguagem de Consulta: SQL

SELECT-FROM-WHERE

SELECT <lista de atributos>
FROM <lista de tabelas>
[WHERE condições de seleção]

SQL	Álgebra Relacional
SELECT	projeção
FROM	produto cartesiano
WHERE	seleção

países		
p_id	nome	populacao
1	Alemanha	82.000.000
2	Brasil	190.000.000
...	...	...

Consulta →

SELECT nome
FROM países
WHERE populacao > 100000000 ;

SQL - DML: recuperando dados

```
SELECT [DISTINCT] ( * |  
(<column_name> | <function> (( [DISTINCT] <column_name> | * )))  
    {, ( <column_name> | <function> (( [DISTINCT]  
        <column_name> | * ))))
```

```
FROM (<table_name> {<alias>} | <jointed_table>)  
    {, (<table_name> {<alias>} | <jointed_table> ) }
```

```
[WHERE <condition>]  
[GROUP BY <column_name> {, <column_name>}  
    [HAVING <group_selection_condition>]]  
[ORDER BY <column_name> [(ASC | DESC)]  
    {, <column_name> [(ASC | DESC)] } ]
```

Operadores de Agregação

- Podem ser aplicados para todos os registros de uma coluna ou para grupos de registros usando a cláusula GROUP BY:
 - AVG(): média dos valores da coluna
 - SUM(): soma dos valores da coluna
 - COUNT(): número de valores na coluna
 - MAX(): maior valor na coluna
 - MIN(): menor valor na coluna

Ex: Qual é a soma da população das cidades do Brasil ?

```
SELECT p.nome, SUM(c.populacao)
      FROM paises AS p, cidades AS c
      WHERE p.p_id = c.pais_id AND p.nome = 'Brasil'
      GROUP BY p.nome;
```

Exercício com professor

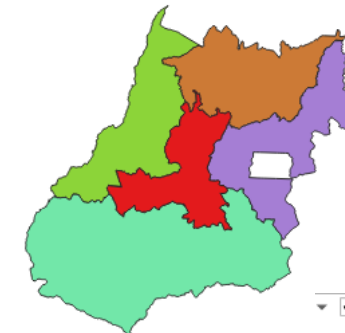


Consultas SQL sobre um arquivo ShapeFile

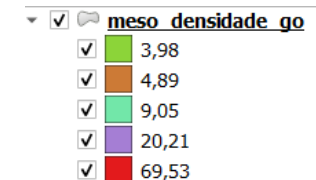
- **Objetivo:** Criar o mapa de mesorregiões de Goiás com valores de densidade demográfica no ano de 2005, calculados a partir da soma da população de cada município e área da mesorregião calculada em Km². Vamos utilizar o mapa de municípios de Goiás com os atributos de população em 2005 e a mesorregião a qual pertence cada município.



	NOME	NOMEMESO	NOMEMICRO	ESTADO	NOME_ACEN	COD_IBGE	POPTOTAL05
70	CORUMBAIBA	SUL GOIANO	CATALAO	GO	Corumbaiíba	5205901	7360
71	CRISTALINA	LESTE GOIANO	ENTORNO D...	GO	Cristalina	5206206	39867
72	CRISTIANOPOLIS	SUL GOIANO	PIRES DO RIO	GO	Cristianópolis	5206305	3263
73	CRIXAS	NOROESTE GOIANO	SAO MIGUEL...	GO	Crixás	5206404	11818
74	CROMINIA	SUL GOIANO	MEIA PONTE	GO	Cromínia	5206503	3823
75	CUMARI	SUL GOIANO	CATALAO	GO	Cumari	5206602	3244
76	DAMIANOPOLIS	LESTE GOIANO	VAO DO PAR...	GO	Damianópolis	5206701	3070
77	DAMOLANDIA	CENTRO GOIANO	ANAPOLIS	GO	Damolândia	5206800	2560
78	DAVINOPOLIS	SUL GOIANO	CATALAO	GO	Davinópolis	5206909	2030



	NOMEMESO	SOMAPOPMESO	AREA	DENSIDADE
1	NOROESTE ...	221768.0	55731.82403...	3.98
2	NORTE ...	277721.0	56782.51822...	4.89
3	SUL GOIANO	1193915.0	131877.5830...	9.05
4	LESTE ...	1128415.0	55833.62570...	20.21
5	CENTRO ...	2844698.0	40910.68952...	69.53





Seleção de Objetos

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

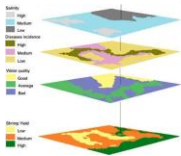
- Ex:
 - “Recupere as reservas indígenas a menos de 5 km das estradas na Amazônia”.
 - Resultado: conjunto de pares (reserva, estrada)
 - “Para as cidades do sertão cearense, ache quais estão a menos de 10 km de algum açude com capacidade de mais de 50.000 m³ de água”.
 - Resultado: conjunto de pares (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



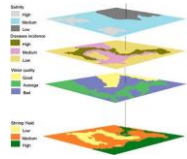
Explorar

- Geoestatística
- Estatística espacial



Explicar

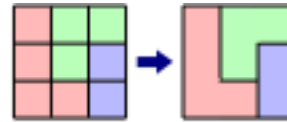
- Regressão espacial
- Estimação
- Modelagem espaço-temporal



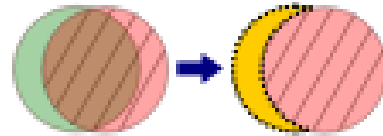
Operações geométricas

Processamento com mapas vetoriais.

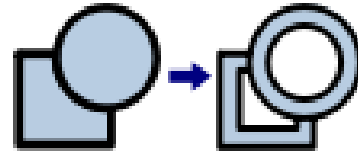
- Dissolve (Agregação)



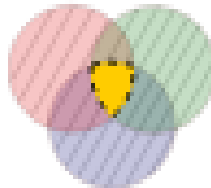
- Diferença



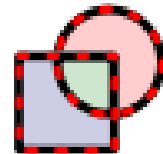
- Buffer



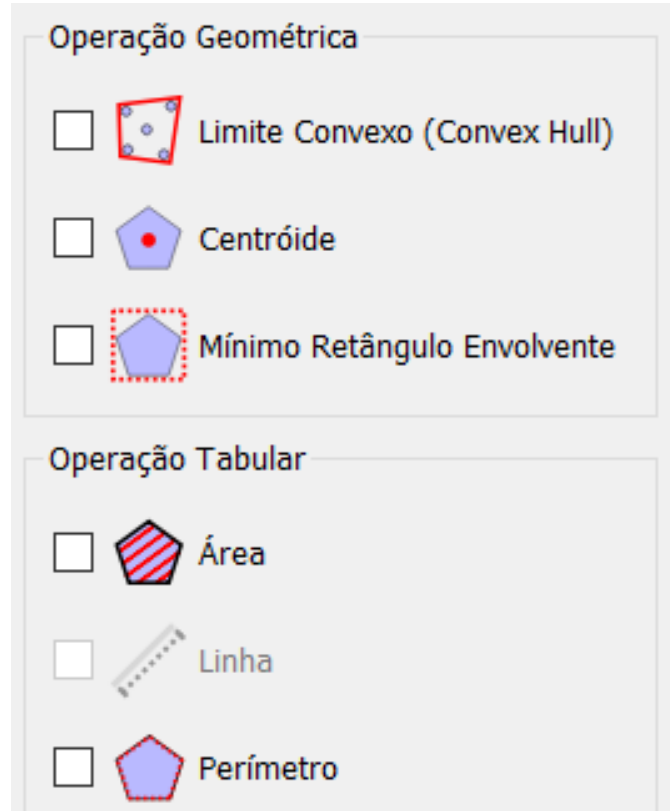
- Interseção



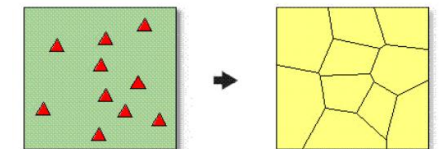
- União

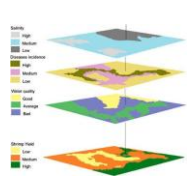


- Mesclar



- Polígonos de Voronoi





Operações geométricas

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

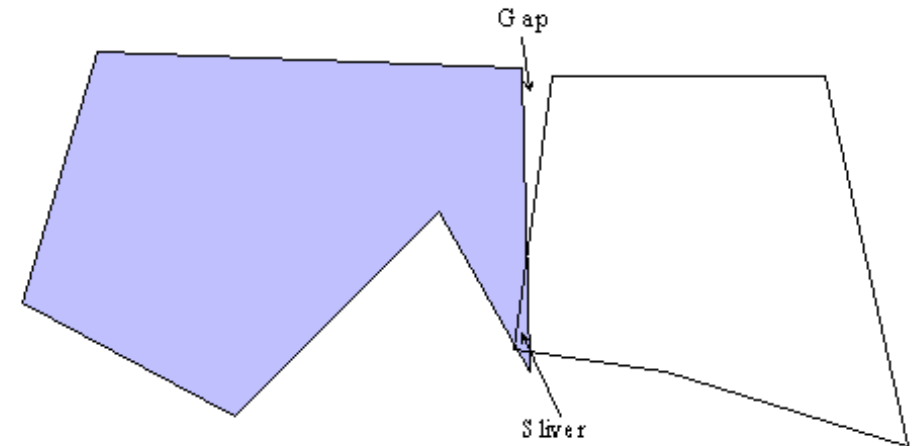
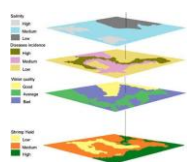
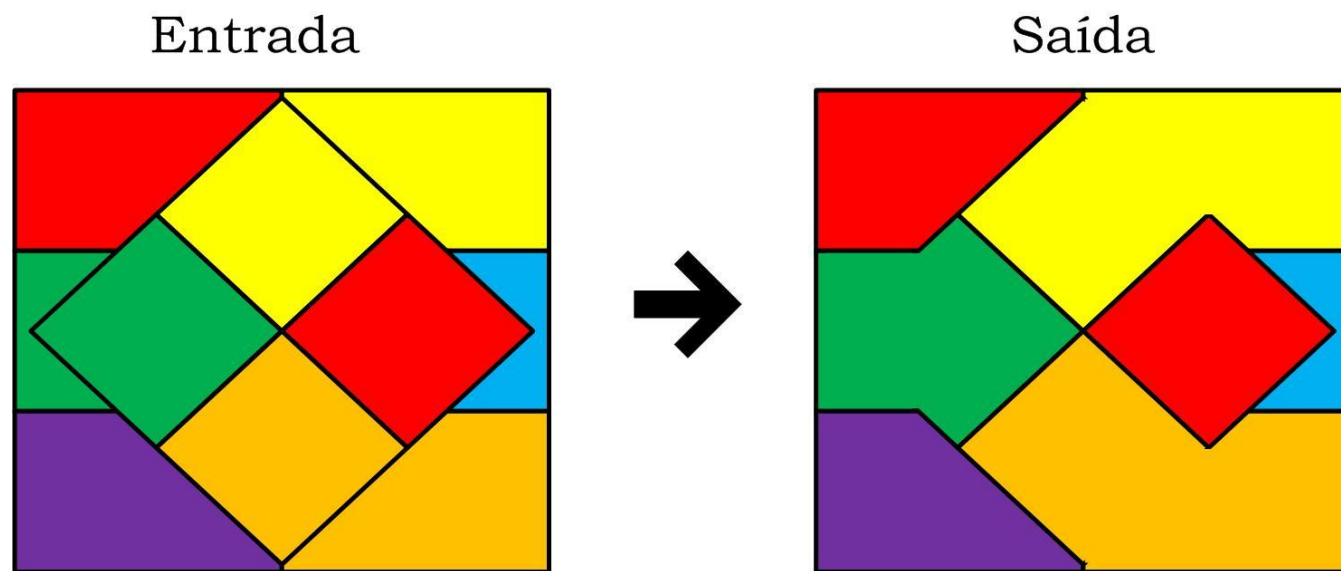


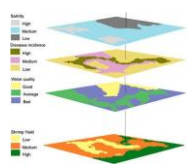
Figure 3 Gaps and Slivers Between Adjacent Polygons



Operações geométricas - Dissolve

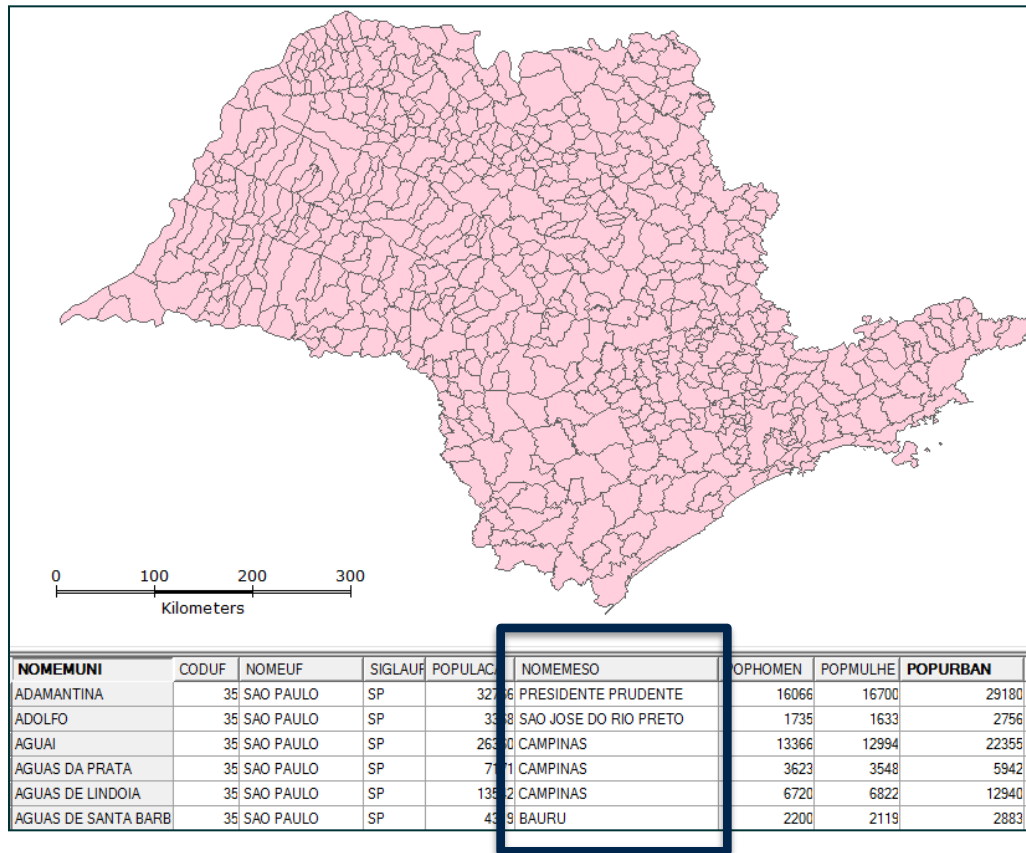
- Operação que permite criar novos objetos a partir de um atributo comum aos objetos de origem.
- Uma nova geometria será construída na camada de saída, alterando-se os limites dos vetores originais.



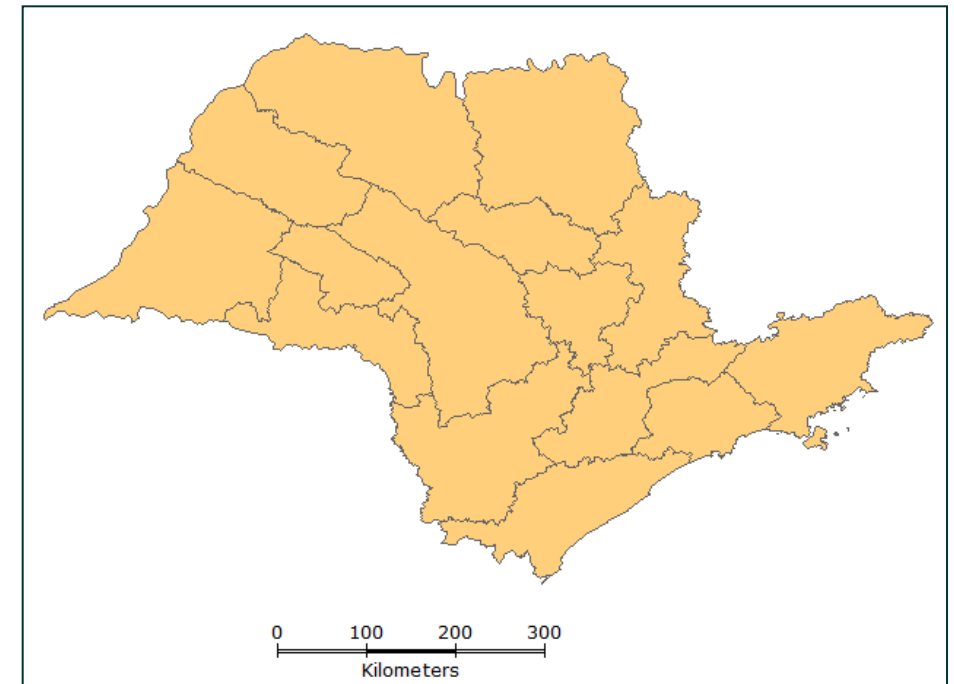


Operações geométricas - Dissolve

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

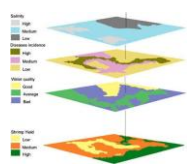


Agregação



Mesorregiões de São Paulo

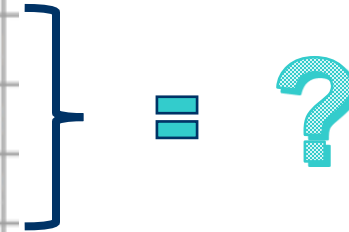
Municípios de São Paulo



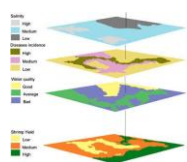
Operações geométricas - Dissolve

- 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

Saída

Repositório: ...

Nome da Camada:

Tipo do objeto de saída

☐ Objeto simples ☒ Multi Objetos

Sumário Estatístico

Selecione todos:

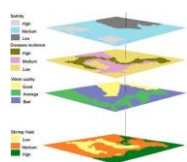
Rejeite todos:

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

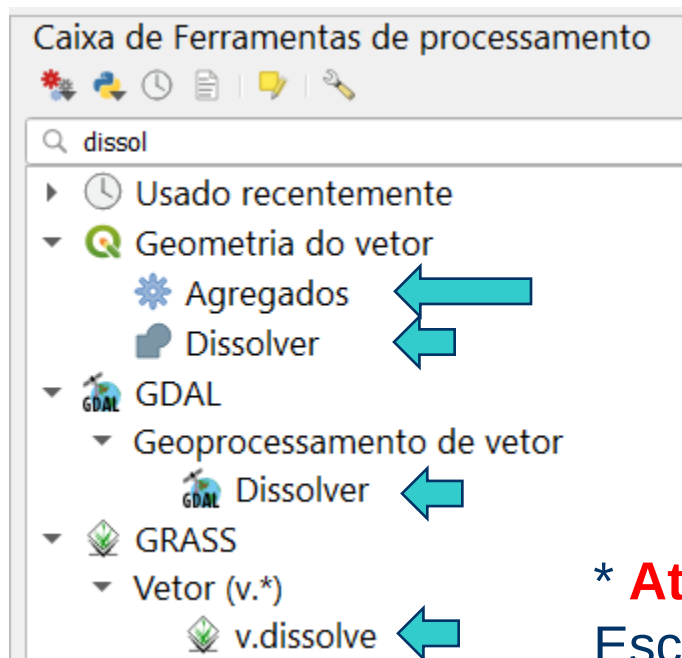
Ajuda Ok Cancela



Operações geométricas - Dissolve

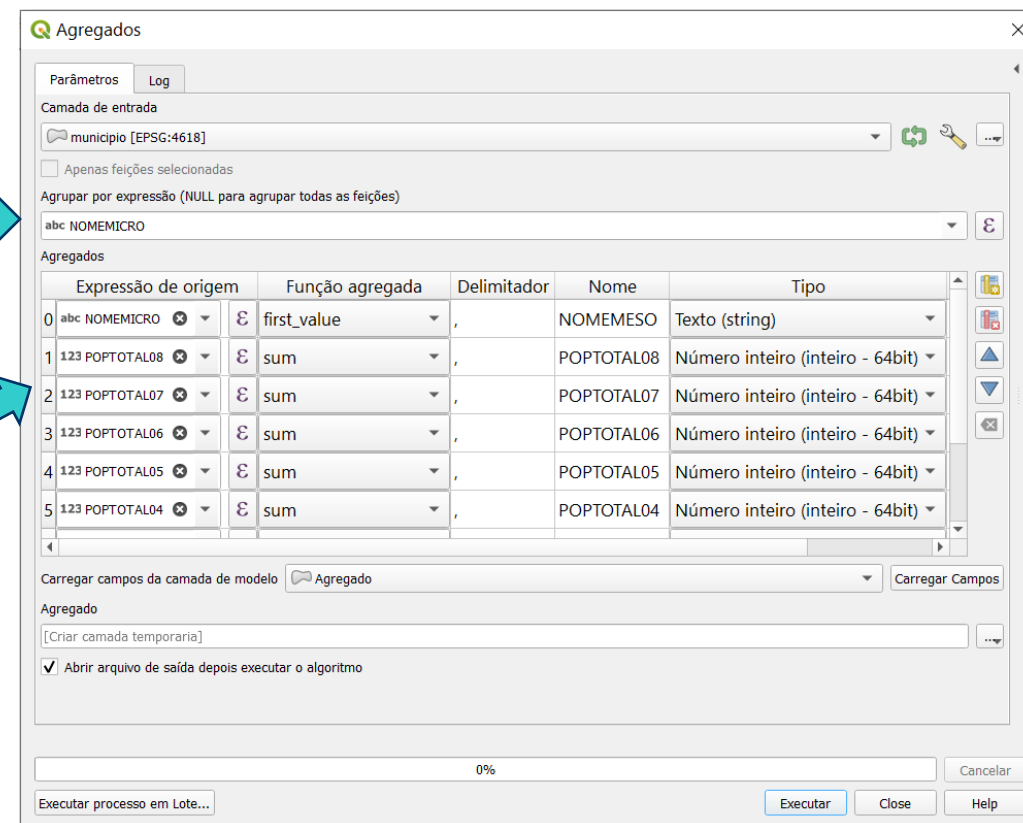


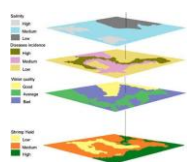
(4 opções)



- 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.



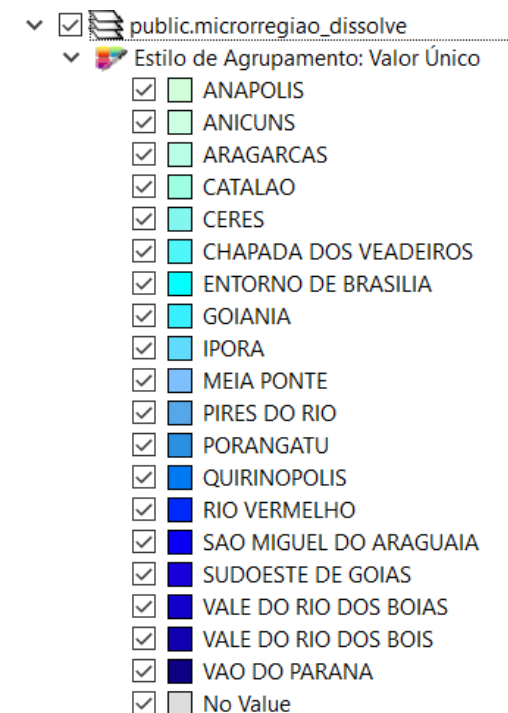
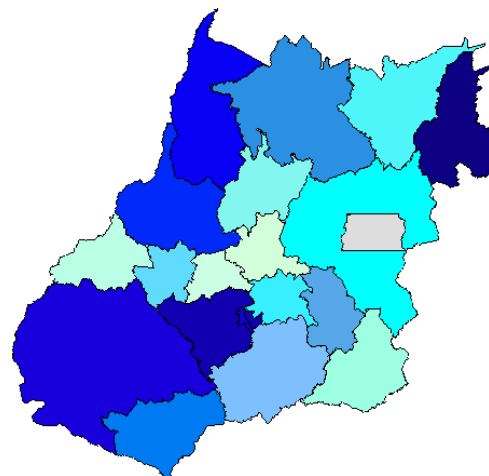
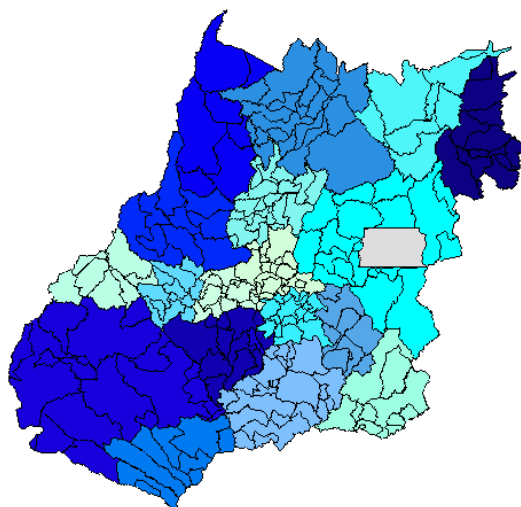


Exercício 5

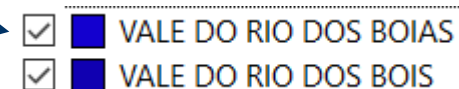
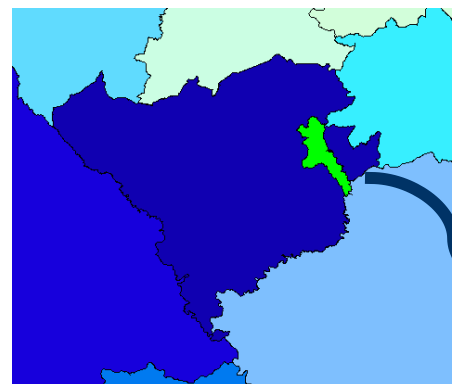
Operações geométricas – Dissolve

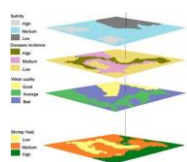


- Operação Geográfica – Dissolve (Agregação)



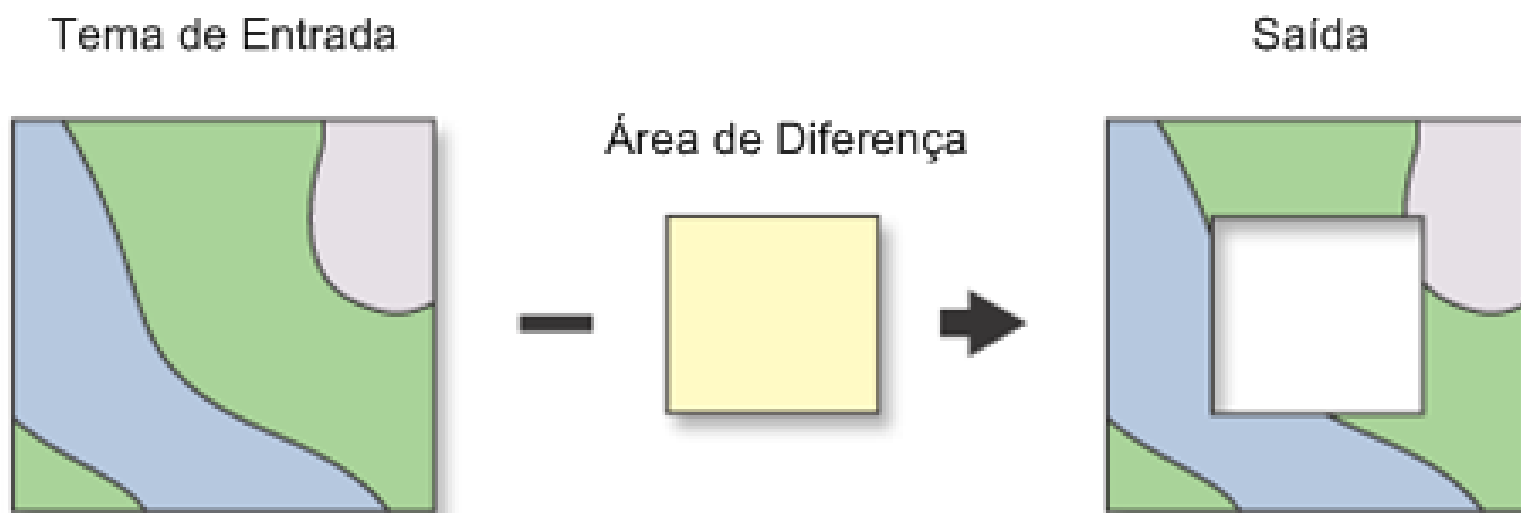
* Como corrigir a agregação com erro ?

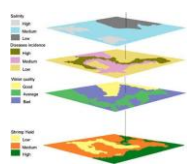




Operações geométricas - Diferença

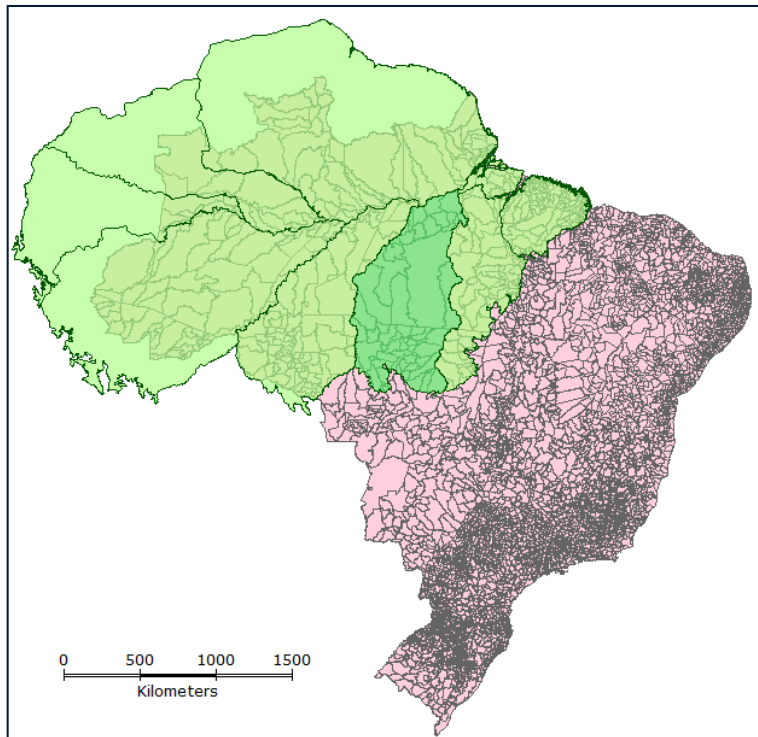
- Operação que permite identificar objetos que não satisfazem a uma intersecção de área geográfica de dois Planos de Informação.
- Equivalente ao NOT Booleano, “inverso” da intersecção
- Útil para subtrair subáreas para obter um subconjunto de objetos com novo recorte



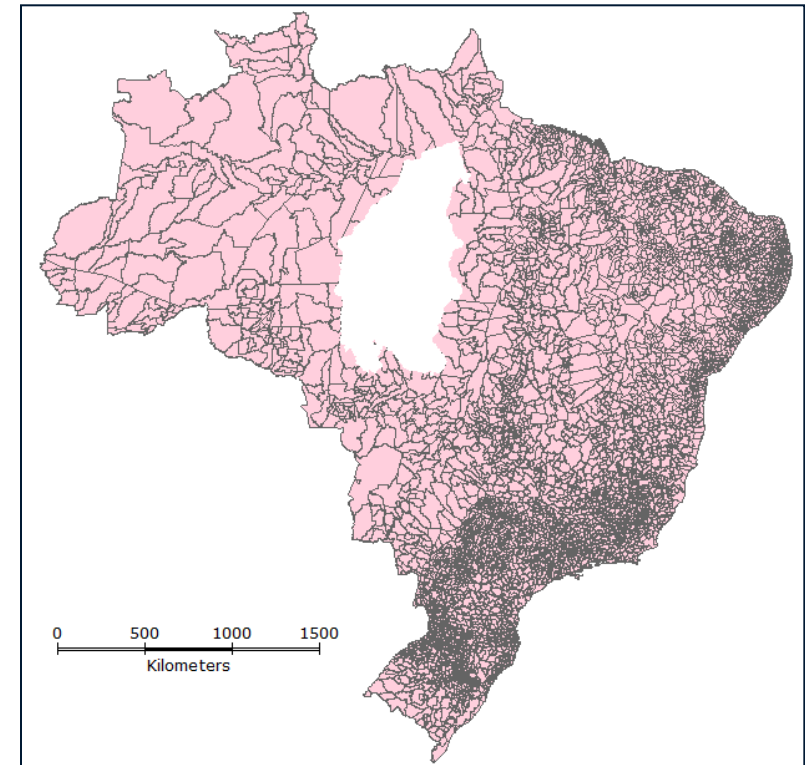
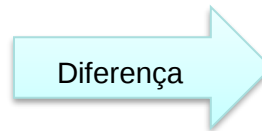


Operações geométricas - Diferença

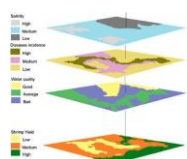
- Ex: Área dos Municípios Brasil que NÃO estão na bacia do Tapajós



Municípios do Brasil e Endemismos na Amazônia



Municípios do Brasil menos os do centro de endemismo Tapajós

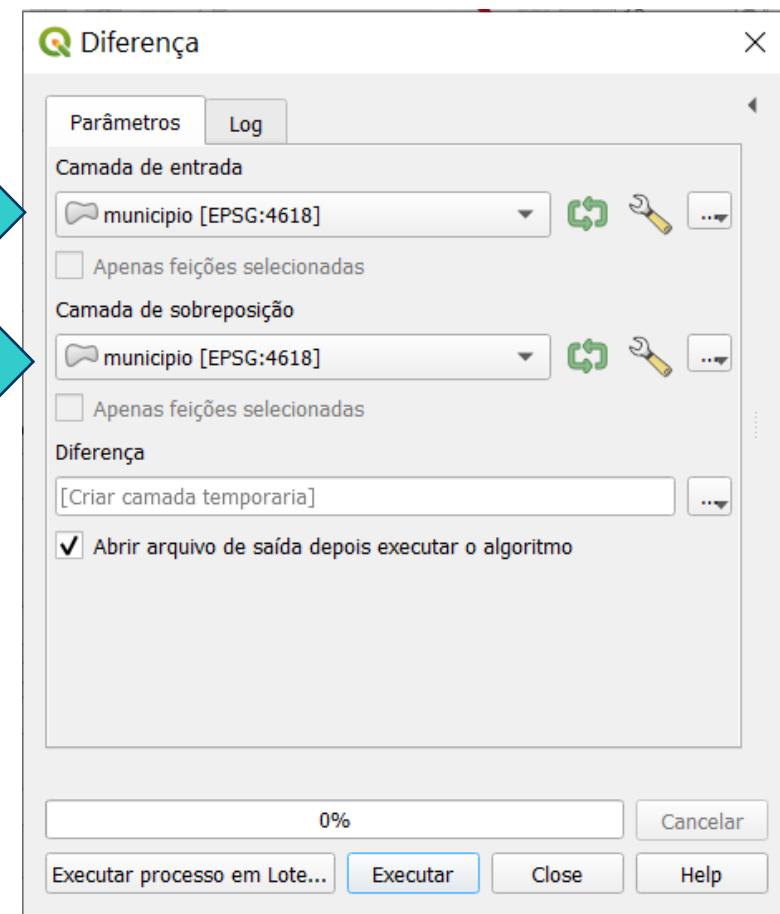
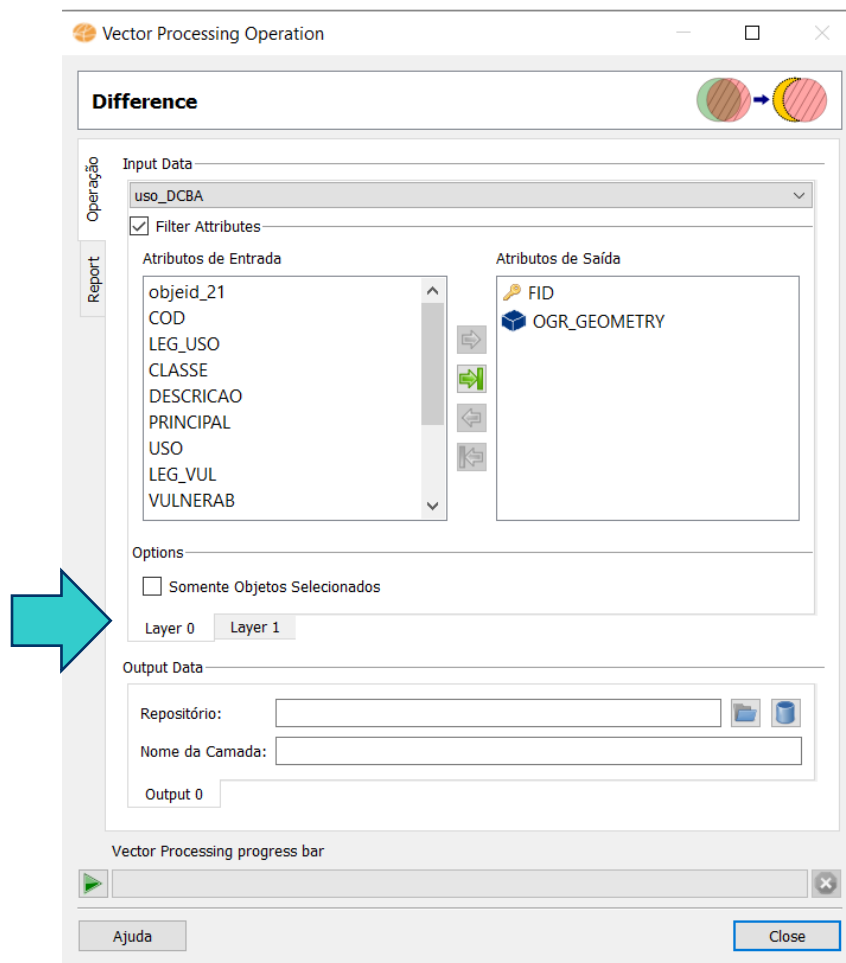


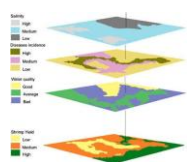
Operações geométricas - Diferença

TerraView

QGIS

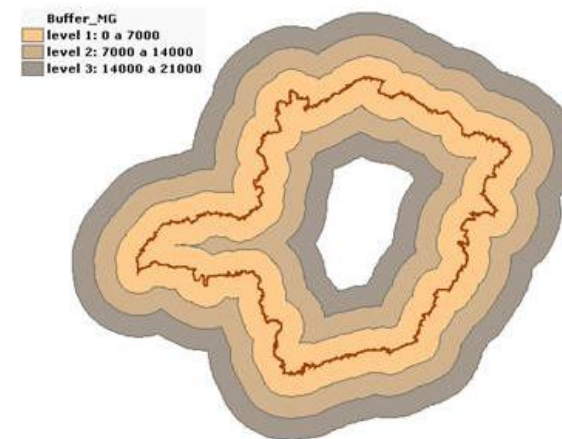
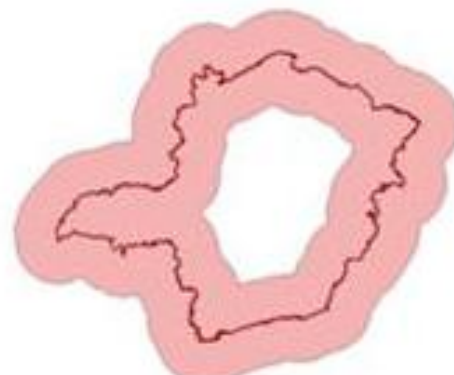
* **Atenção:** faz diferença a ordem das camadas selecionadas.



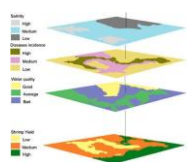


Operações geométricas - Buffer

- 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.



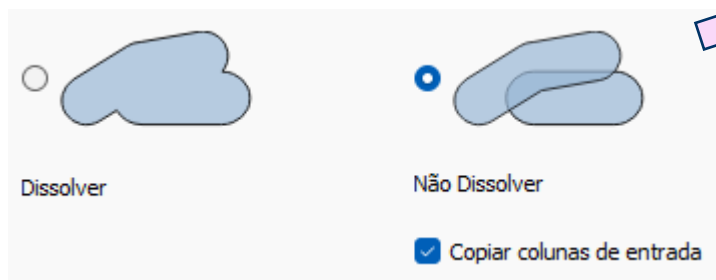
Distâncias a partir do limite de Minas Gerais



Operações geométricas - Buffer

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
SRS: SAD69

Distância
☒ Fixado em deg
☐ De um atributo microrregiao_dissolve_id
... SRS: SAD69

Regras para geometrias

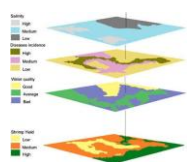
☒ Dentro e Fora
☐ Somente Fora
☐ Somente Dentro

Fronteiras entre as áreas de influências

Múltiplos Níveis

Saída
Repositório:
Nome da Camada:

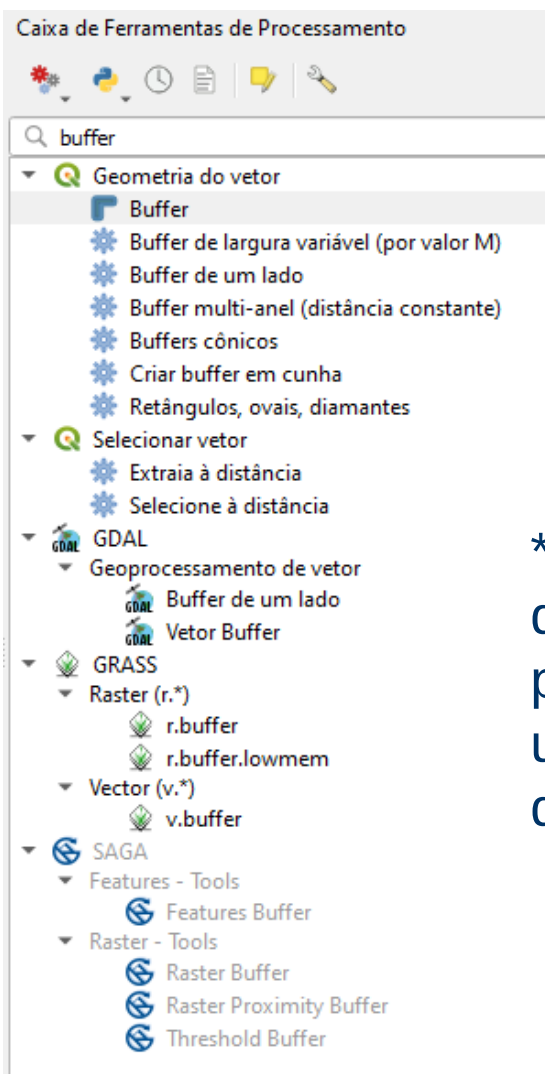
Ajuda Ok Cancela



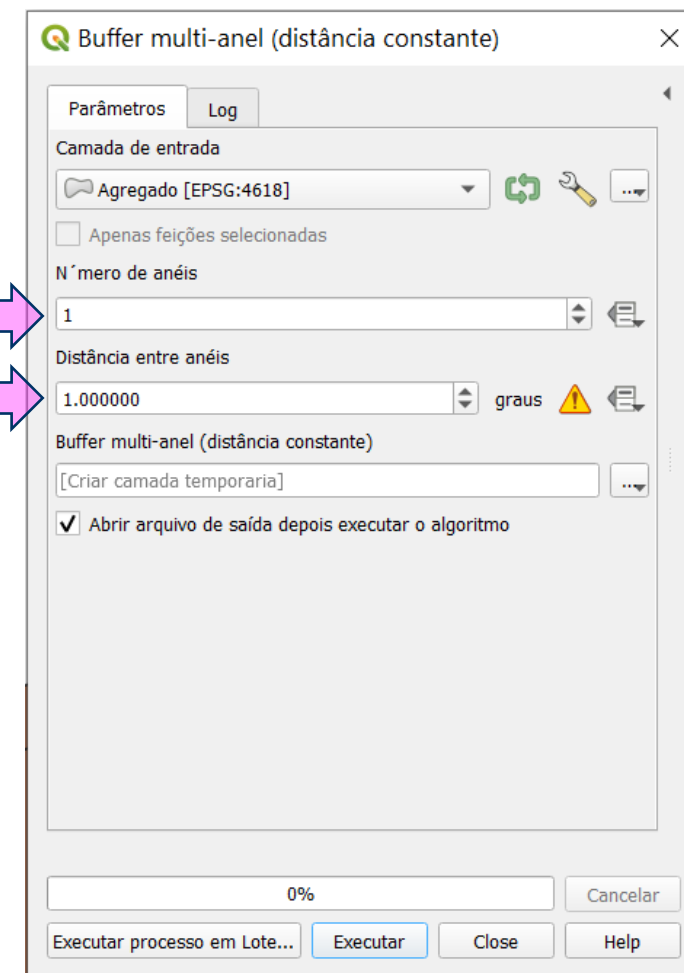
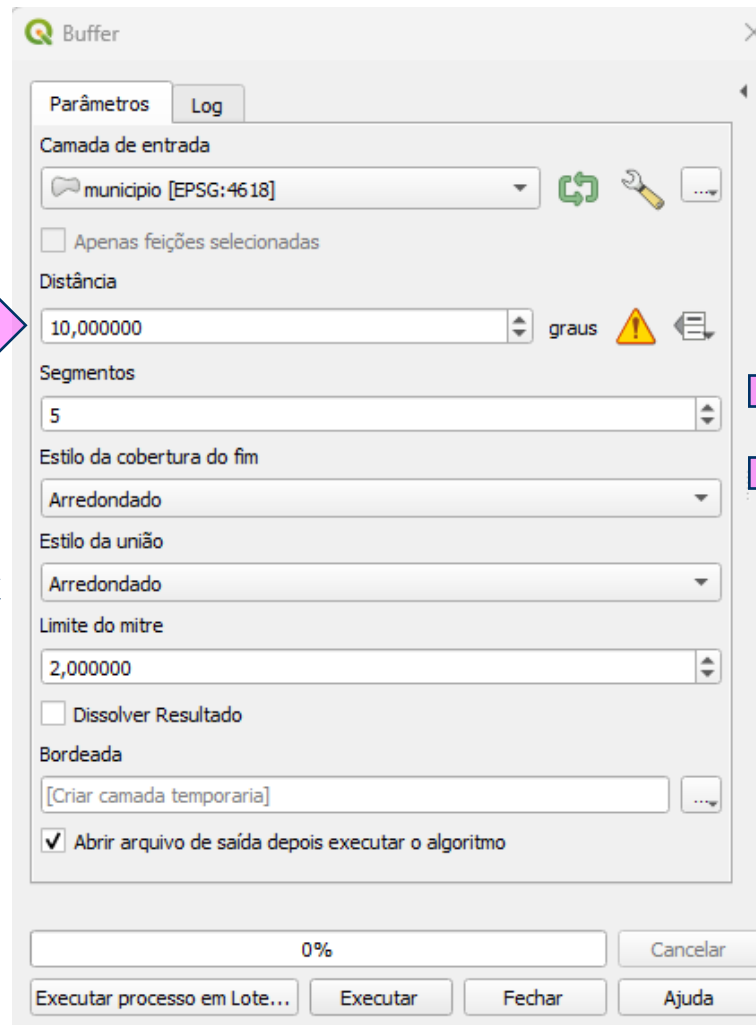
Operações geométricas - Buffer

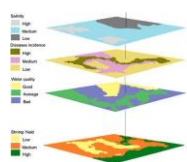


Áreas de Influências – Buffer (várias opções)



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





Exercício 6

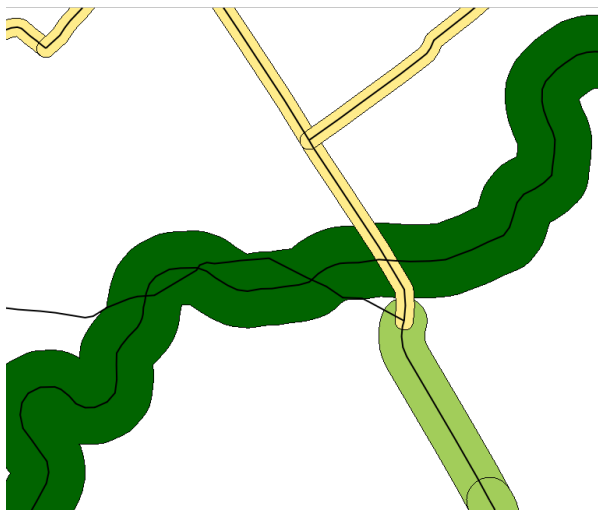
Operações geométricas – Buffer



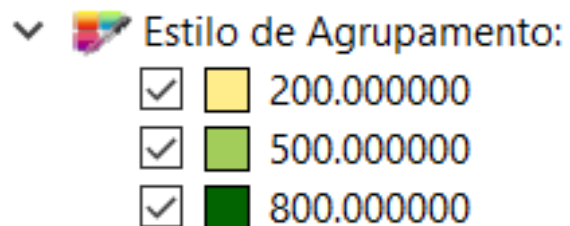
Objetivo 1

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.



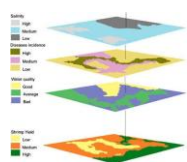
* Necessário definir atributo com as distâncias.



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

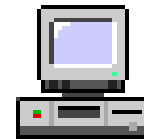
Passo 2 – Executar consulta por atributo para cada situação e preencher os atributos selecionados com as distâncias correspondentes;

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



Exercício 6

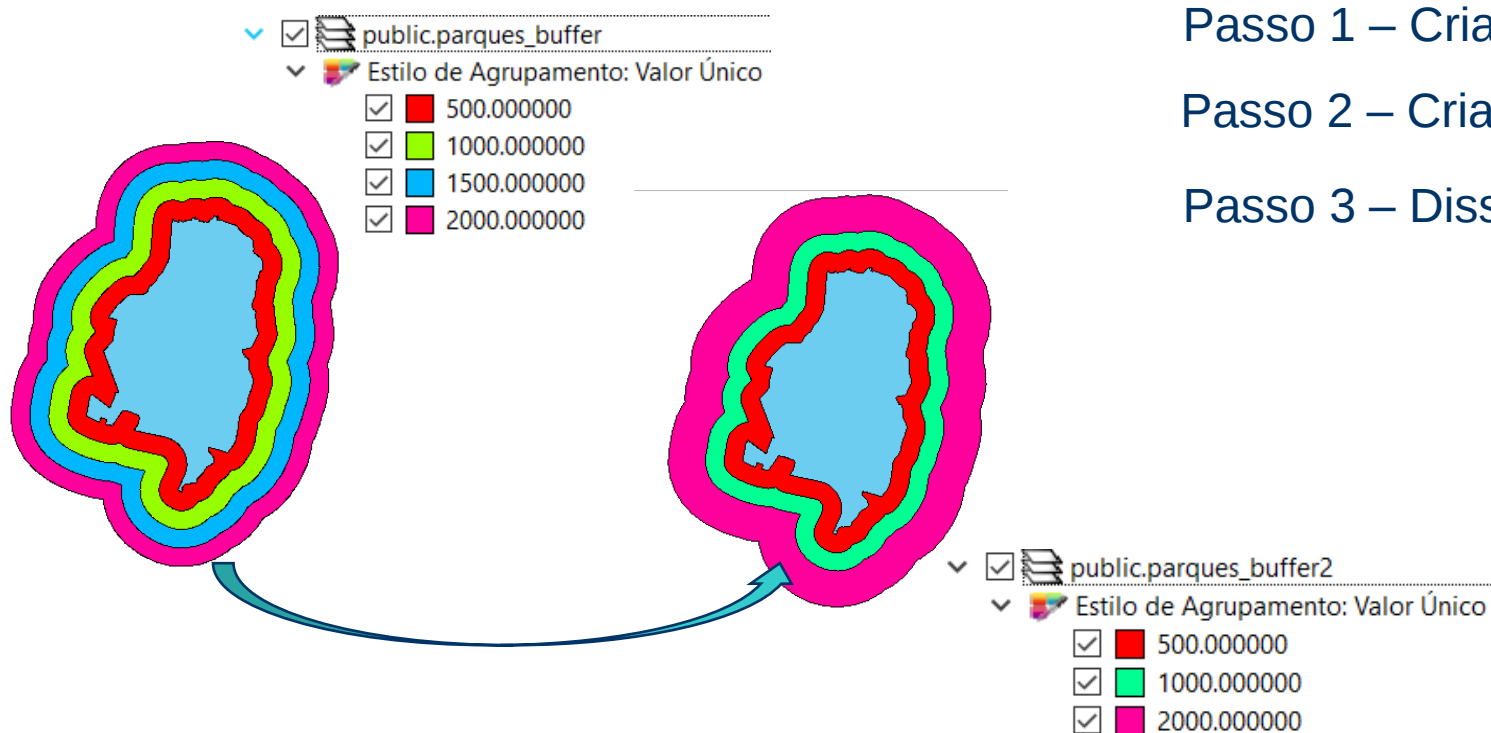
Operações geométricas – Buffer



Objetivo 2

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

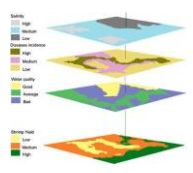
- 0 a 500 metros (intervalo de 500m)
- 500 a 1000 metros (intervalo de 500m)
- 1000 a 2000 metros (intervalo de 1000m)



Passo 1 – Criar camada com geometria de parques;

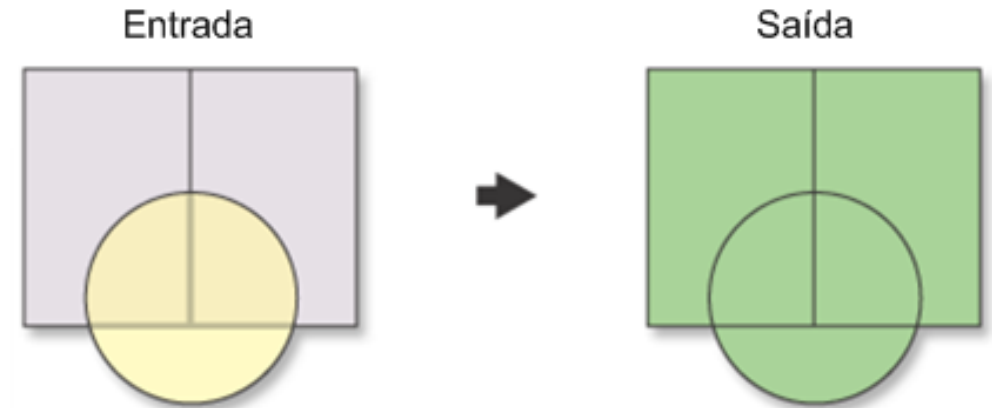
Passo 2 – Criar buffer em 4 níveis de 500m cada;

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

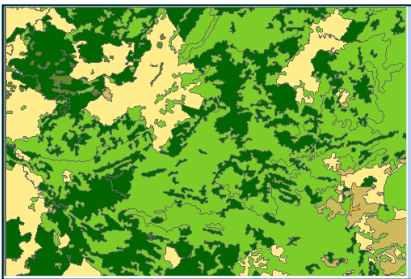


Operações geométricas - Soma

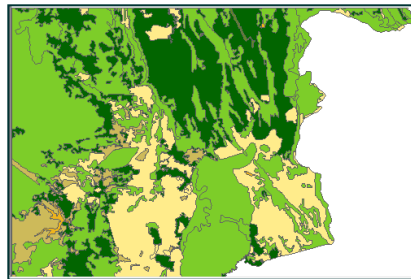
- Operação que cria uma geometria nova na camada de saída a partir da união da geometria de duas camadas.



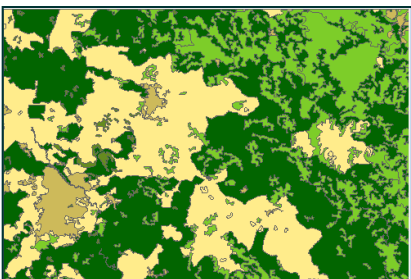
uso_solo_SD_22_Z_D



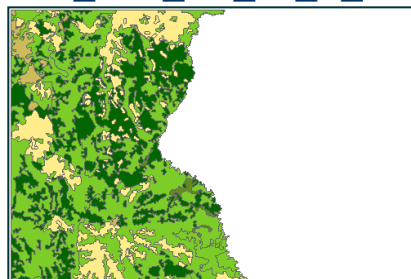
uso_solo_SD_23_Y_C



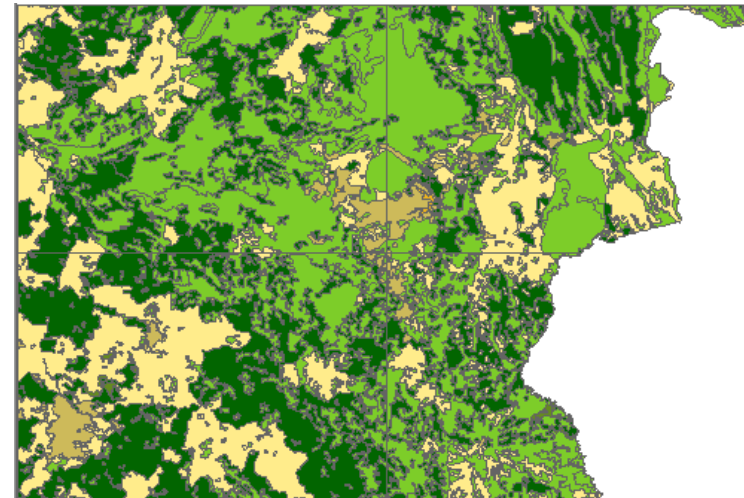
uso_solo_SE_22_X_B



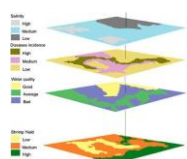
uso_solo_SE_23_V_A



Soma



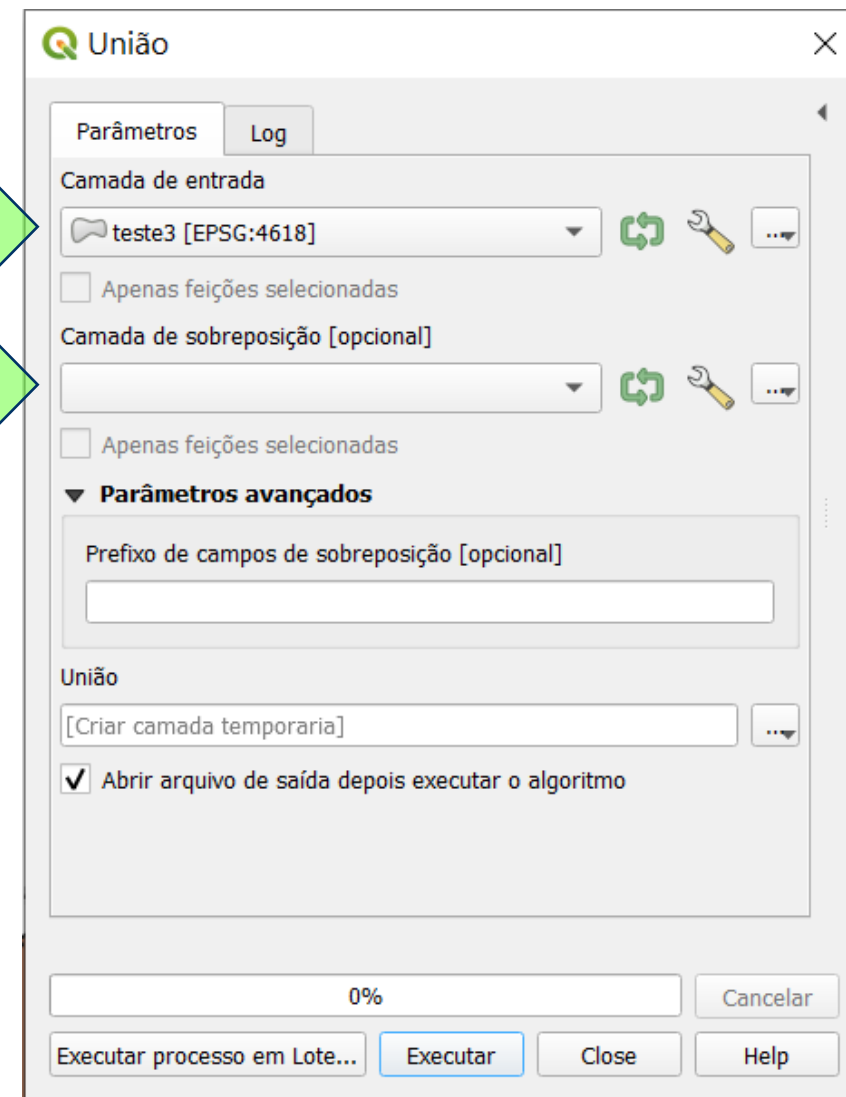
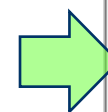
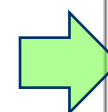
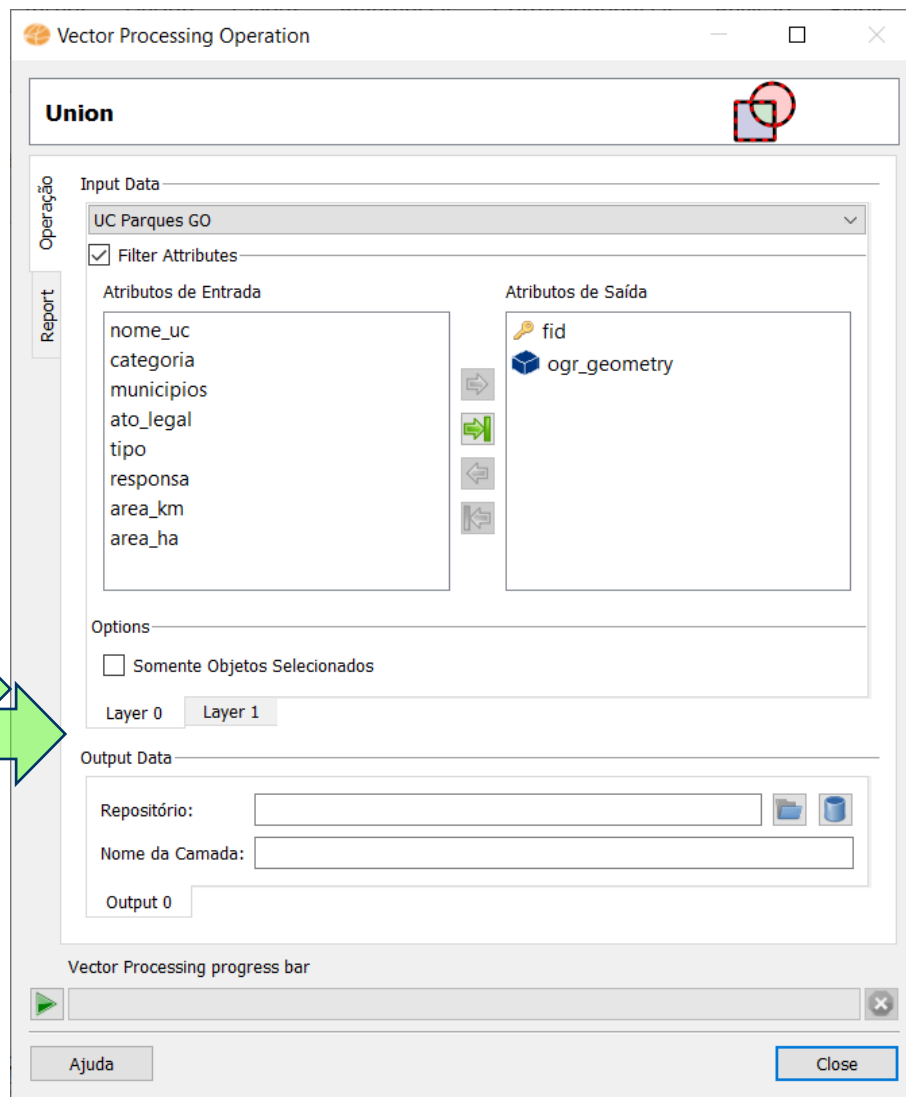
* Atributos iguais nas camadas de entrada não são mesclados.

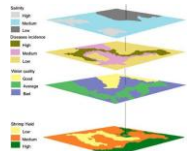


Operações geométricas - Soma

TerraView

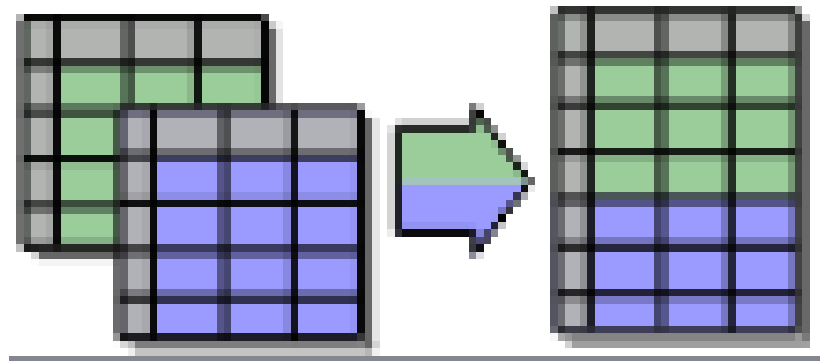
QGIS

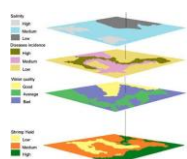




Operações geométricas - Mesclar

- 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

Atributos

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

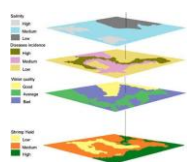
SRC de destino [opcional]
SRC do Projeto: EPSG:29193 - SAD69 / UTM zone 23S

Mesclado
[Criar camada temporaria]

☒ Abrir arquivo de saída depois executar o algoritmo

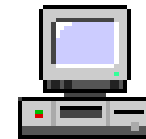
0%

Executar processo em Lote... Executar Close Help



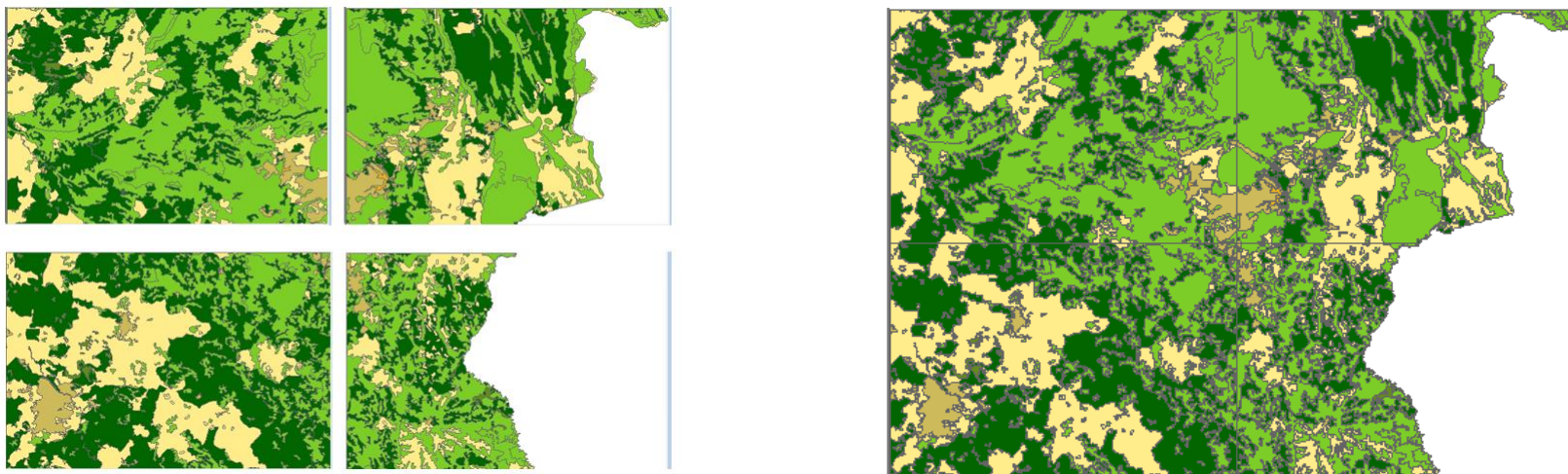
Exercício 7

Análise com operadores geométricos



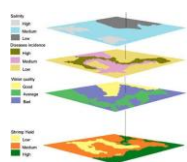
- Operação Geográfica – Mesclar

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



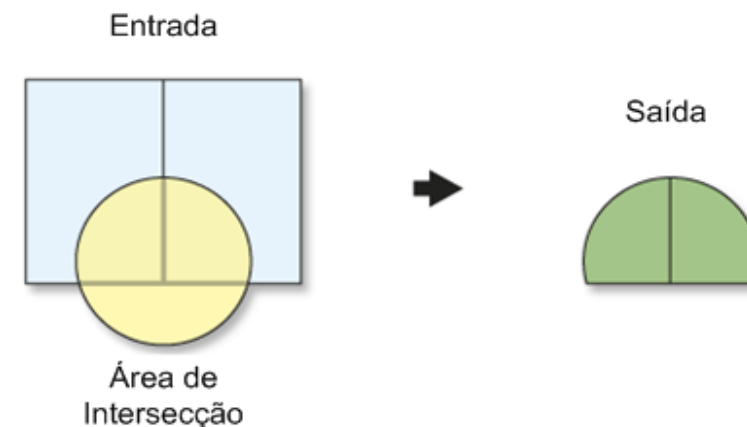
Passo 1 – Criar camadas com as geometrias de cada mapa (lat/long – Sad69);

Passo 2 – Mesclar as 4 camadas em uma só;

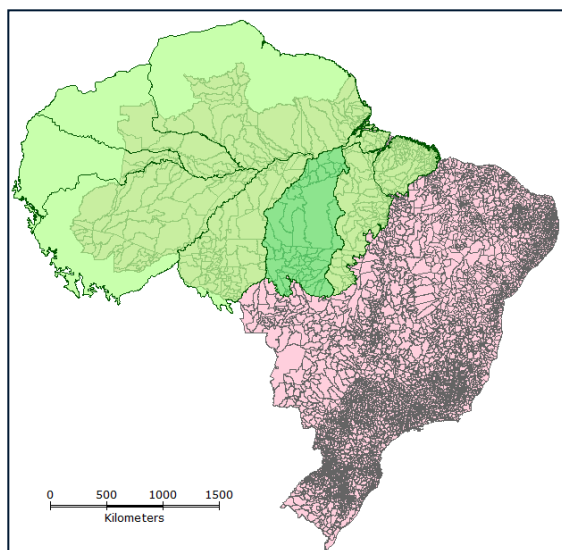


Operações geométricas - Interseção

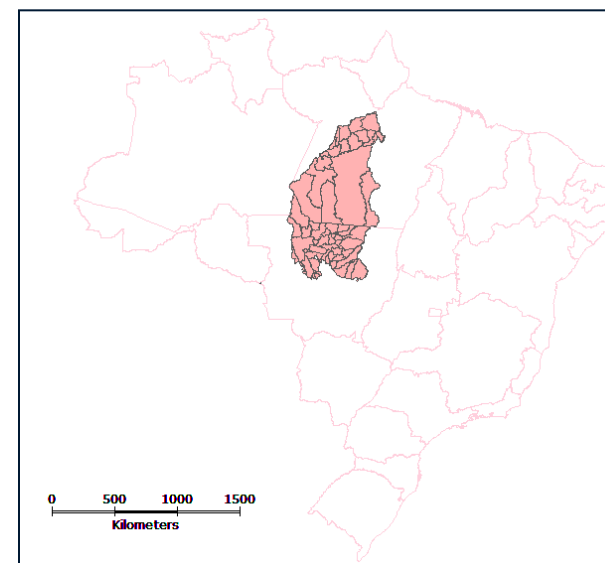
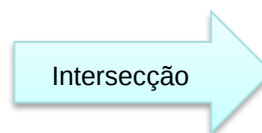
- Operação que permite identificar os objetos referentes a uma área geográfica coincidente em dois Planos de Informação.
- Útil para se recortar subáreas ou aplicar máscaras de modo a obter um subconjunto de objetos.



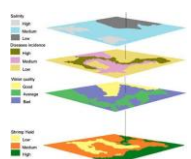
Ex: Área dos Municípios do Brasil que estão na bacia do Tapajós da Amazônia



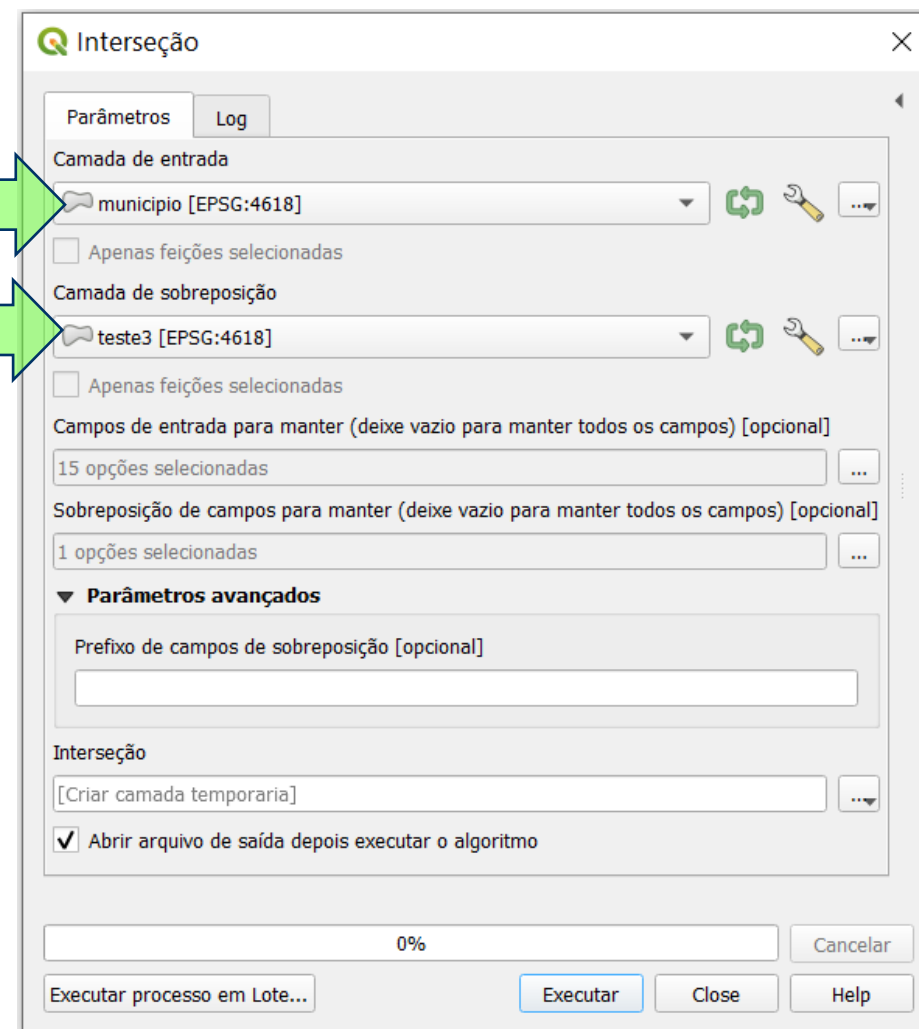
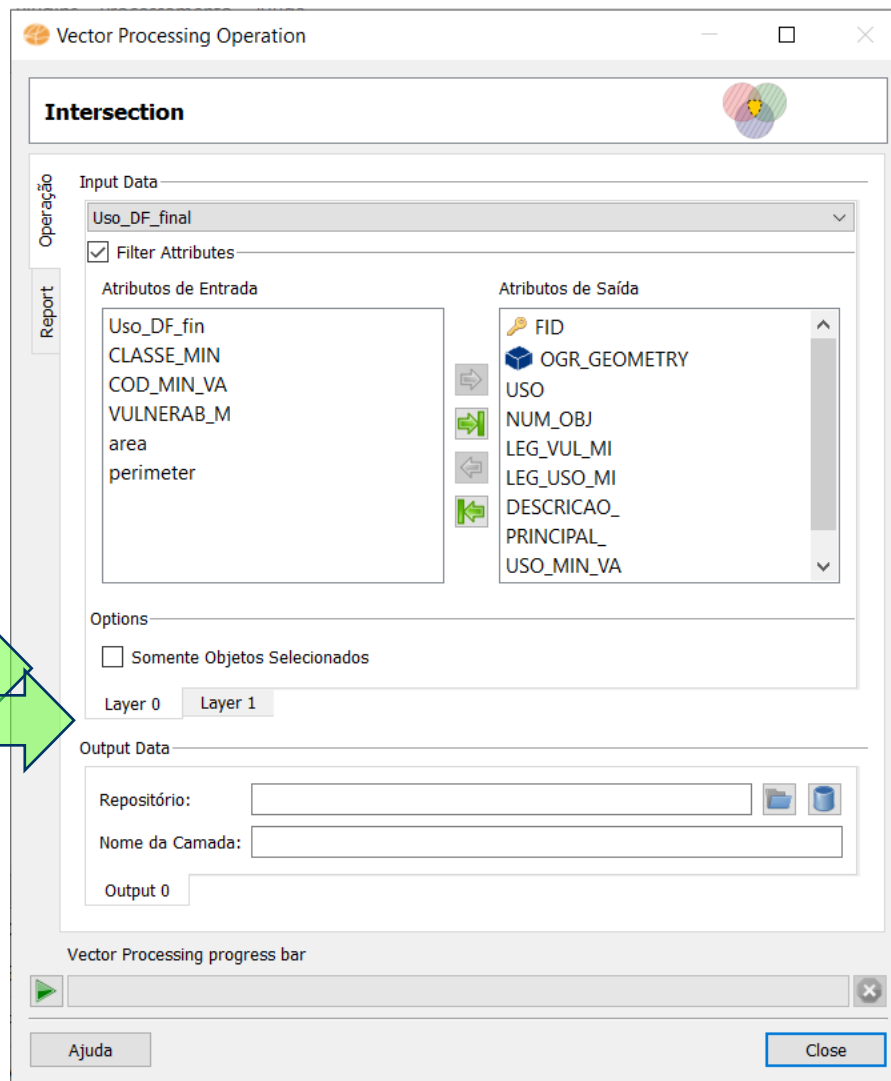
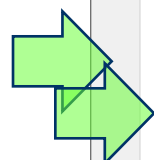
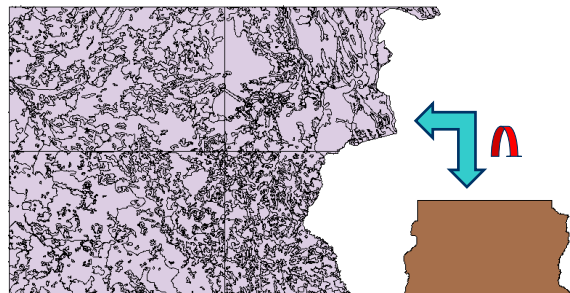
Municípios do Brasil e Endemismos na Amazônia



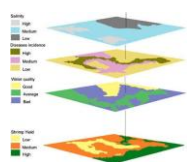
Municípios do centro de endemismo Tapajós



Operações geométricas - Interseção



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

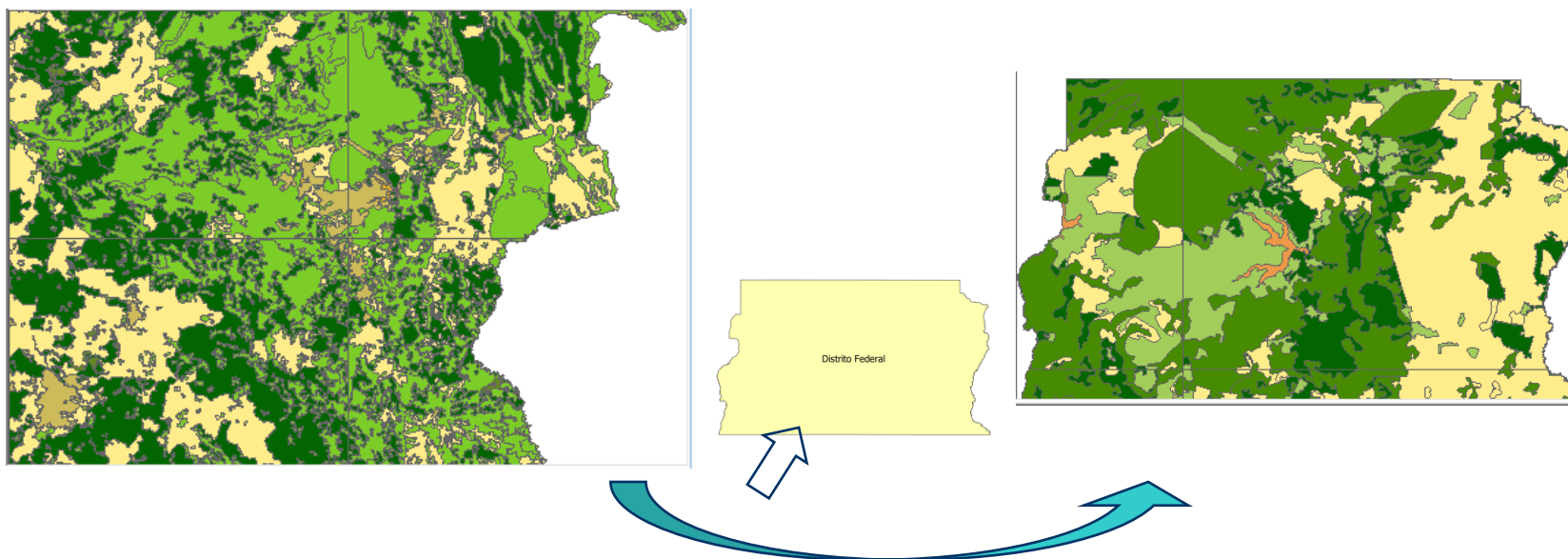


Exercício 8

Análise com operadores geométricos



- Operação Geográfica – Interseção

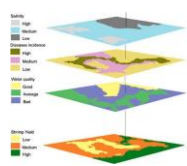


Passo 1 – Definir camadas com o resultado do exercício 7 (mapas de uso do solo mesclados) e municípios de Goiás.

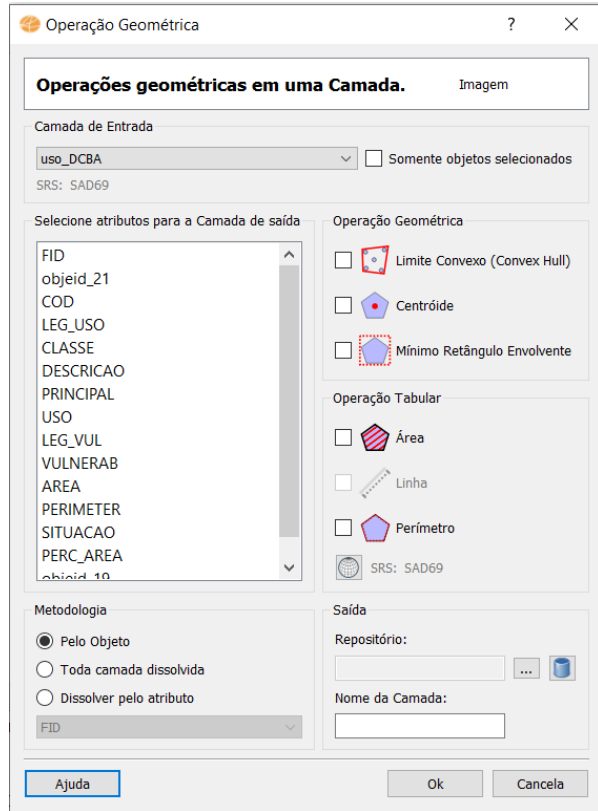
Passo 2 – Selecionar o DF por apontamento ou consulta por atributo;

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

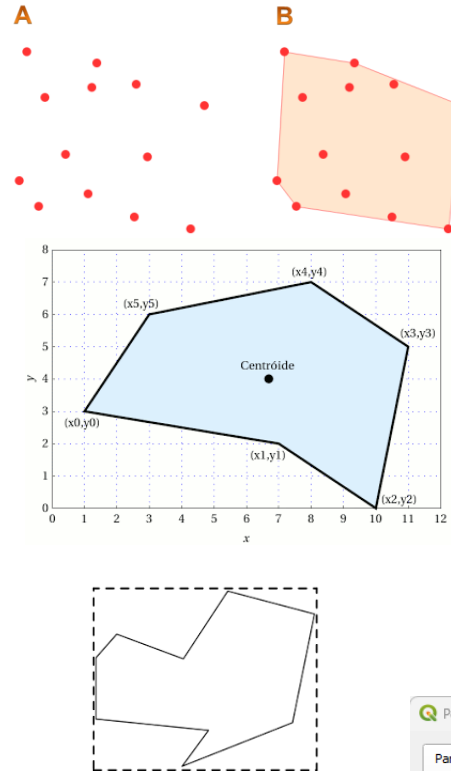
* Se desejar executar a operação de dissolve para remover as linhas de contornos das camadas de uso.



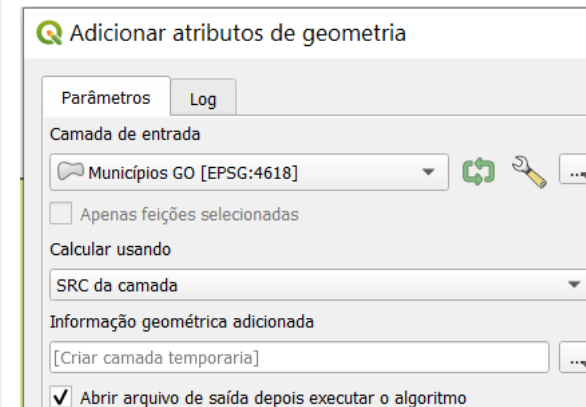
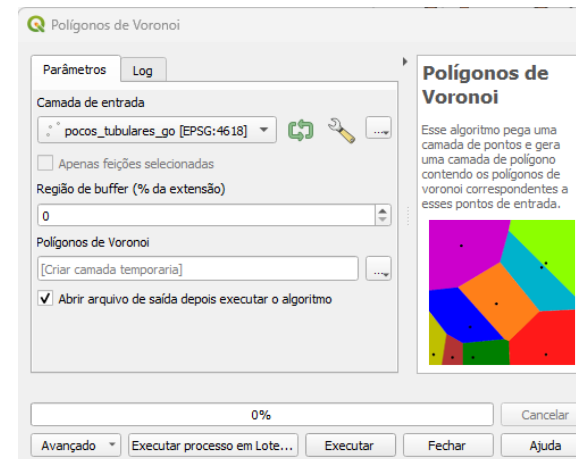
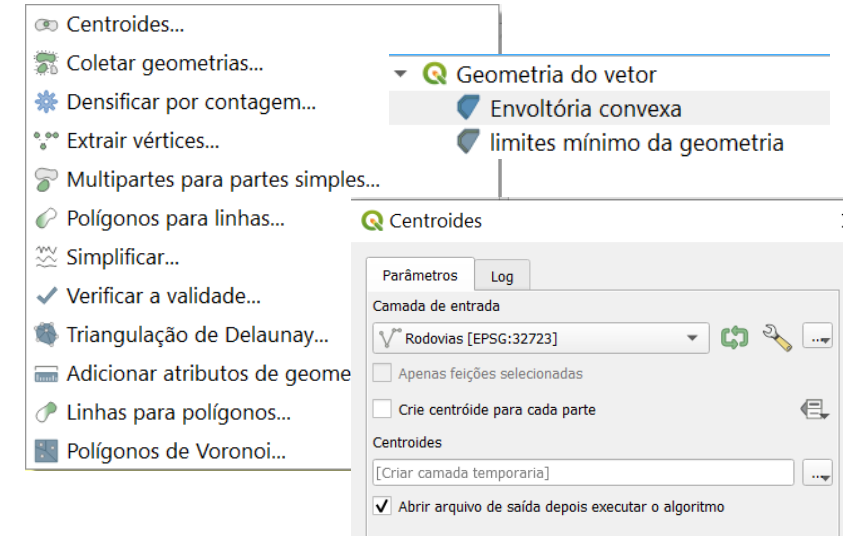
Operações geométricas (sobre uma camada)

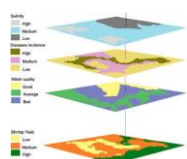


Polígonos de Voronoi



[Vetor] [Geometrias]



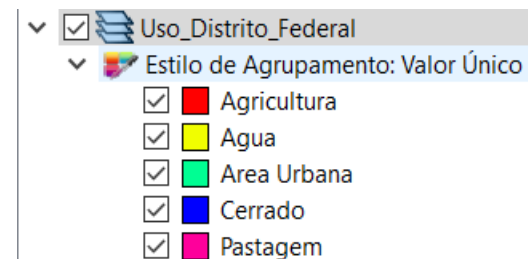
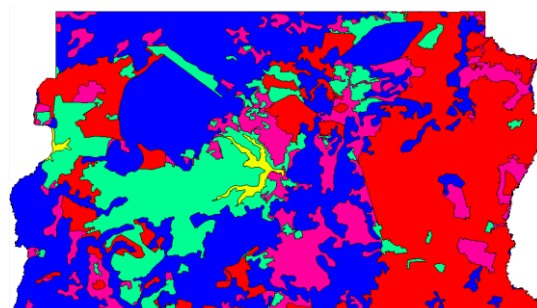


Exercício 9

Análise com operadores geométricos



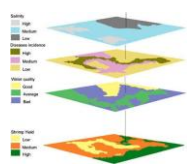
- Operação Geométrica – Área e Perímetro



	S_VUL_MI	LEG_USO_MI	DESCRICAO_	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;



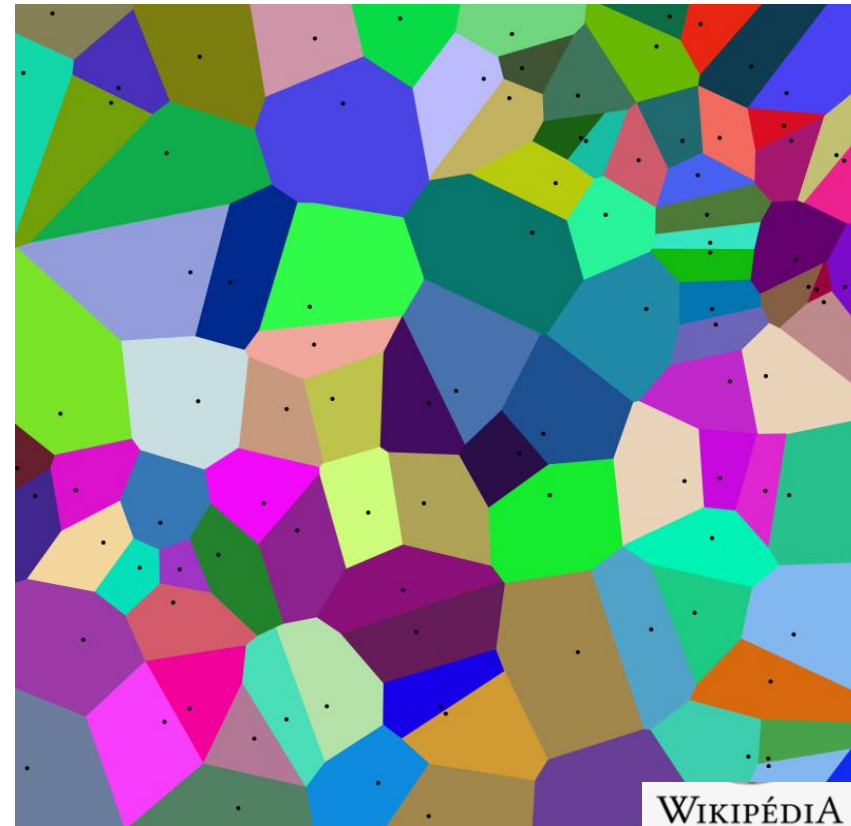
Operações geométricas (sobre uma camada) - Voronoi

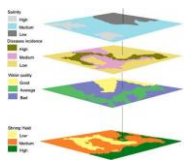
Polígonos de Thiessen ou diagramas de Voronoi

- 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.

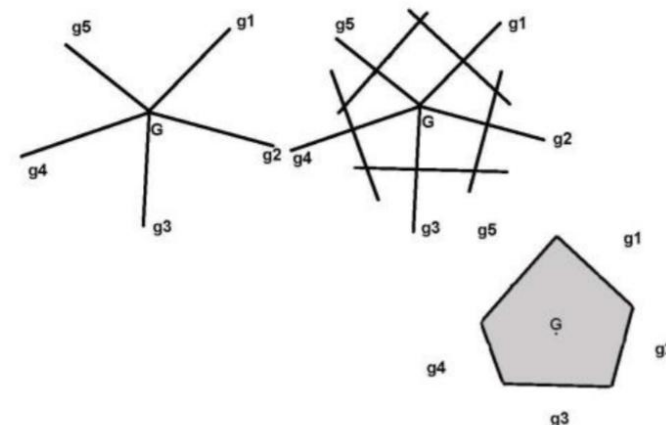


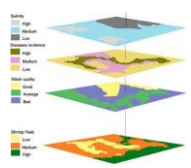


Operações geométricas (sobre uma camada) - Voronoi

- 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.



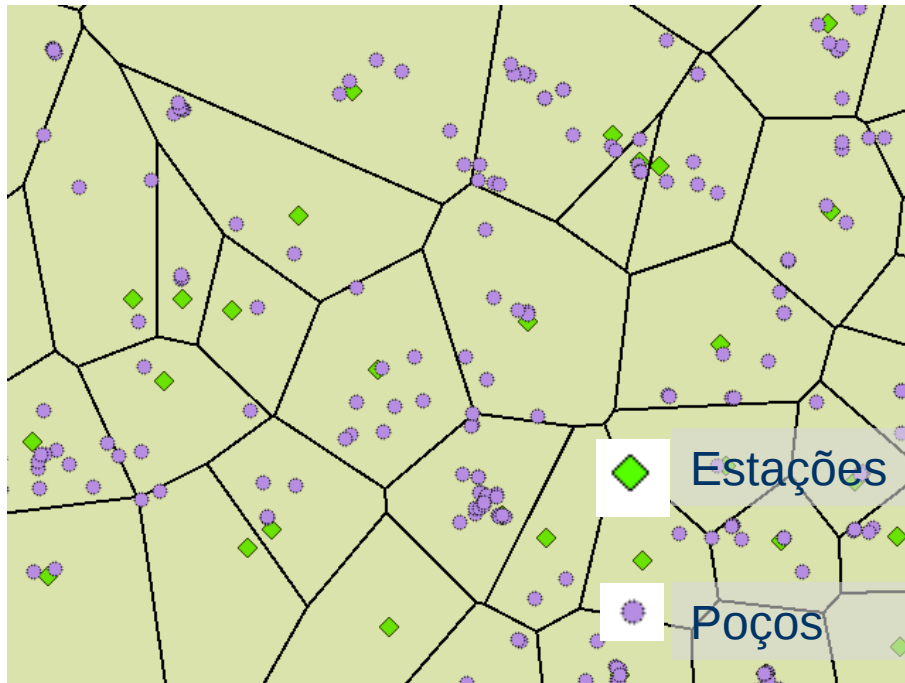


Exercício 10

Operações geométricas (sobre uma camada) – Voronoi

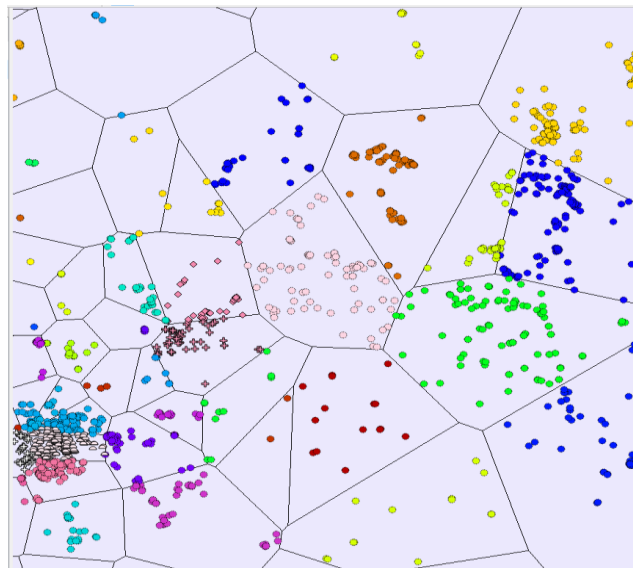


- Quais os poços de abastecimento mais próximos de cada estação de captação de água de GO ?



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;

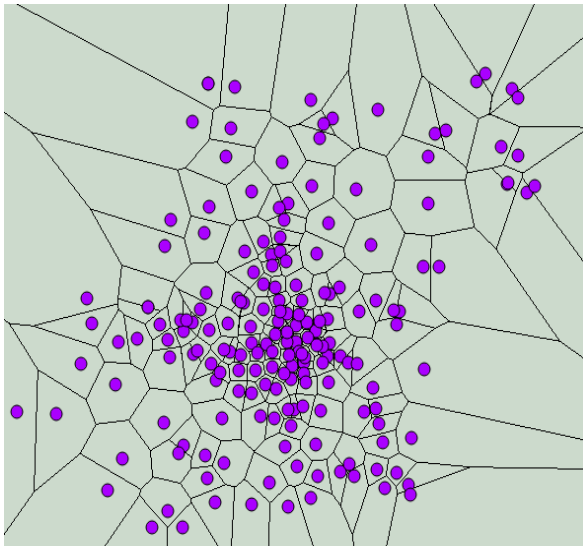
Operações geométricas (sobre uma camada) – Voronoi

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

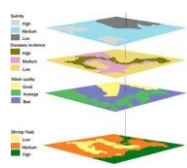
Na Prática

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

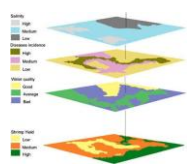
- Mapeamento: reclassificação, fatiamento, classificação
- Combinação: operações booleanas e aritméticas

- Locais

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

- Zonais

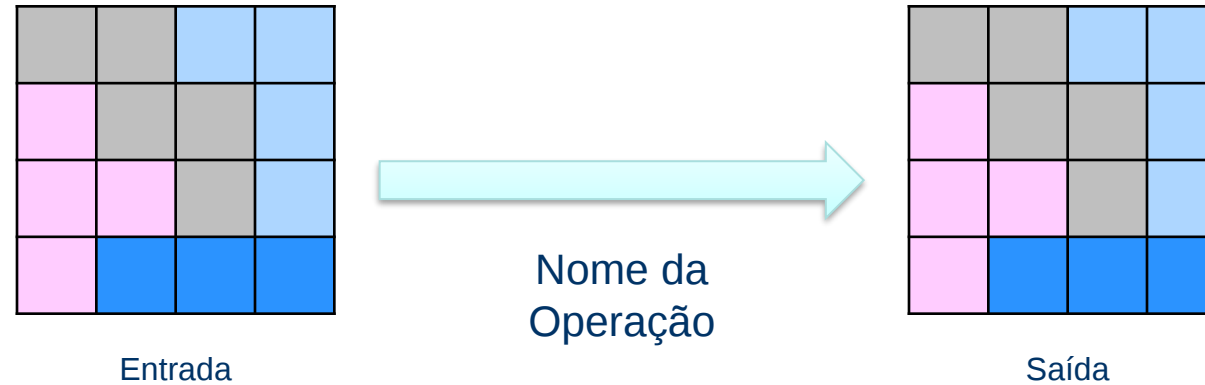
- função de uma zona delimitada por outro mapa
- Ex: altitude média de cada município do Ceará



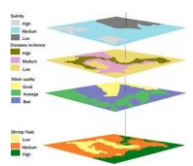
Álgebra de mapas (Inferência Espacial)

Operações Pontuais

Operações Unárias ou de mapeamento

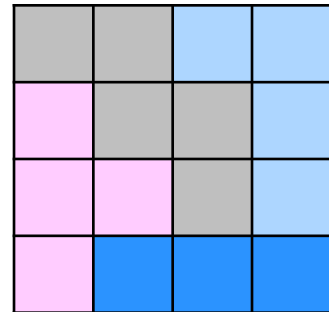


Operação	Entrada	Saída
Reclassificação	Temático	Temático
Ponderação	Temático	MNT
Fatiamento ou Classificação	Dado Sensoriamento Remoto	Temático
Fatiamento de classes	MNT	Temático



Operações Pontuais

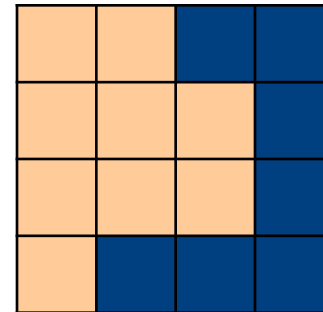
Reclassificação: mudança de atributos - união de classes com atributos comuns.



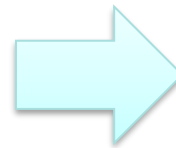
Entrada - temático



Reclassificação



Saída - temático



Operações Pontuais: geocampos (reclassificação)



- Reclassificar por camada
- Reclassificar por tabela

Fatiamento Matricial

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]

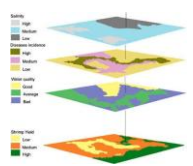
☒ Abrir arquivo de saída depois executar o algoritmo

Reclassificar por tabela

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

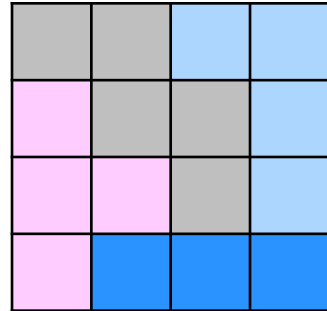
0%

Avançado Executar processo em Lote... Executar Fechar Ajuda



Operações Pontuais: geocampos

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



Entrada - temático

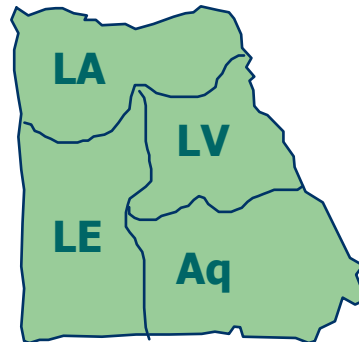


Ponderação

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

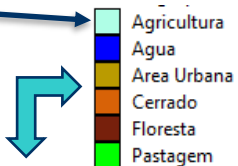
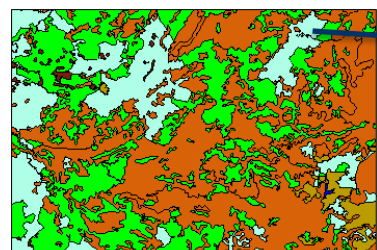
Saída - numérico

- LA → 0.35
- Aq → 0.6
- Outros → 0.2

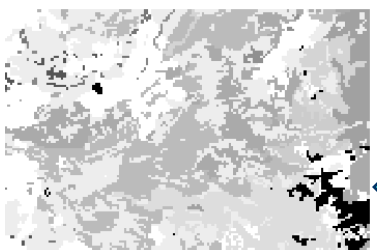


0.35	0.35	0.20
0.20	0.20	0.20
0.20	0.60	0.60

Operações Pontuais: geocampos (ponderação)



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



TerraView

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

QGIS

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

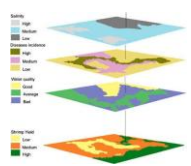
Resolução Vertical/Altura
0,000000

extensão de saída [opcional]
Não definido

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

0%

Avançado Executar processo em Lote... Executar Fechar Ajuda



Operações Pontuais: geocampos

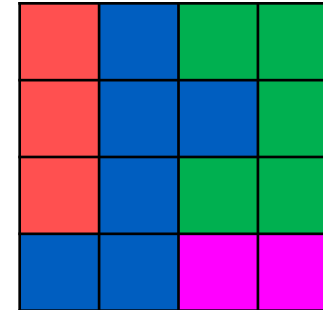
Transforma numérico em temático: diminui a variabilidade da informação.

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

Entrada – numérico

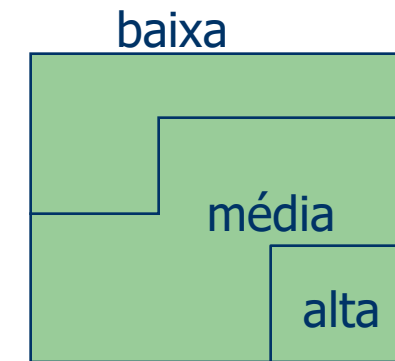


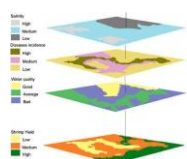
Fatiamento



Saída - temático

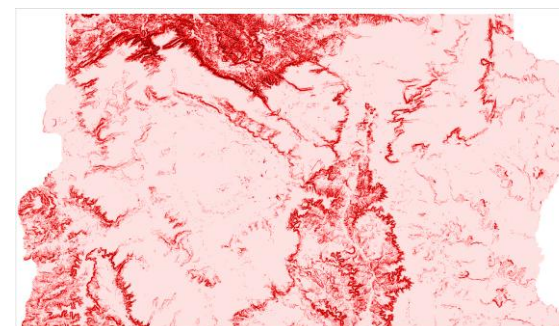
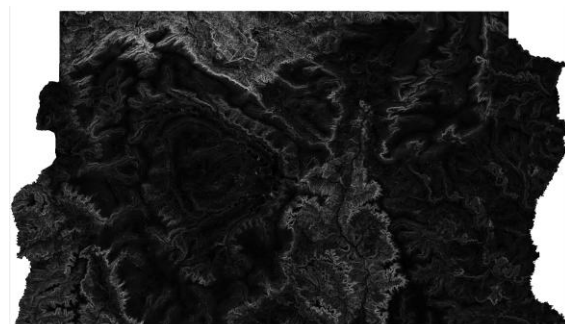
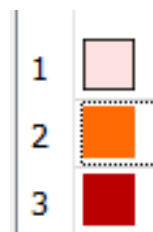
5.0	3.0	8.0
5.0	10.0	15.0
10.0	12.0	20.0

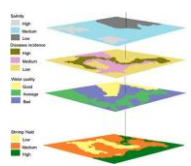




Fatiamento

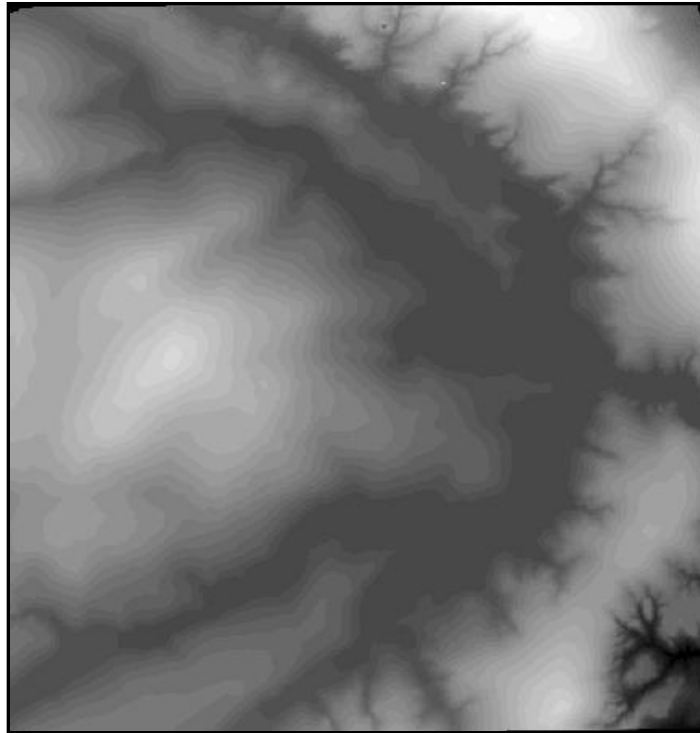
- Transforma numérico em temático: diminui a variabilidade da informação
 - Ex: mapa de declividade (graus) → mapa de fatias de declividade
 - [0.0 – 9.9] → baixa
 - [10.0 – 19.9] → média
 - Acima de 20.0 → alta



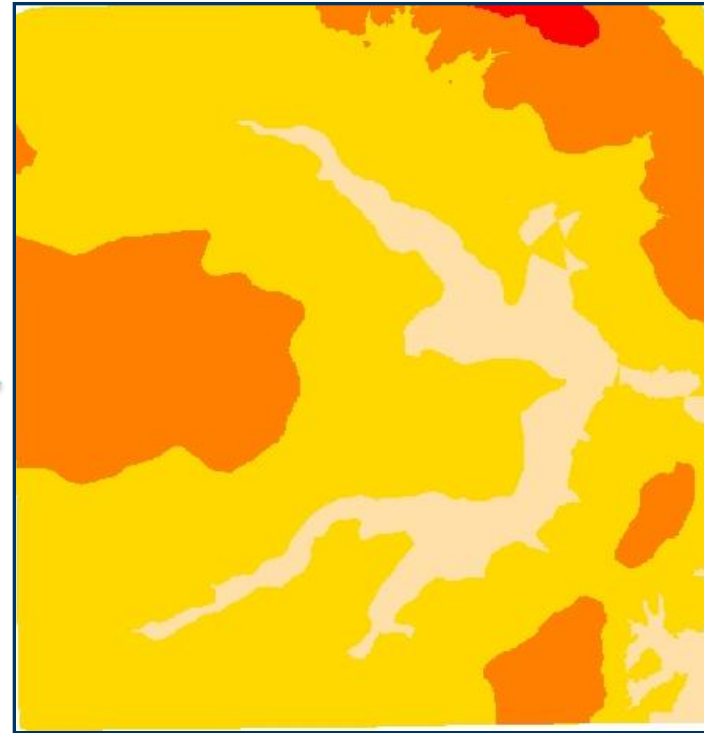


Fatiamento de grade de altimetria

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

Atributo: USO

Fatias: 5

Precisão: 6

Desvio Padrão: 0.50

Barra de Cor

☒ Usar Esquema

Catálogo: Default

Grupo: Classification

Esquema: Land Use 2

Salvar

Aplicar

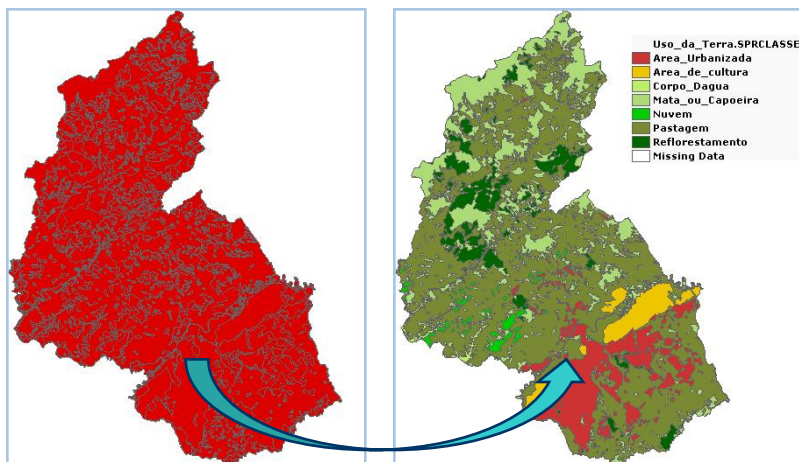
Ajuda

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

Tipo: Passo Igual

Passos: 13

Precisão: 1

Barra de Cor

☐ Usar Esquema

Catálogo:

Grupo:

Esquema:

Salvar

Aplicar

Ajuda

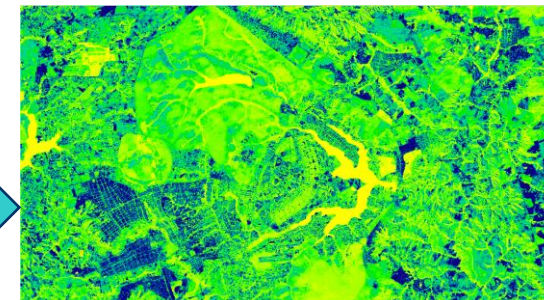
Ok

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

Estilização de camadas

Municípios GO - Mesorregião copiar

Categorizado

Valor: abc NOMEMESO

Símbolo: [Green Box]

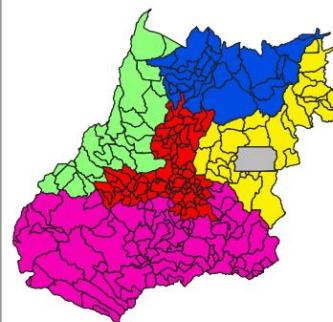
Gradiente de cores: Random colors

Símbolo	Valor	Legenda
☒ [Red Box]	CENTRO GOIANO	CENTRO GOIANO
☒ [Yellow Box]	LESTE GOIANO	LESTE GOIANO
☒ [Green Box]	NOROESTE GOIANO	NOROESTE GOIANO
☒ [Blue Box]	NORTE GOIANO	NORTE GOIANO
☒ [Pink Box]	SUL GOIANO	SUL GOIANO
☒ [Gray Box]	todos os outros valores	DF

Classificar [+] [-] Excluir Tudo Avançado

Renderização da camada

Atualização ao vivo Apply



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

Matriz

Estilização de camadas

B4

Banda simples falsa-cor

Banda: Banda 1 (Gray)

Mín: 1 Máx: 133

Configurações de Valor Min / Max

Interpolar: Método Discreto

Gradiente de cores: [Color Bar]

Sufixo da unidade rotulada: [Empty]

Label precision: 0

Valor <=	Cor	Rótulo
27	[Dark Purple Box]	<= 27
54	[Dark Blue Box]	27 - 54
80	[Teal Box]	54 - 80

Modo: Intervalo igual Clases: 5

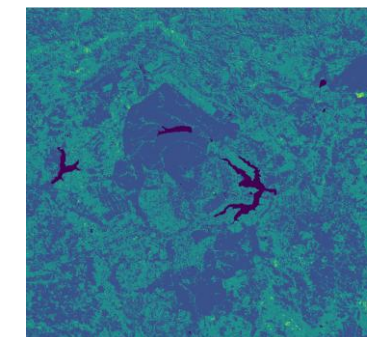
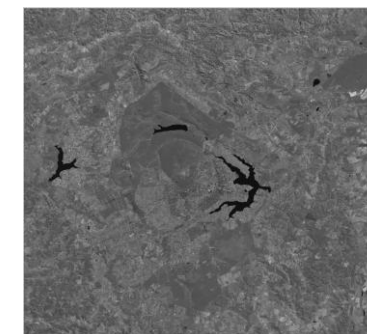
Classificar [+] [-] [Reset] [Save] [Load]

Recortar fora do intervalo de valores

Renderização da camada

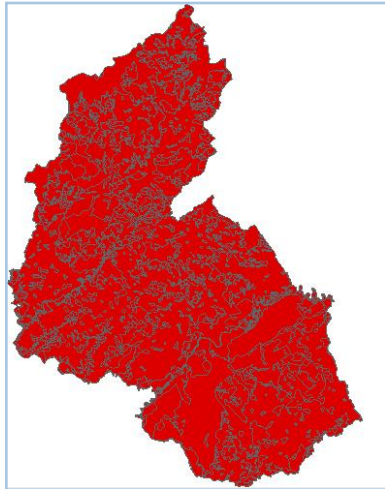
Modo de mistura: Normal

Atualização ao vivo Apply



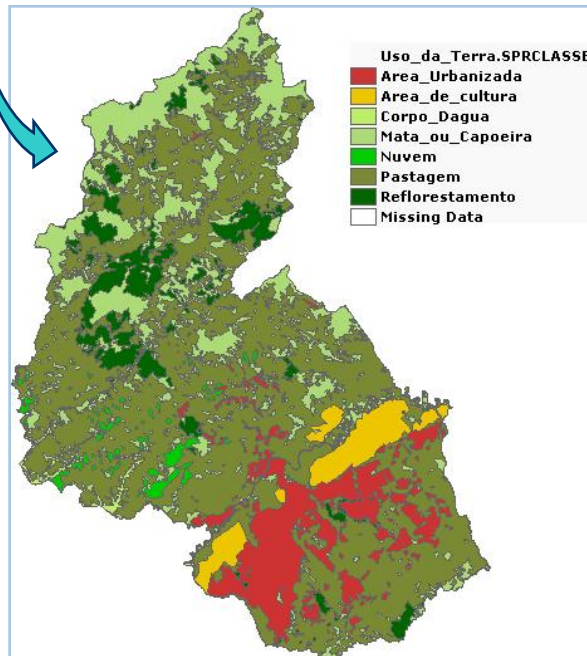
Editar Legenda (Agrupamento)

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)

TerraView

Funcionalidade disponível após o link das tabelas.

QGIS

Necessidade de realizar a sumarização em etapa anterior.

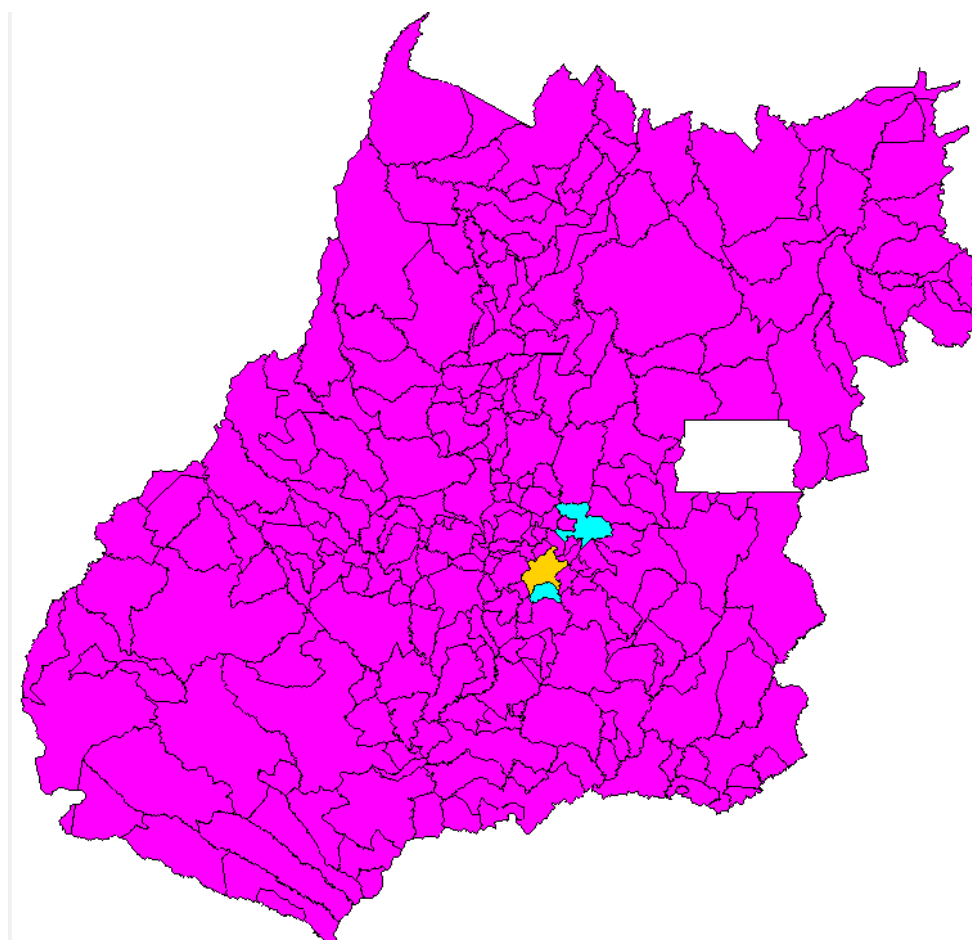
Para dados vetoriais (+ tabela associada)

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

 Estilo de Agrupamento: Passo Igual

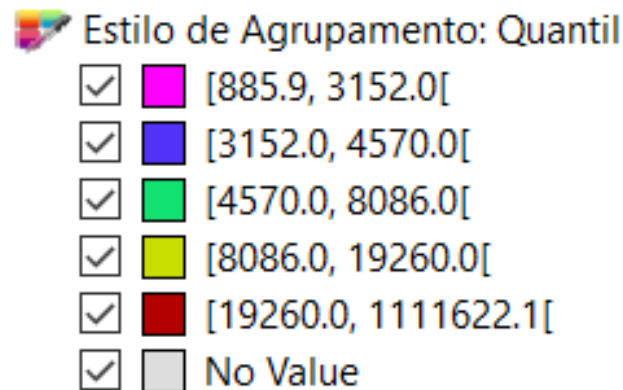
- ☒  [885.9, 223033.2]
- ☒  [223033.2, 445180.4]
- ☒  [445180.4, 667327.6]
- ☒  [667327.6, 889474.8]
- ☒  [889474.8, 1111622.1]
- ☒  No Value

População 2001
Vmin = 885
Vmax = 1111622

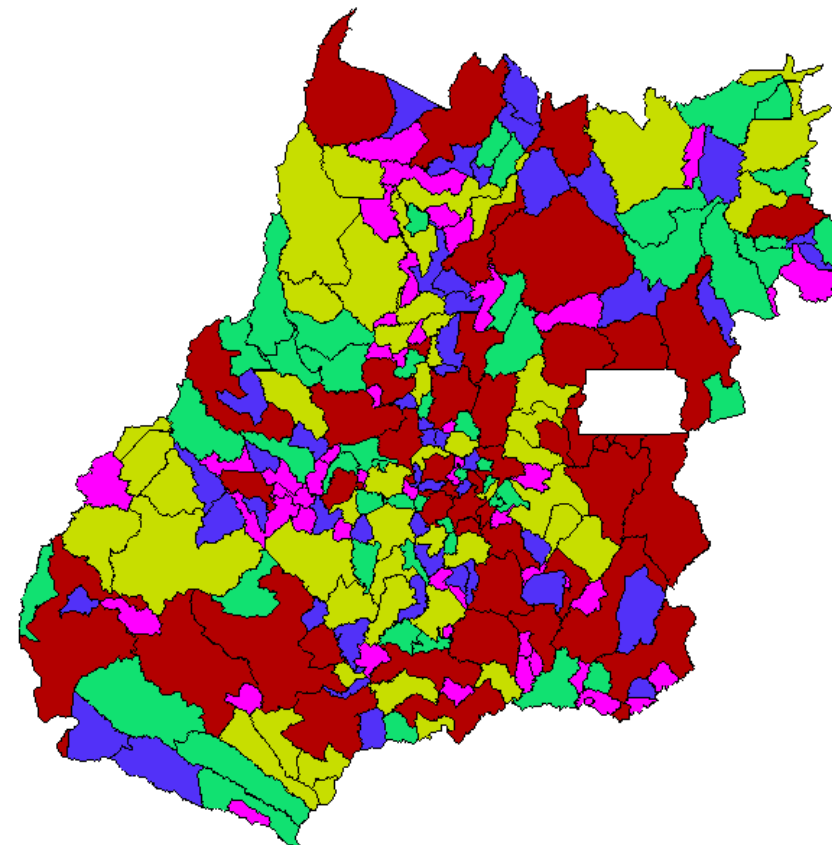


Para dados vetoriais (+ tabela associada)

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.



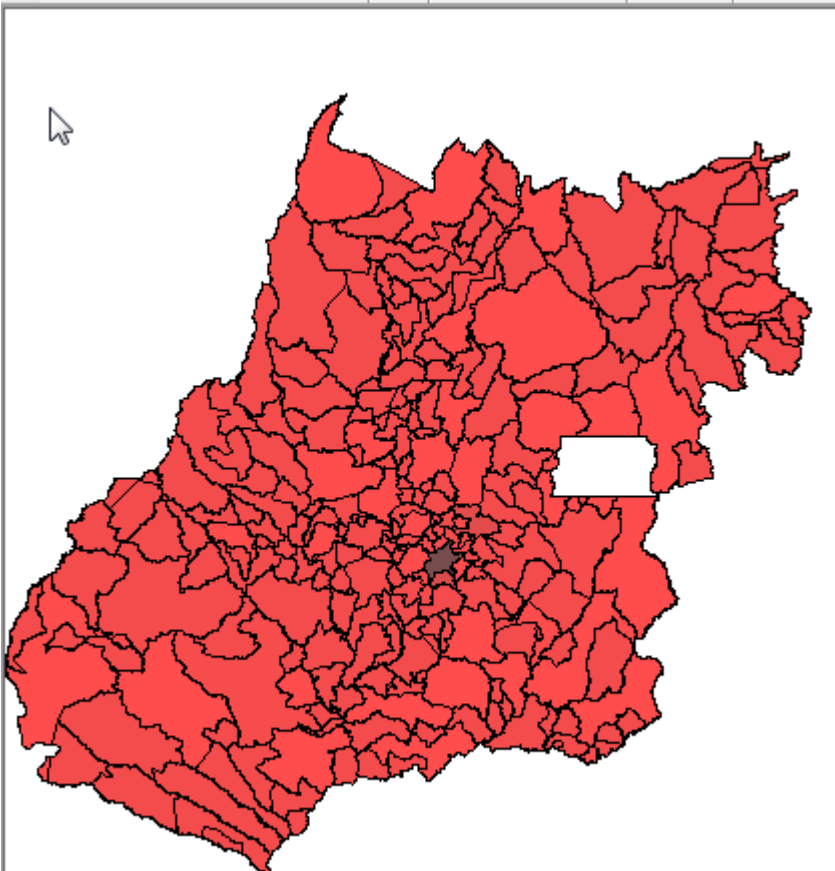
População 2001
Vmin = 885
Vmax = 1111622



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	111162.22	98679.00 ~ 111162.22	1

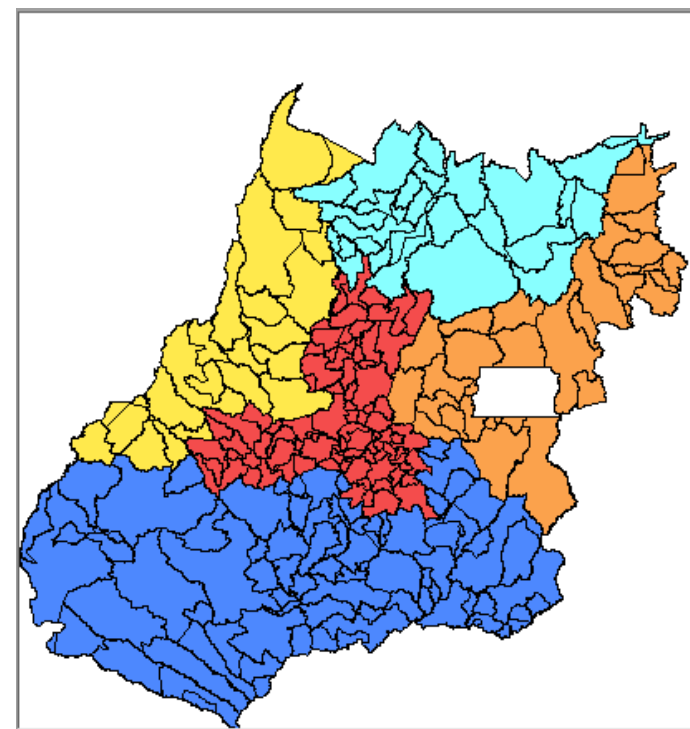


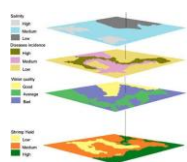
População 2001
Vmin = 885
Vmax = 1111622

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





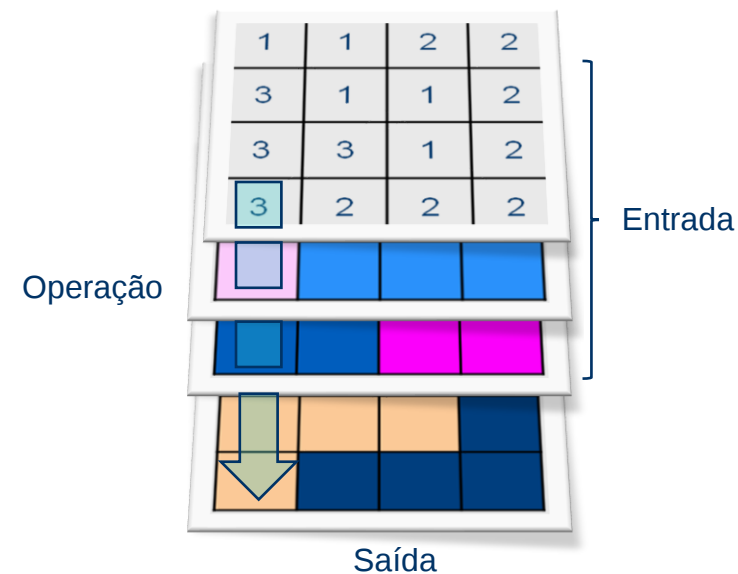
Operações Pontuais

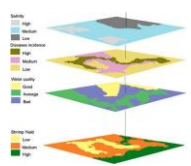
Operações Binárias ou conhecidas como Inferência Geográfica

- 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





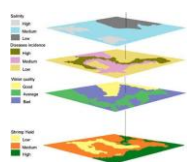
Operações Pontuais

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

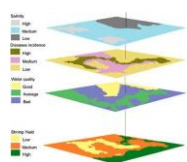




Geocampos - Operação booleana

- 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

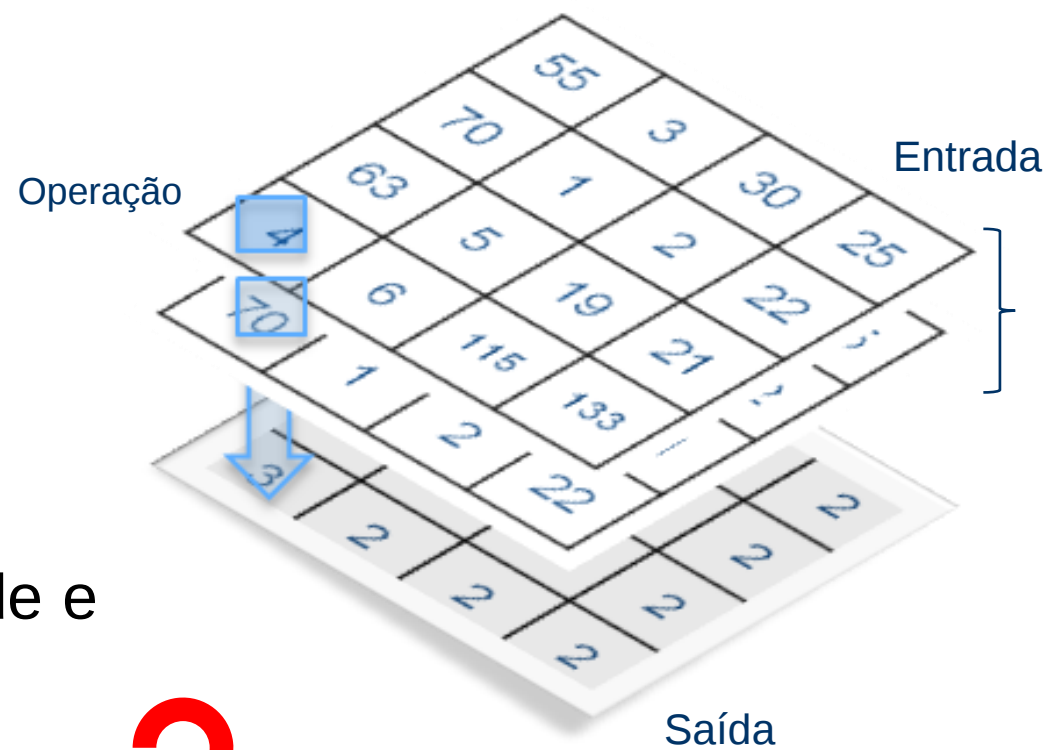
Exemplos:

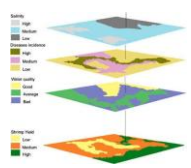
- Equação universal de perda de solo

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

- Média ponderada para combinar declividade e solo para estimar Adequação

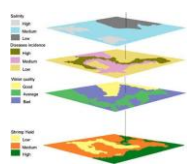
$\text{Adequação} = [2 * \text{solo_ponderado} + 5 * (1 / \text{declividade})] / 7$



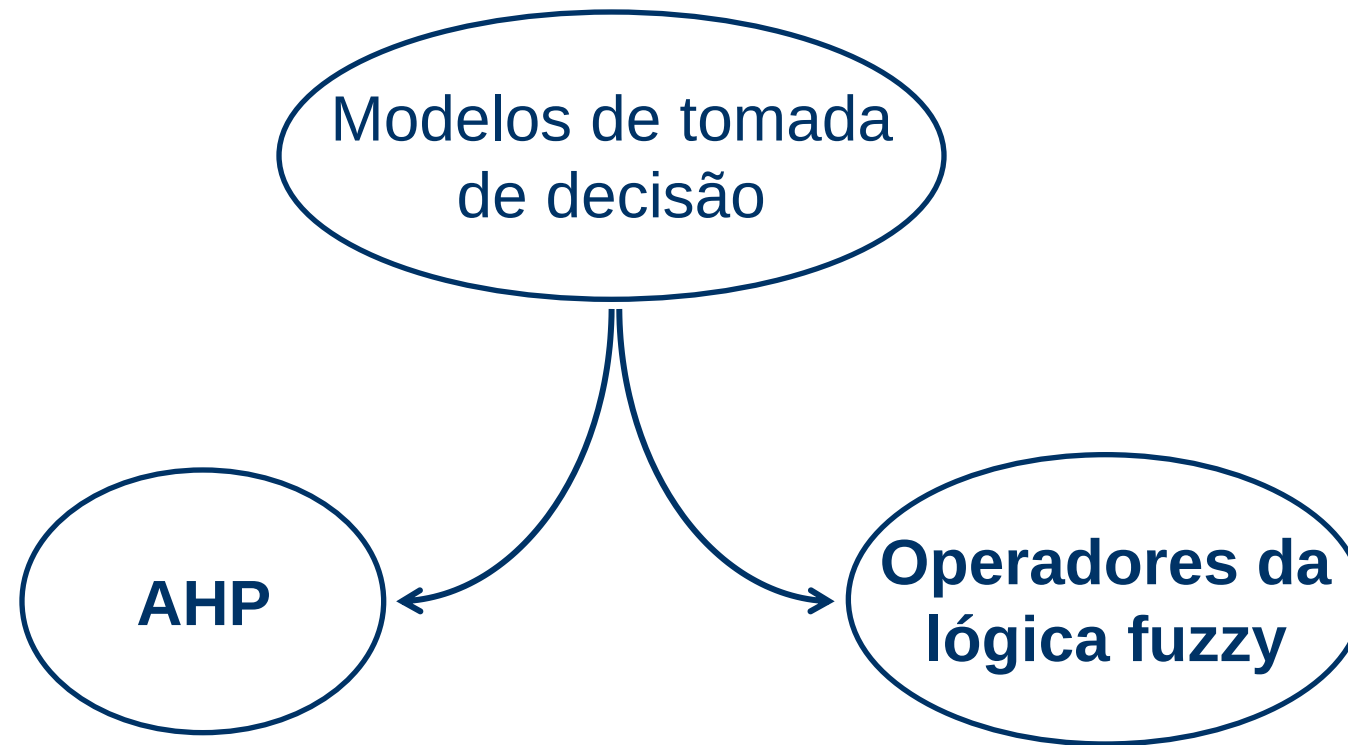


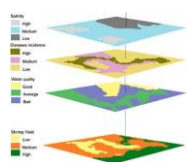
Suporte à Decisão - Conceitos Básicos

- 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.



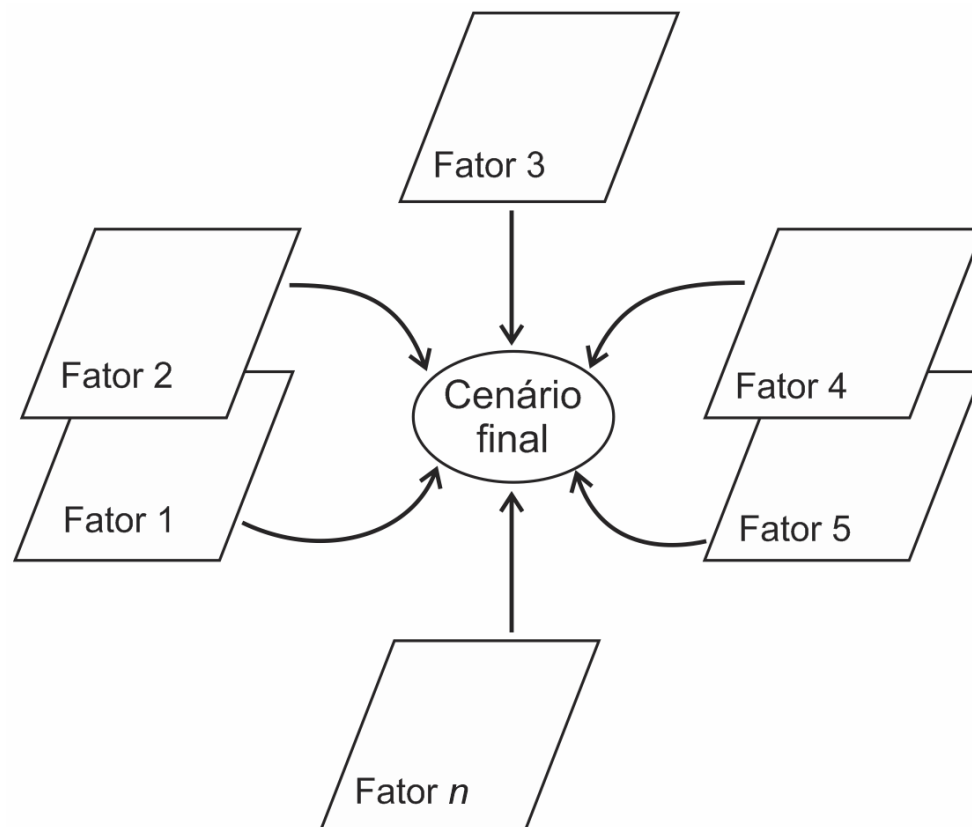
Geoprocessamento e Suporte a Decisão



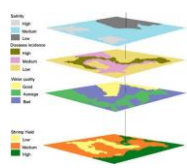


Geoprocessamento e Suporte a Decisão

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



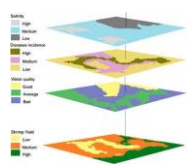
AHP -
Processo
Analítico
Hierárquico



A Técnica AHP - Processo Analítico Hierárquico

Livro: *Multicriteria Decision Making - The Analytical Hierarchy process* Pittsburgh, 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

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

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



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,

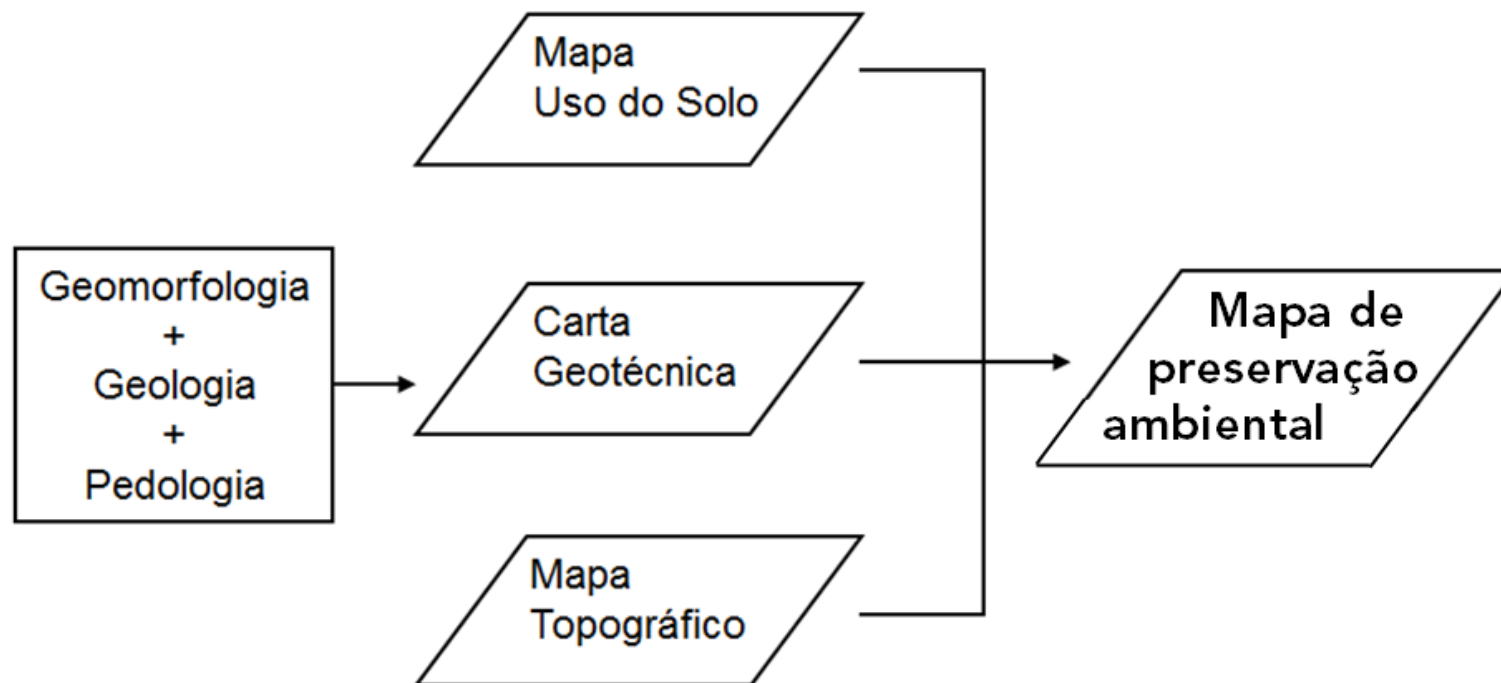
A razão de consistência (RC) que é a tolerância permitida, é estimada pela expressão: $RC = IC/IR$

IC

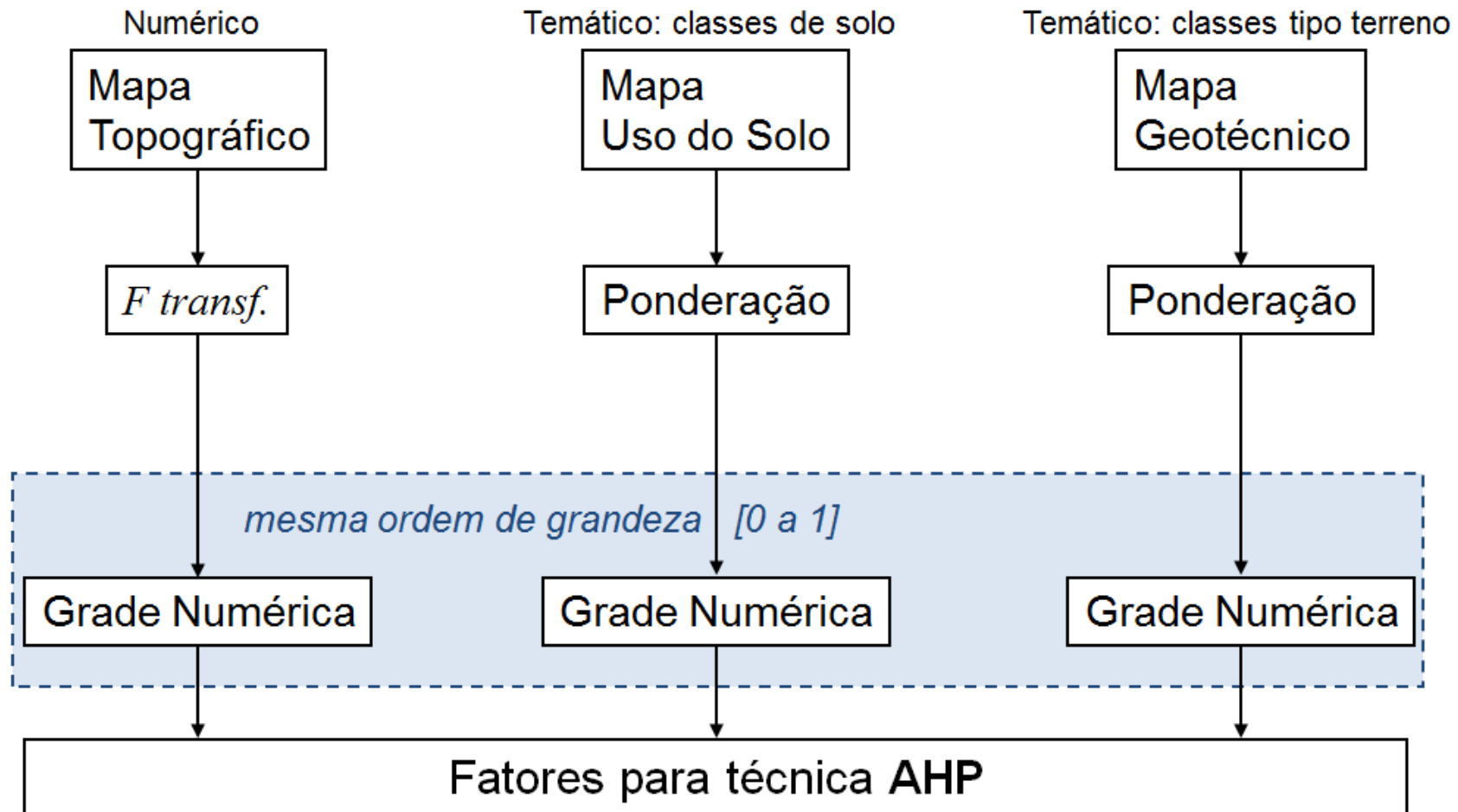
μ = valor médio do vetor de consistência

Exemplo de uso da Técnica AHP

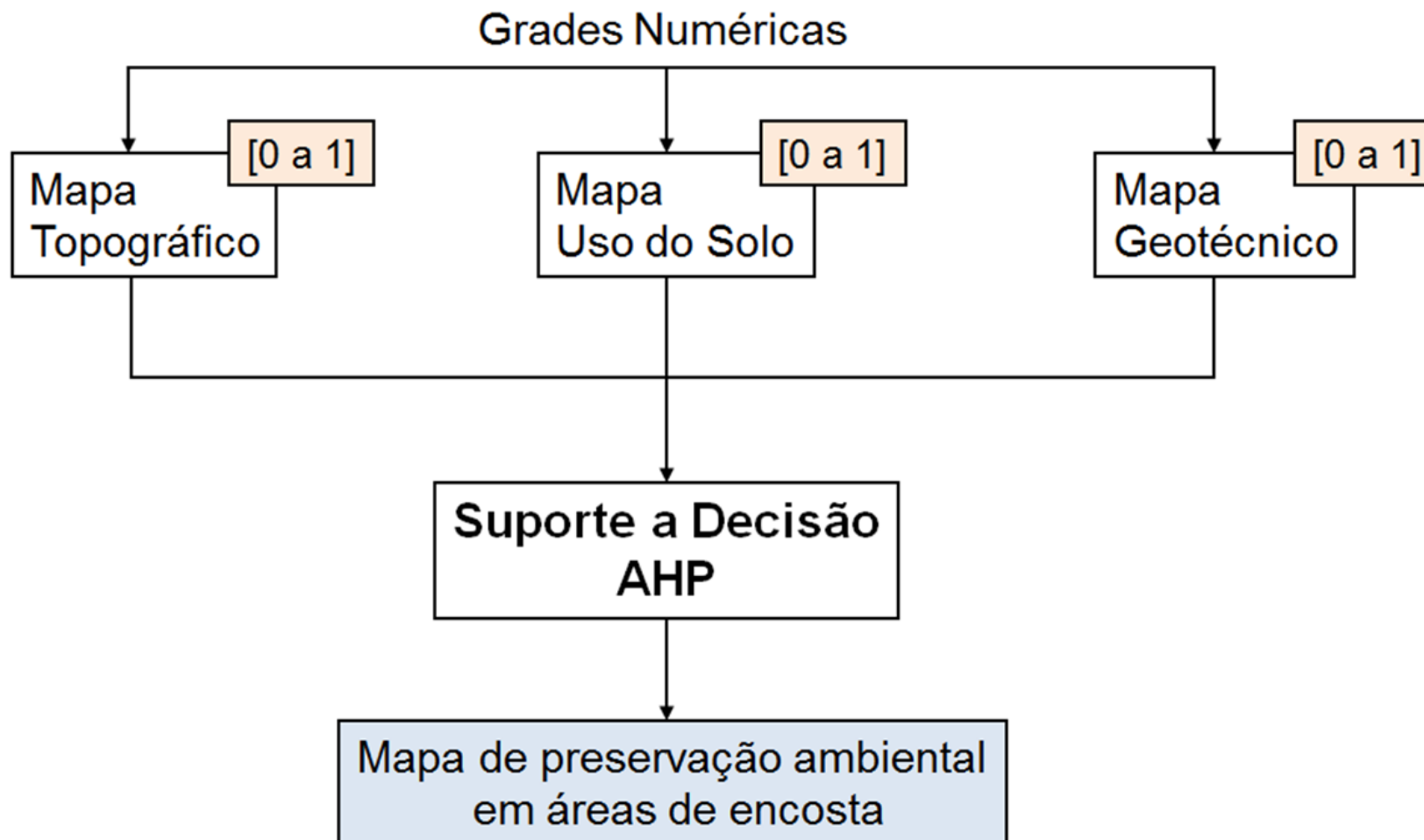
Estudo de preservação ambiental em áreas de encosta, para estabelecer uma política de ocupação associada a mapas de risco de deslizamento e impacto ambiental.



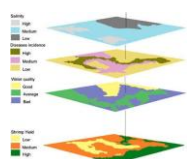
Exemplo de uso da Técnica AHP



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 *

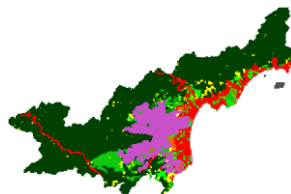
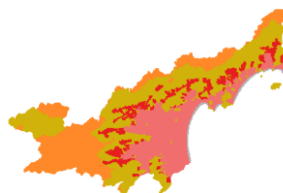
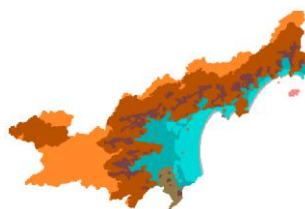
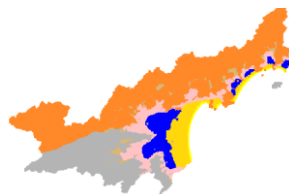
José Simeão de Medeiros *

*INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

crepani@ltd.inpe.br

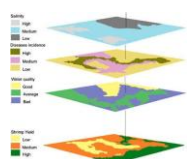
simeao@dpi.inpe.br

Como cruzar as
quatro camadas e
definir diferentes
pesos entre elas ?



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	Latossolos 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.



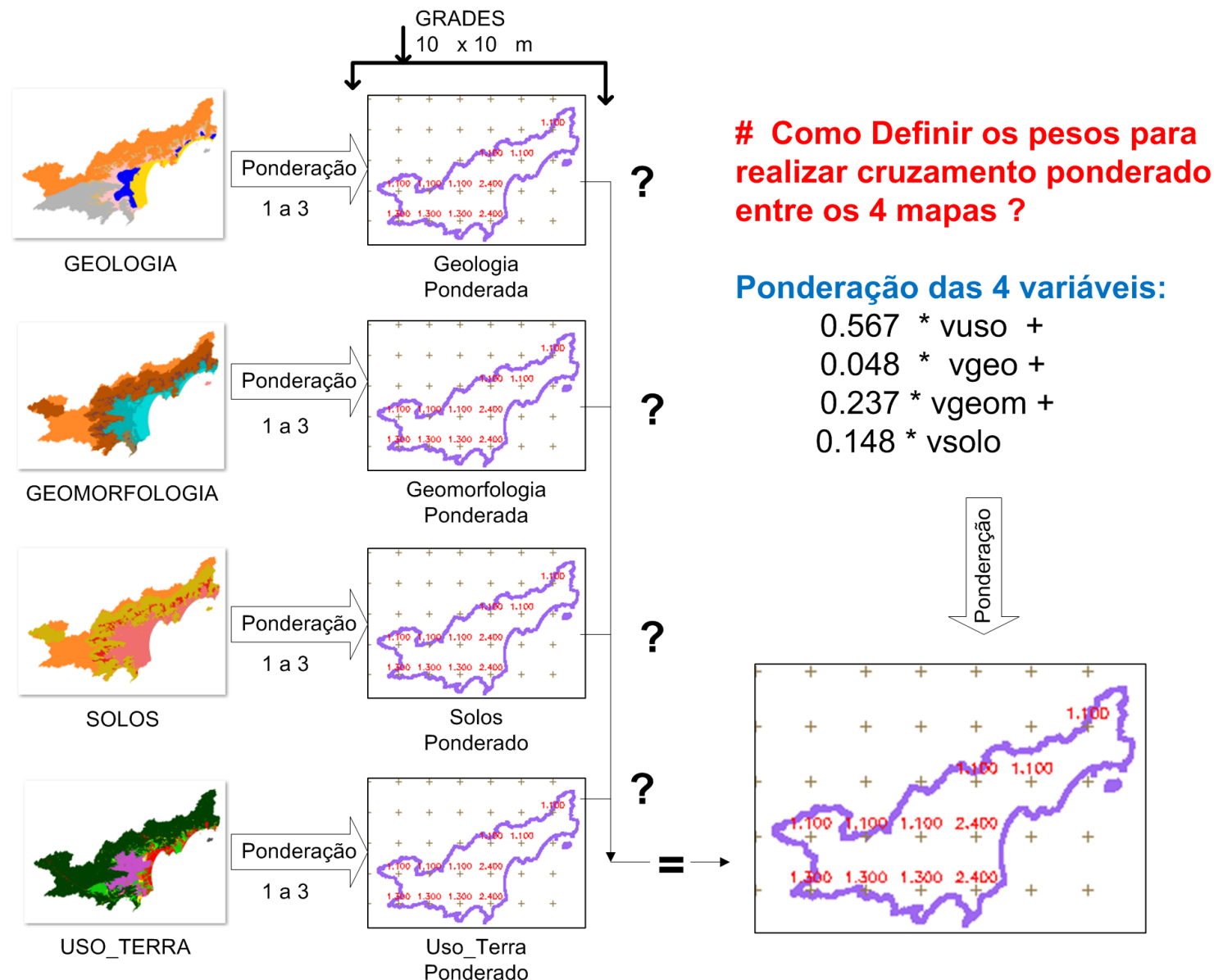
Exercício 11

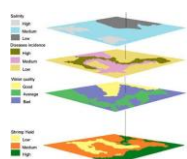
Análise Espacial – AHP Multicritério



ETAPAS

1. Carregar as tabelas da base GeoPackage
2. Ponderar cada tema em função dos pesos apontados pelo autor
3. Rasterizer (converter de vetor para raster) cada tema.
4. Executar análise AHP
5. Cruzar as camadas matriciais com a Calculadora Raster





Exercício 11

Análise Espacial – AHP Multicritério



Calculadora AHP Online

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

PASSO 1

Select number of criteria:

Input number and names (2 - 20)

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

PASSO 2

AHP Criteria Names

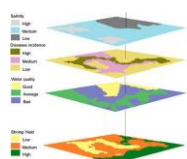
Please fill out

AHP priorities	
Name of Criteria	
1	Geologia
2	Geomorfologia
3	Solos
4	Uso Terra
max. 45 character ea.	
OK	

PASSO 3

Pairwise Comparison

	A - wrt AHP priorities - or B?		Equal	How much more?
1	☐ Geologia	☒ Geomorfologia	☐ 1	☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9
2	☐ Geologia	☒ Solos	☐ 1	☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9
3	☐ Geologia	☒ Uso Terra	☐ 1	☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☒ 9
4	☐ Geomorfologia	☒ Solos	☐ 1	☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9
5	☐ Geomorfologia	☒ Uso Terra	☐ 1	☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☒ 7 ☐ 8 ☐ 9
6	☐ Solos	☒ Uso Terra	☐ 1	☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☒ 8 ☐ 9
CR = 8.6% OK				
Calculate		Download_(.csv) ☐ 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:

▼

+

$\sqrt{x}$

$\sin$

$\cos$

$\tan$

$\arcsin$

$\arccos$

$\arctan$

x^y

$\log$

$\ln$

7

8

9

4

5

6

1

2

3

0

.

+/-

$\div$

$\times$

$-$

$+$

CE

C

☐ Normalizar

Saída

Repositório:

C:/Curso_FGeo/Exercicios_resolvidos/Ex4_3/Vulnerabilidade_total.tif

...

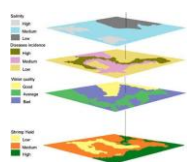
Nome da Camada:

Vulnerabilidade_total.tif

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 - SADP

☒ Adicionar resultado ao projeto

Operadores

+ * rquad cos sen tan log10 (

- / ^ acos asen atan ln)

< > = != <= >= AND OR

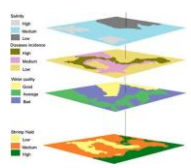
abs Mín max

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

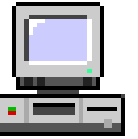
Expressão válida

OK Cancel Help

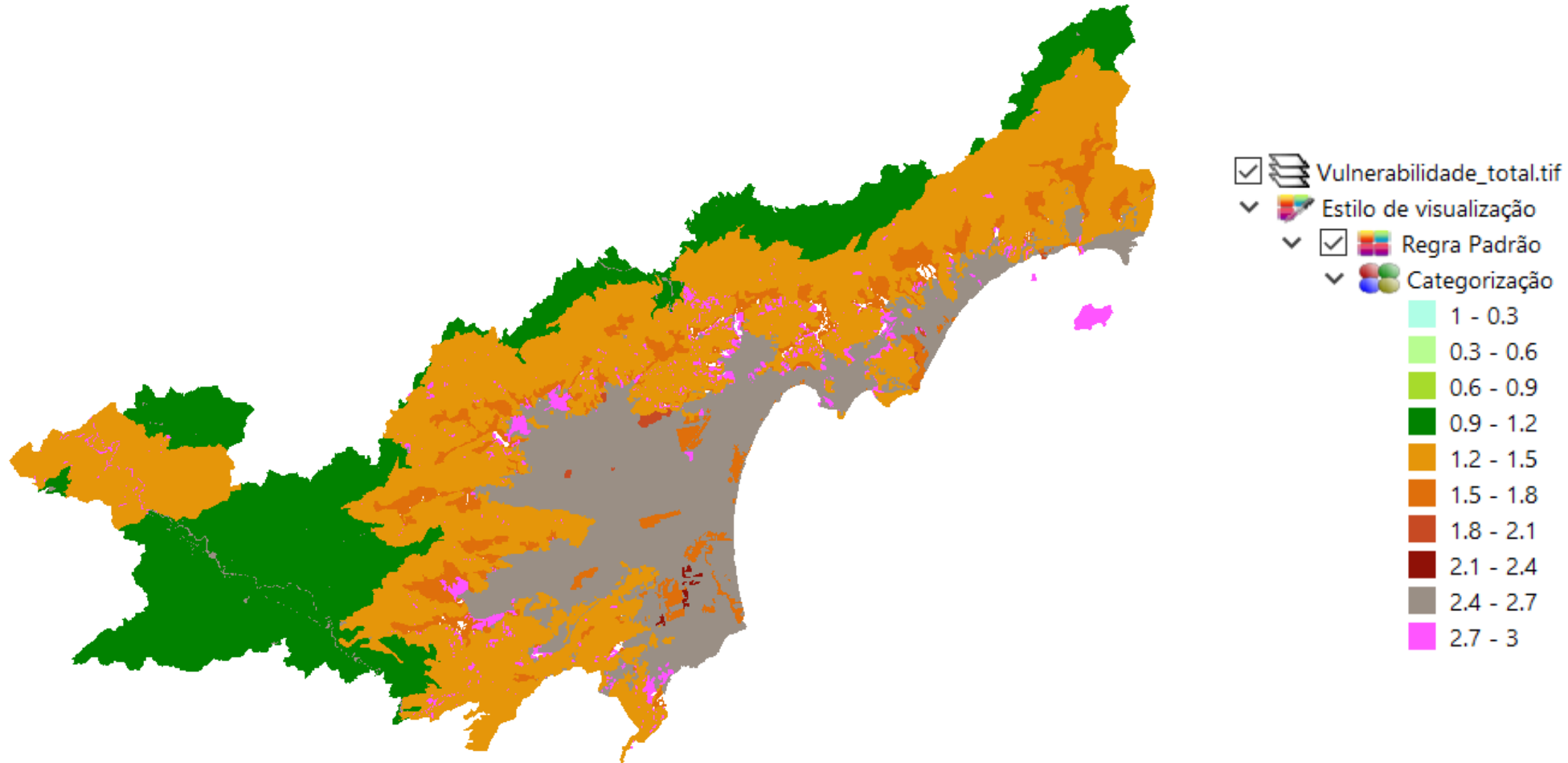


Exercício 11

Análise Espacial – AHP Multicritério



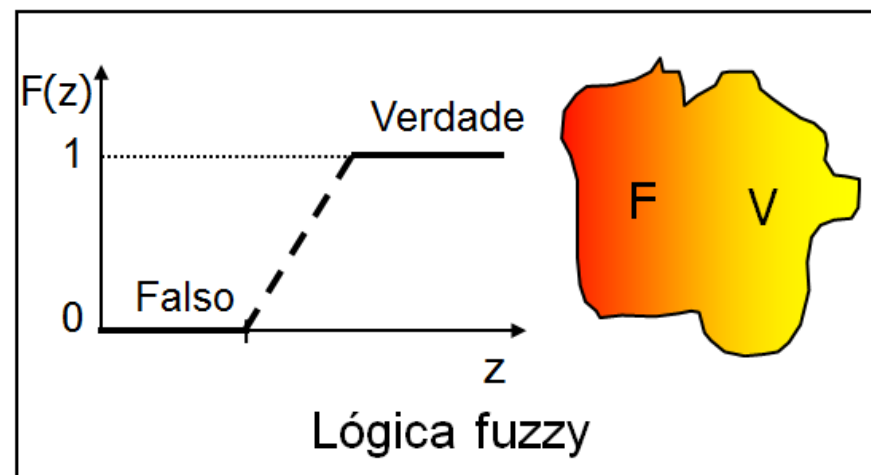
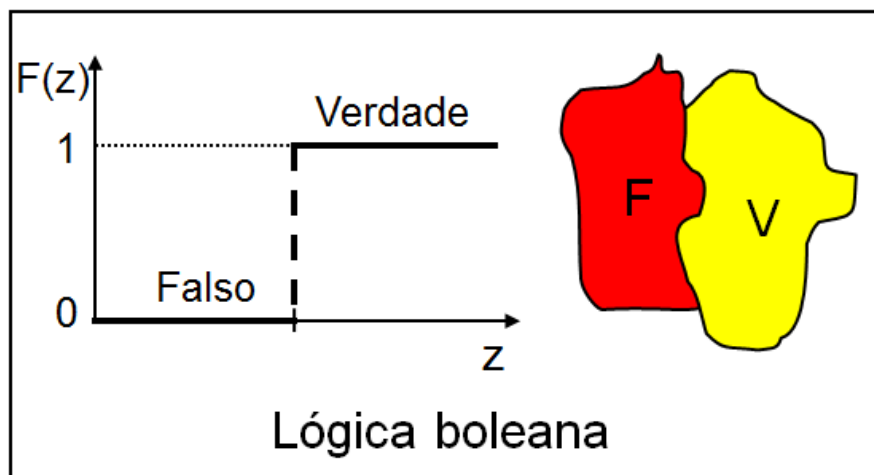
- Vulnerabilidade Total

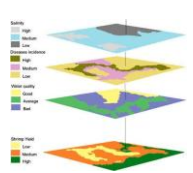


Lógica Fuzzy

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

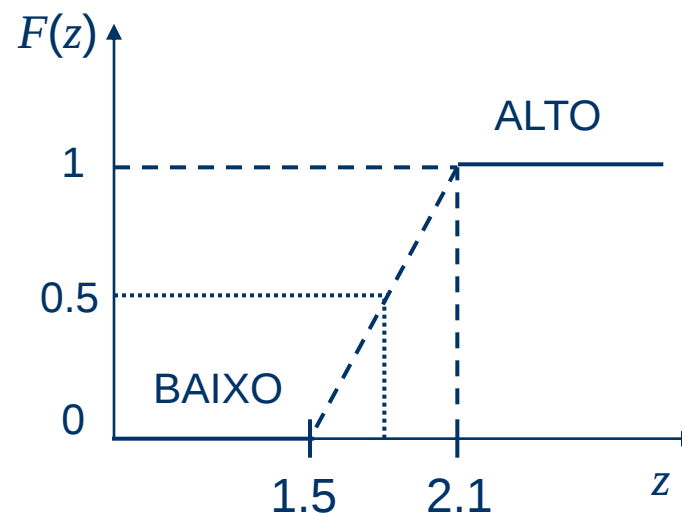
Exemplo: Pessoas e alturas.

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

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?

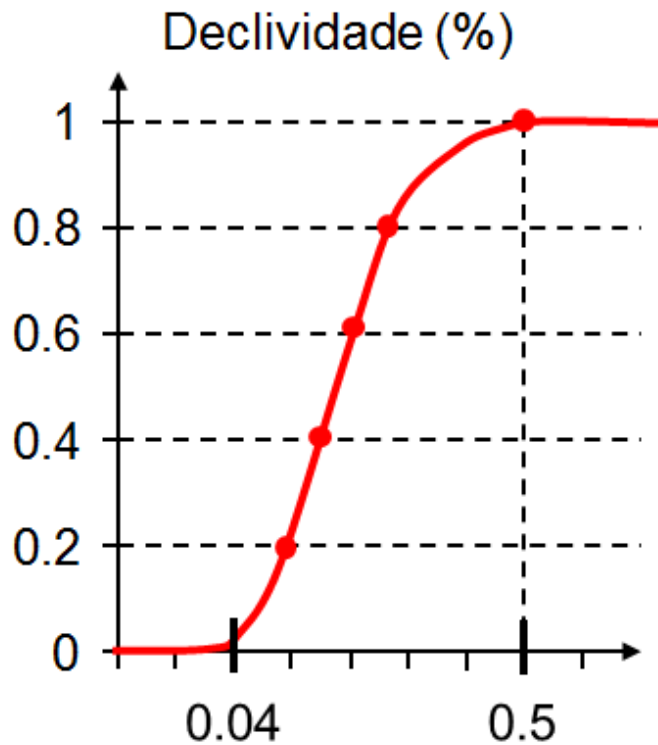
$$F(z) = \begin{cases} 0 & \text{se } z \leq 1.5 \\ (z - 1.5) / 0.6 & \text{se } 1.5 < z < 2.1 \\ 1 & \text{se } z \geq 2.1 \end{cases}$$



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

Lógica Fuzzy

Outro exemplo



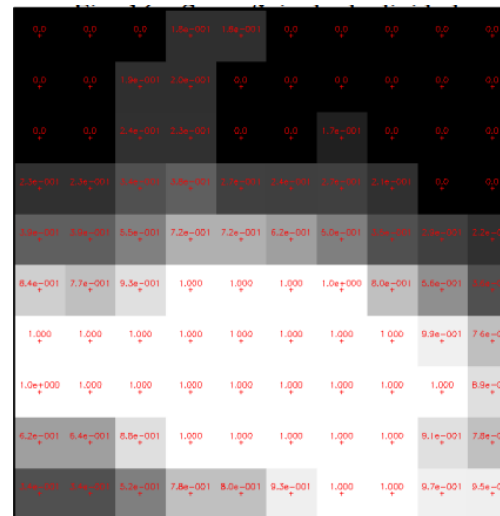
$$F(z) = 0$$

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

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

$$F(z) = 1$$

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



Caso Fuzzy



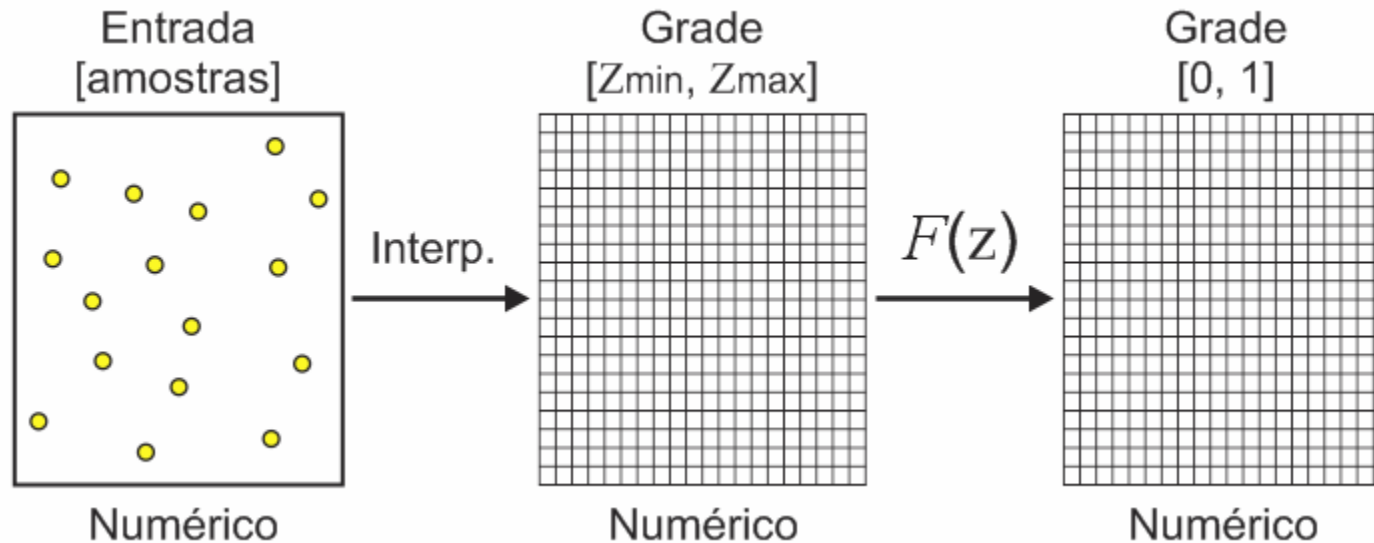
Caso Booleano

Lógica Fuzzy

Na prática:

Realizar mapeamento para espaço $[0,1]$

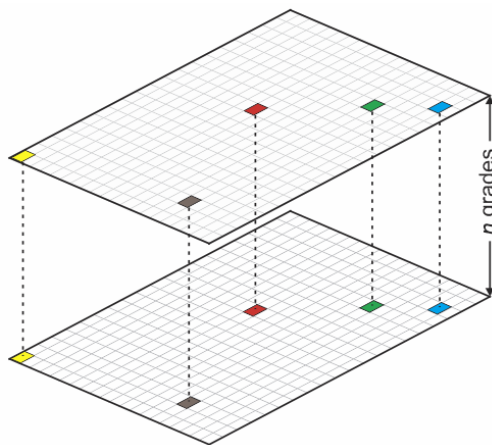
- determinação de valores limites (mínimo e máximo)
- estabelecer função de transformação: linear, quadrática, sigmóide, etc.



Lógica Fuzzy: operadores

Operadores AND e OR:

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



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

μ_A		
0,75	0,60	0,30
0,70	0,55	0,00
0,65	0,40	1,00

μ_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

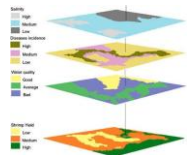
μ_A		
0,75	0,60	0,30
0,70	0,55	0,00
0,65	0,40	1,00

μ_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

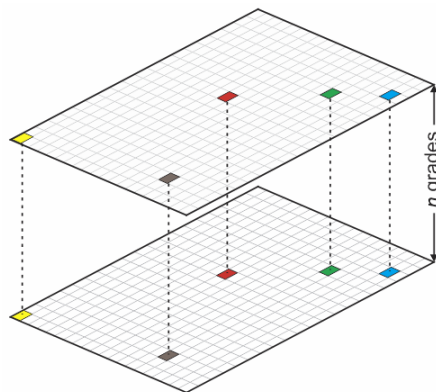
O valor de pertinência numa localização é limitado pelo mapa mais apropriado que controla o resultado da saída.

Lógica Fuzzy: operadores



Operador Produto Algébrico:

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



μ_A		
0,75	0,60	0,30
0,70	0,55	0,00
0,65	0,40	1,00

μ_B		
0,50	0,65	0,40
0,75	0,55	0,20
0,60	0,40	0,00

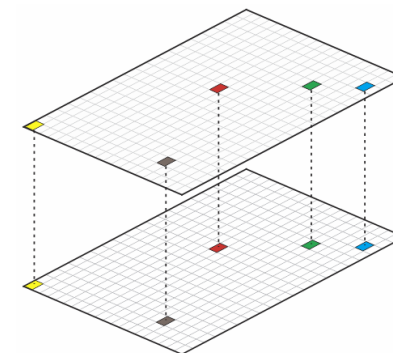
$\mu_{\text{combinação}}$		
0,375	0,39	0,12
0,525	0,3025	0,00
0,39	0,16	0,00

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:

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



$1 - \mu_A$

0,25	0,40	0,70
0,30	0,45	1,00
0,35	0,60	0,00

$1 - \mu_B$

0,50	0,35	0,60
0,25	0,45	0,80
0,40	0,60	1,00

$\prod_{i=1}^2 (1 - \mu_i)$

0,125	0,140	0,42
0,075	0,2025	0,80
0,140	0,360	0,00

$\mu_{\text{combinação}}$

0,875	0,86	0,58
0,925	0,797	0,80
0,86	0,64	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

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

γ 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, $g_f = 0.408$

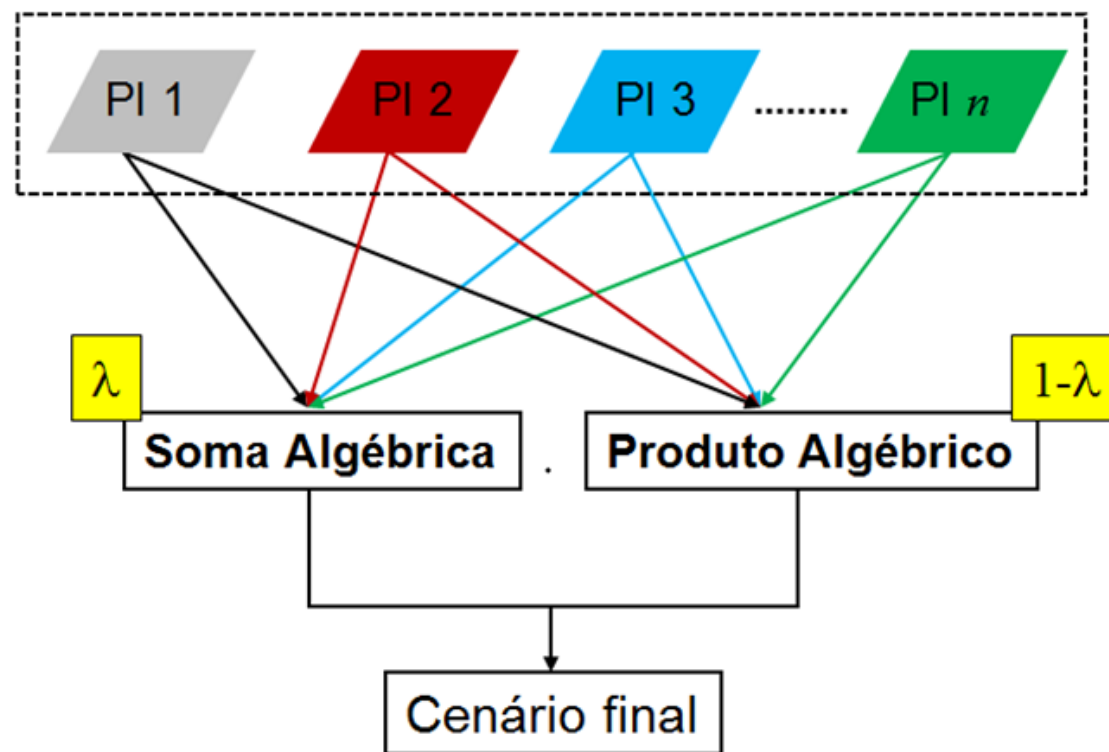
Uma escolha judiciosa de γ produz valores de saída que representam um compromisso entre as tendências crescentes da soma algébrica fuzzy e os efeitos decrescentes do produto algébrico fuzzy.

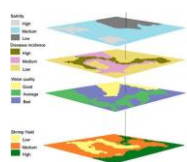
Lógica Fuzzy: operadores

Operador Gama uma visão prática em SIG

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

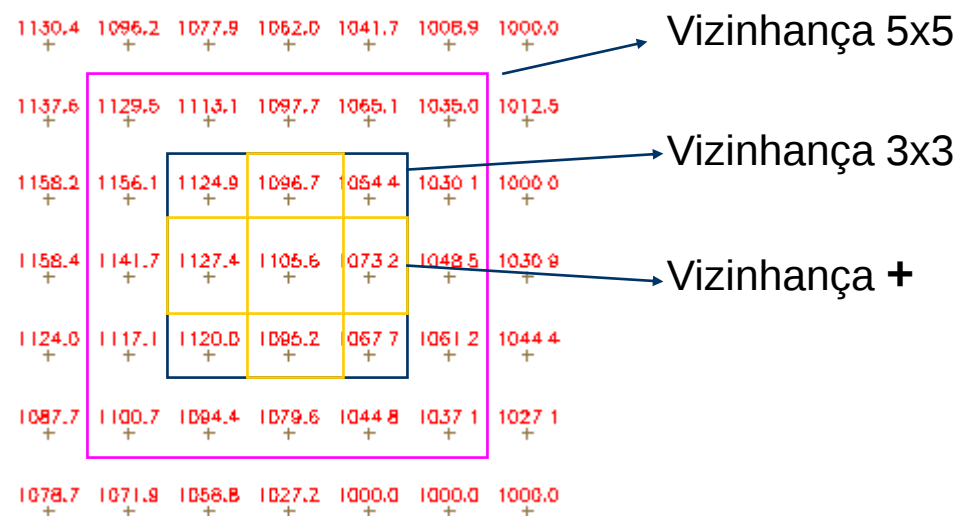
Entrada: PI's com a mesma ordem de grandeza [0,1]





Operações Locais

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

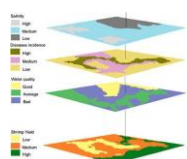


- Exemplos:
 - Mínimo, máximo, médio e moda
 - Filtros para dados de SR
 - Interpoladores espaciais para MNT
 - Mapas de declividade e exposição para MNT
 - Índices de Diversidade para Temáticos

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

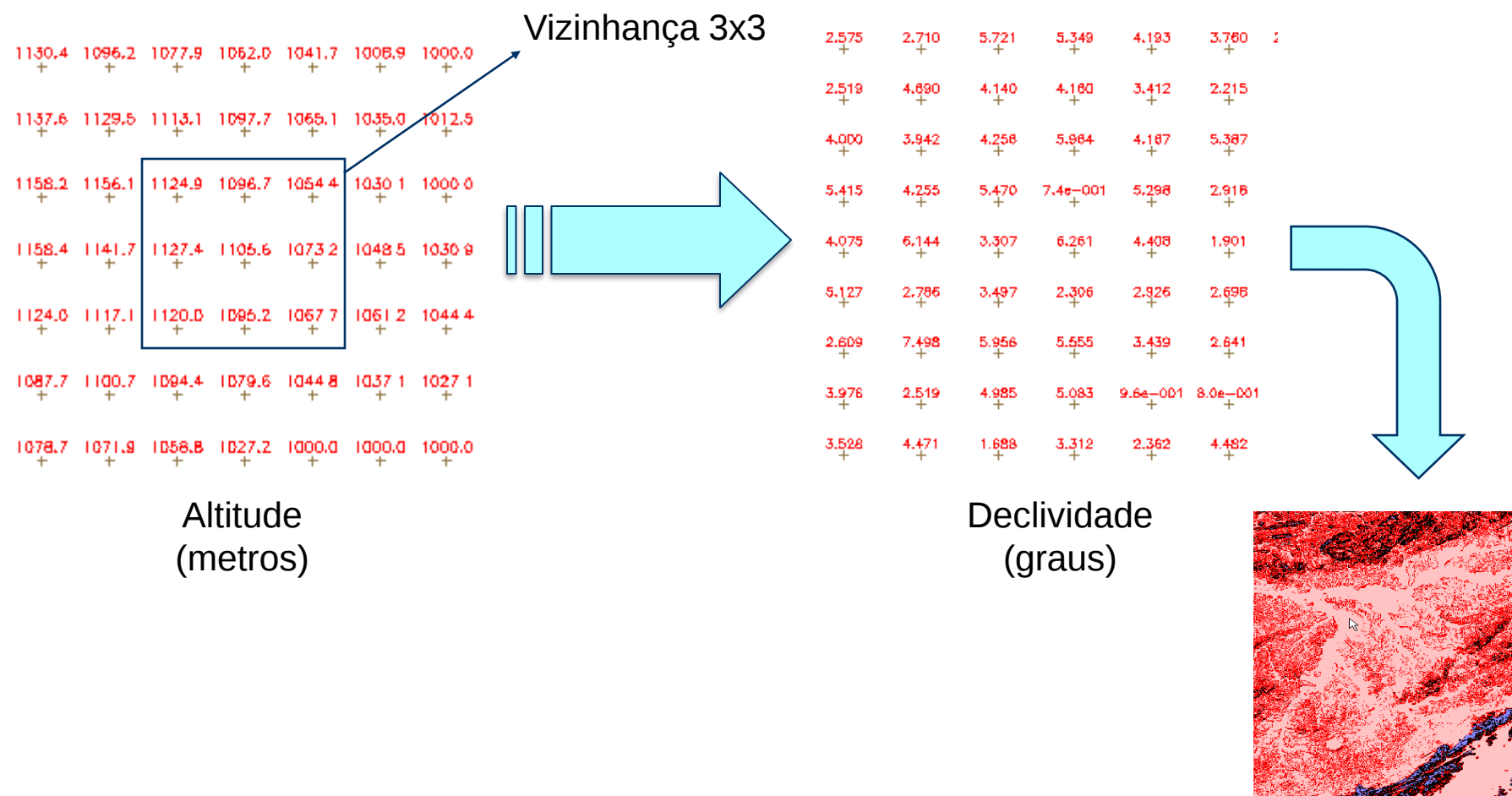
Kernel		
0	-1	0
-1	5	-1
0	-1	0

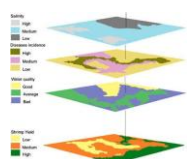
114				



Operações Locais

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

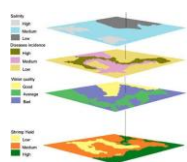




Geocampos: Operações Zonais

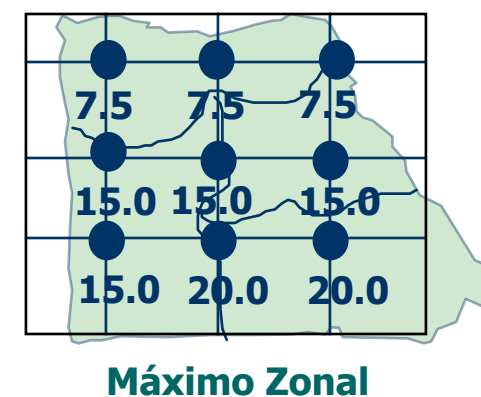
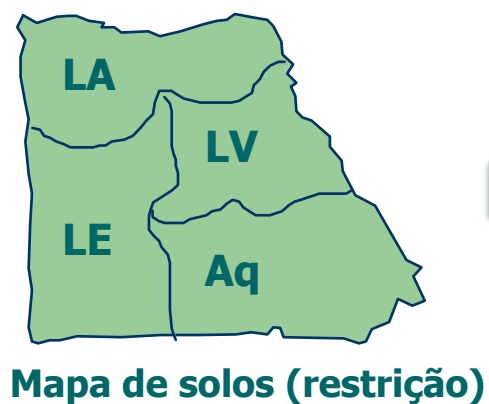
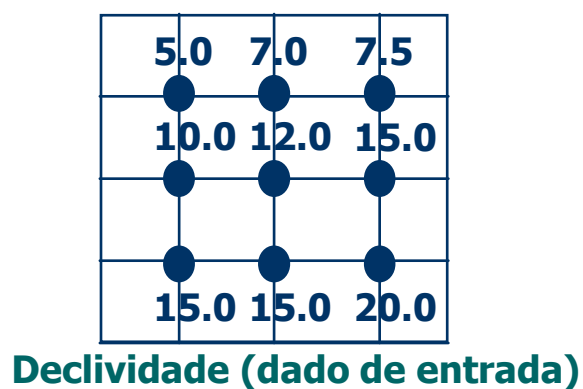
Operações sobre geocampos numéricos

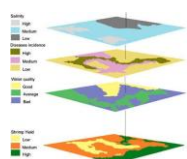
- As restrições espaciais são fornecidas por um mapa vetorial
- Ligação dados físicos-bióticos e socioeconômicos
- Exemplos:
 - Média, máximo, mínimo e desvio padrão
 - Índice de variedade



Geocampos: Operações Zonais

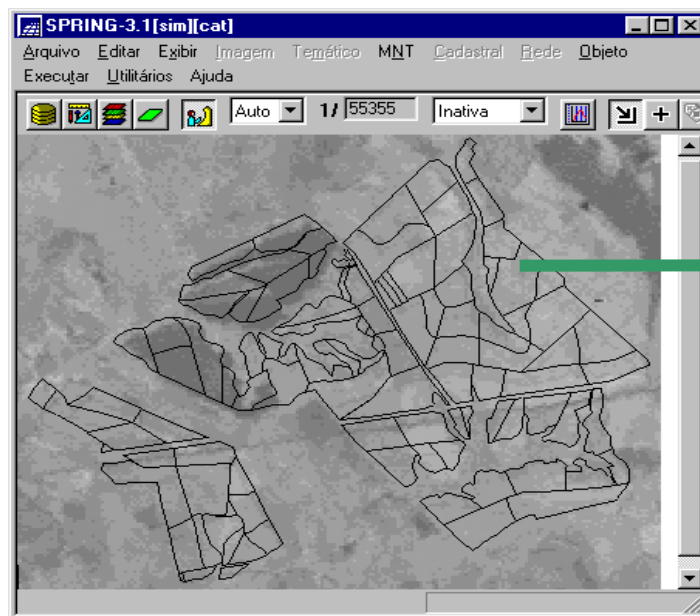
- Dados os mapas de solos e de declividade, calcule a declividade máxima por tipo de solo





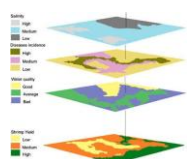
Operações sobre geocampos e geo-objetos

- Atualização com operações zonais.



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

SPRING: Atributos: obj95								
SPRING: Atributos: obj95								
	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



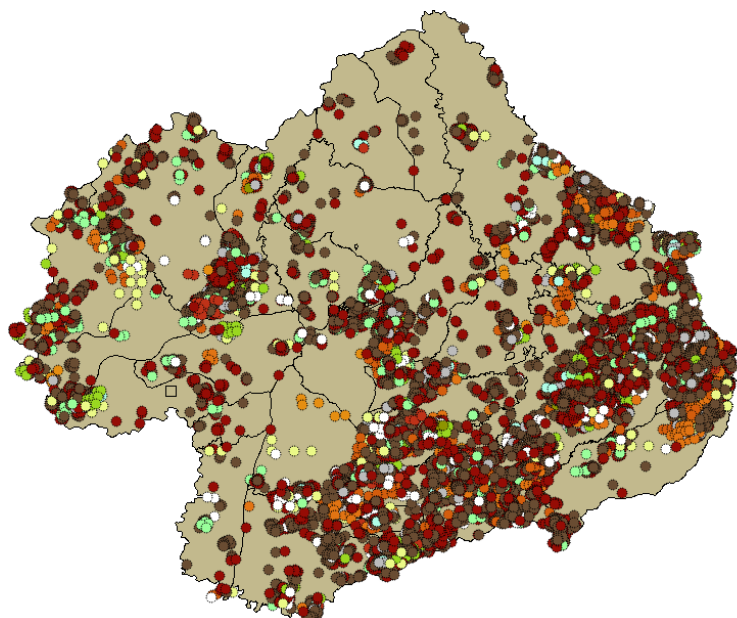
Operações sobre geocampos e geo-objetos

- 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

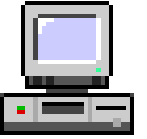


“Quais os três setores do tipo rural de Niquelândia com maior número de ocorrências de queimadas no ano de 2019 para o satélite de referência (AQUA_M-T) ?”.



		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>

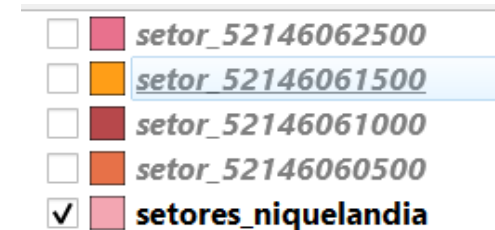
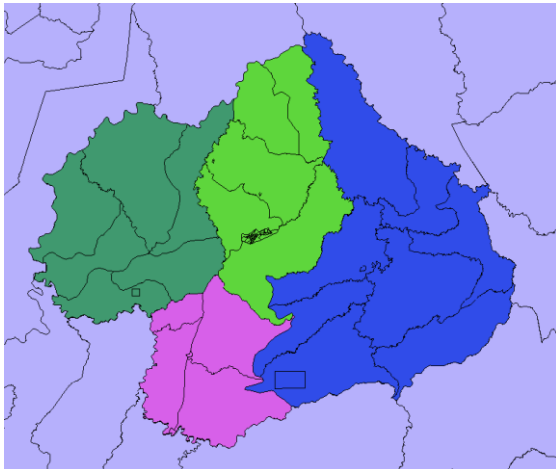
↓ 52146060500.zip

↓ 52146061000.zip

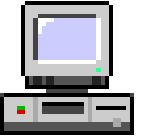
↓ 52146061500.zip

↓ 52146062500.zip

- Mesclar as 4 camadas e uma única camada.



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/>

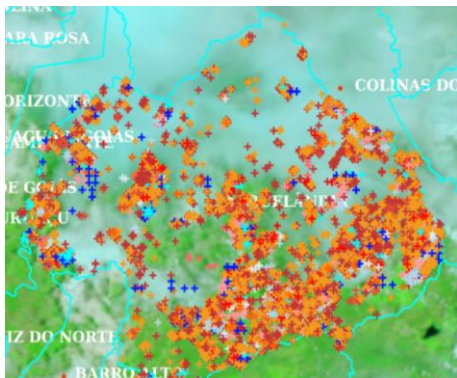
FILTRAR no site por Países = Brasil, Estados = GOIÁS e Municípios = NIQUELÂNDIA – GOIÁS.

- Para focos do ano de 2019, digite em:

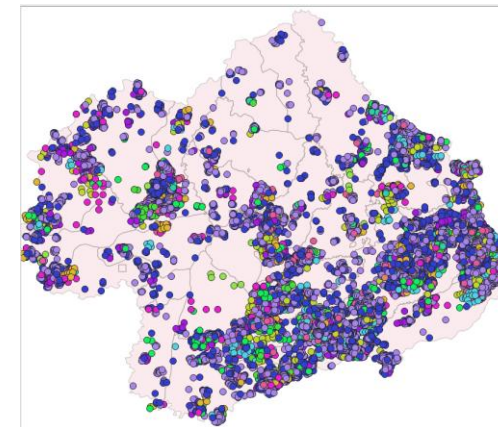
- Data /Hora Início – UTC : 2019/01/01

- Data /Hora Fim – UTC : 2019/12/31

- Para satélite escolha TODOS

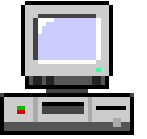


- Salvar em uma camada somente o satélite 'AQUA_M-T'.

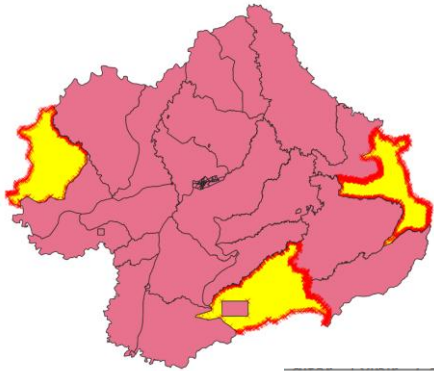


- ▼ ☒ **focos_inpe_niquelandia**
- ☒ AQUA_M-M
 - ☒ AQUA_M-T
 - ☒ GOES-16
 - ☒ METOP-B
 - ☒ MSG-03
 - ☒ NOAA-15
 - ☒ NOAA-18
 - ☒ NOAA-18D
 - ☒ NOAA-19
 - ☒ NOAA-19D
 - ☒ NOAA-20
 - ☒ NPP-375
 - ☒ TERRA_M-M
 - ☒ TERRA_M-T
- ☒ **setores_niquelandia**

Exercício 12 - Parte C



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

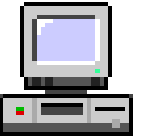


- Operação de interseção geométrica entre polígonos de setores e pontos de focos.

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

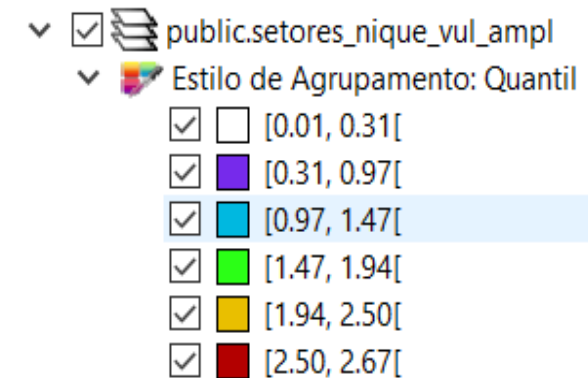
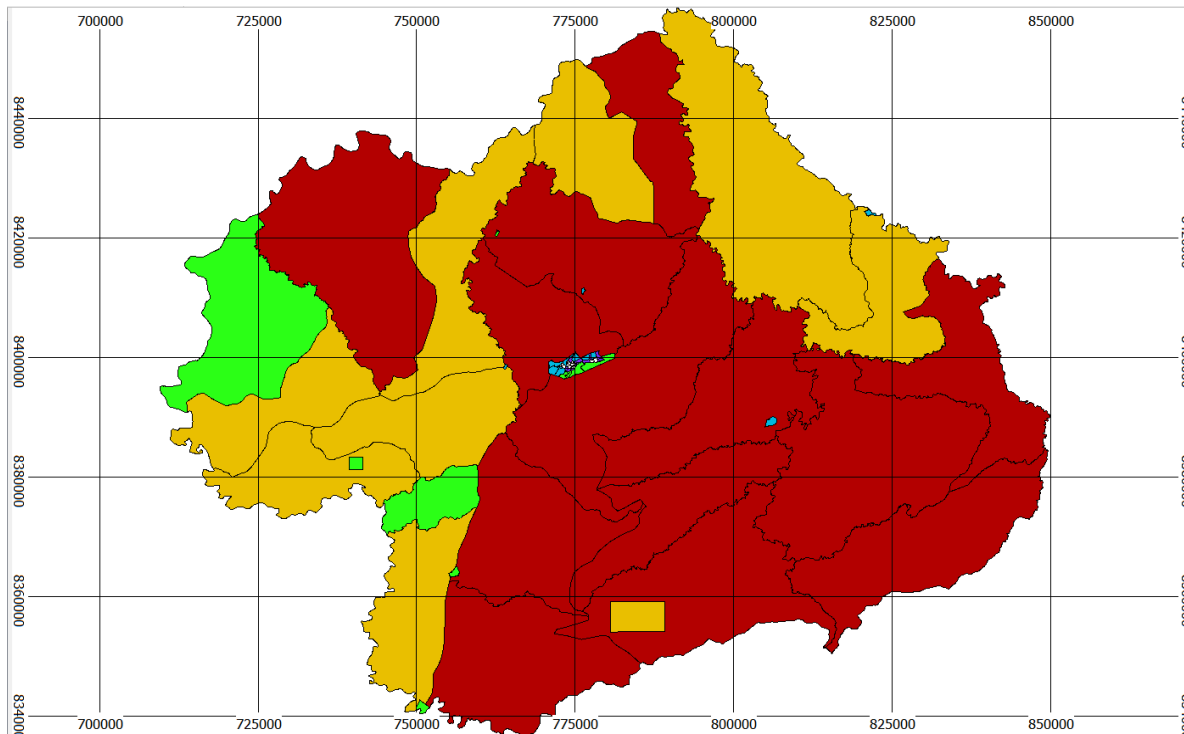
	id	id1	cd_geocodi	tipo	geocodn_bair	cd_geocod	nm_distrit	geocod	nm_subdist	d_geocodr	nm_municip	nm_meso	n_mic	layer	path	num_focos_rel		
1	45	4	503151	521460610000004	RURAL	NULL	NULL	521460610	SÃO LUIZ DO TOCANTINS	521...	SÃO LUIZ DO TOCANTINS	5214606	NIQUELÂNDIA	NORTE ...	PO...	set...	db...	42
2	54	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

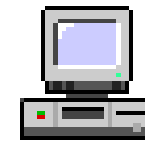


“Criar uma mapa que mostre potencial de erosão do solo em cada setor censitário de Niquelândia-GO em função da vulnerabilidade de uso do solo e da amplitude topográfica”
segunda a relação:

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



Exercício 13

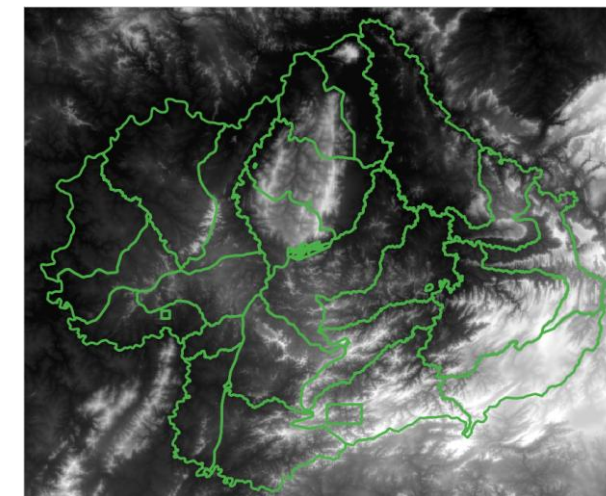
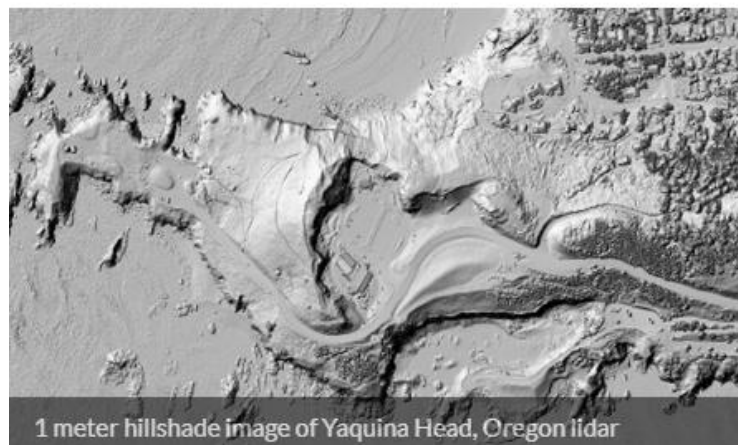
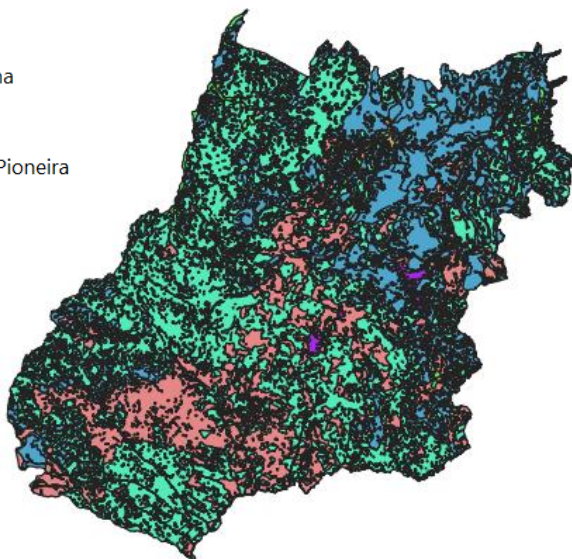


Os dados necessários são:

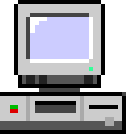
- Mapa de setores censitários (exercício 12).
- Mapa do modelo numérico de terreno (altitude) do Copernicus Global DSM de Niquelândia.
- Mapa de Uso do Solo (arquivo “**uso_solo.shp**”) disponível.



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



Exercício 13



Os procedimentos para obter o DEM no QGIS são:

- Instalar complemento Open Topography DEM Downloader;
- Realizar cadastro no site [OpenTopography](https://www.opentopography.org/)
- Clicar no link enviado por email para ativar conta
- Entrar na conta e copiar a API key
- Colar a chave na interface do complemento instalado.
- Escolher o DEM disponível e informar as coordenadas do recorte (limite de Niquelândia – GO)

* Usuários do TerraView deverão baixar o arquivo do Copernicus direto do site [Home | OpenTopography](https://www.opentopography.org/)

OpenTopography DEM Downloader



This plugin downloads DEM from OpenTopography.org

This plugin will download DEMs from OpenTopography.org for user selected extent only

DEMs:

1. SRTM 90m
2. SRTM 30m
3. ALOS World 3D 30m
4. SRTM GL1 Ellipsoidal 30m
5. Global Bathymetry SRTM15+ V2.1
6. Copernicus Global DSM 30m
7. Copernicus Global DSM 90m
8. NASADEM Global DEM
9. Europe DTM 30m
10. GEDI L3 Grid 1km

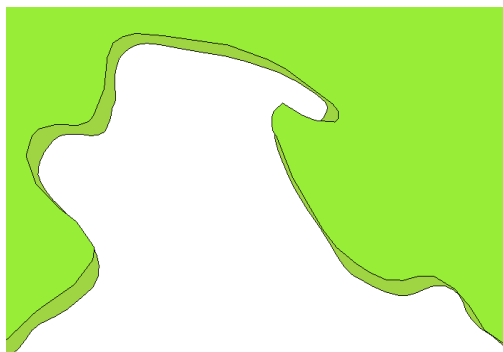
**** Get an API Key from OpenTopography.org to download the DEMs**

The screenshot shows the 'OpenTopography DEM Downloader' dialog box. It has two tabs: 'Parâmetros' (selected) and 'Log'. Under 'Parâmetros', there is a 'Select DEM to download' dropdown menu with 'Copernicus Global DSM 30m' selected. Below that is a 'Define extent to download' section with a text input field containing coordinates: '4997906.8762,5954637.0108,7822185.4301,8645660.4426 [EPSG:5880]'. There is a map icon to the right of the input field. Below the coordinates is a section 'Enter your API key or use existing one below' with a text input field containing '158ff9021e53a4c7e3b6d643b00de01a'. Underneath is an 'Output Raster' section with a dropdown menu showing '[Salvar em arquivo temporário]' and a button with three dots. At the bottom of this section is a checked checkbox labeled 'Abrir arquivo de saída depois executar o algoritmo'. At the very bottom of the dialog is a progress bar showing '0%', and buttons for 'Avançado', 'Executar processo em Lote...', 'Executar', and 'Fechar'.

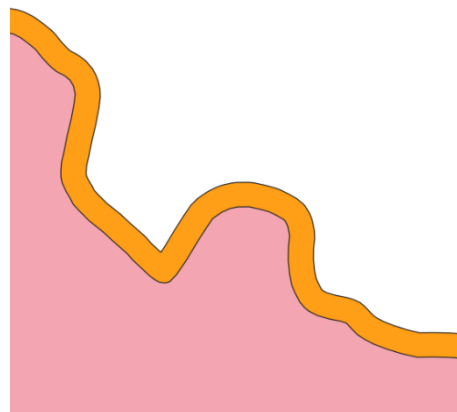
Exercício 13



- Criar camada com o limite de Niquelândia-GO a partir dos municípios de 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.

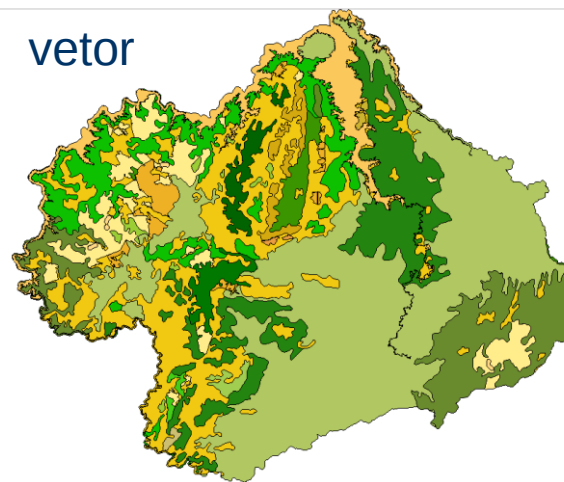


Limites não coincidem para recortar o mapa de uso do solo.

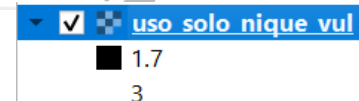


Limite interno e buffer

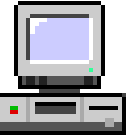
vetor



raster



Exercício 13

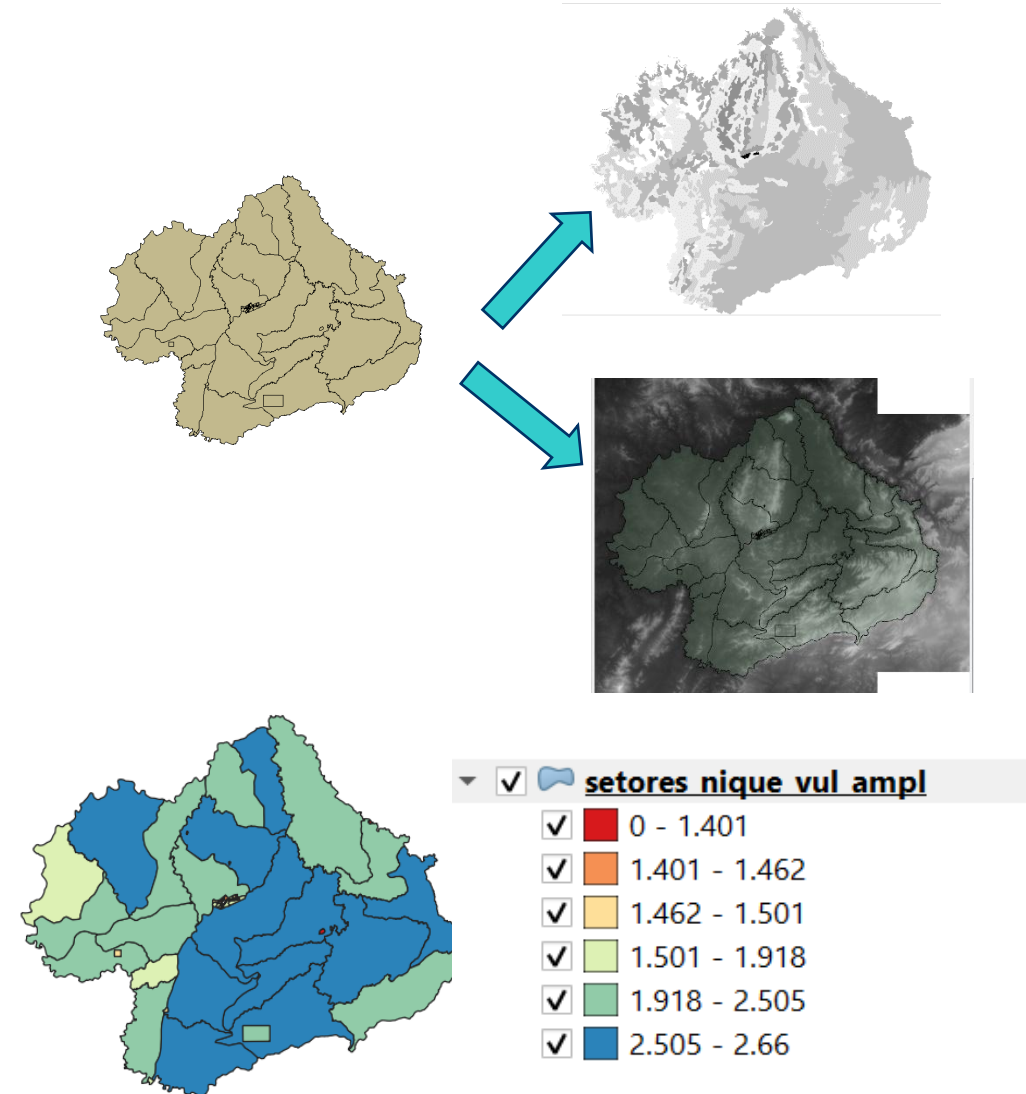


- Fazer uso de operadores zonais para:
 1. Calcular a vulnerabilidade média de cada setor.
 2. Calcular a altitude mínima, máxima e amplitude de cada setor.

- 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.

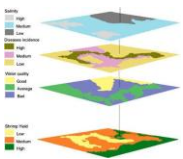


Análise Geográfica



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

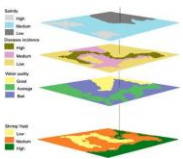
- Regressão espacial
- Estimção
- Modelagem espaço-temporal

Análise Geográfica



Selecionar

- Visualizar, navegar, pesquisar



Manipular

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



Explorar

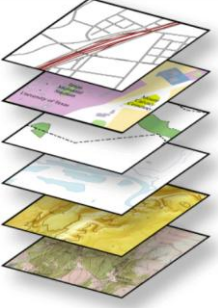
- Geoestatística
- Estatística espacial



Explicar

- Regressão espacial
- Estimação
- Modelagem espaço-temporal

Modelagem em
pacotes
específicos...



SER 300
Introdução ao Geoprocessamento

Análise Geográfica

Eymar Lopes - pesquisador



Fim