



Álgebra de Mapas

LEGAL

Linguagem Espacial de Geoprocessamento Algébrico

João Pedro

jpedro@dpi.inpe.br



Álgebra de Mapas

- Cada local de um novo plano de informação é o resultado de operações e funções envolvendo:

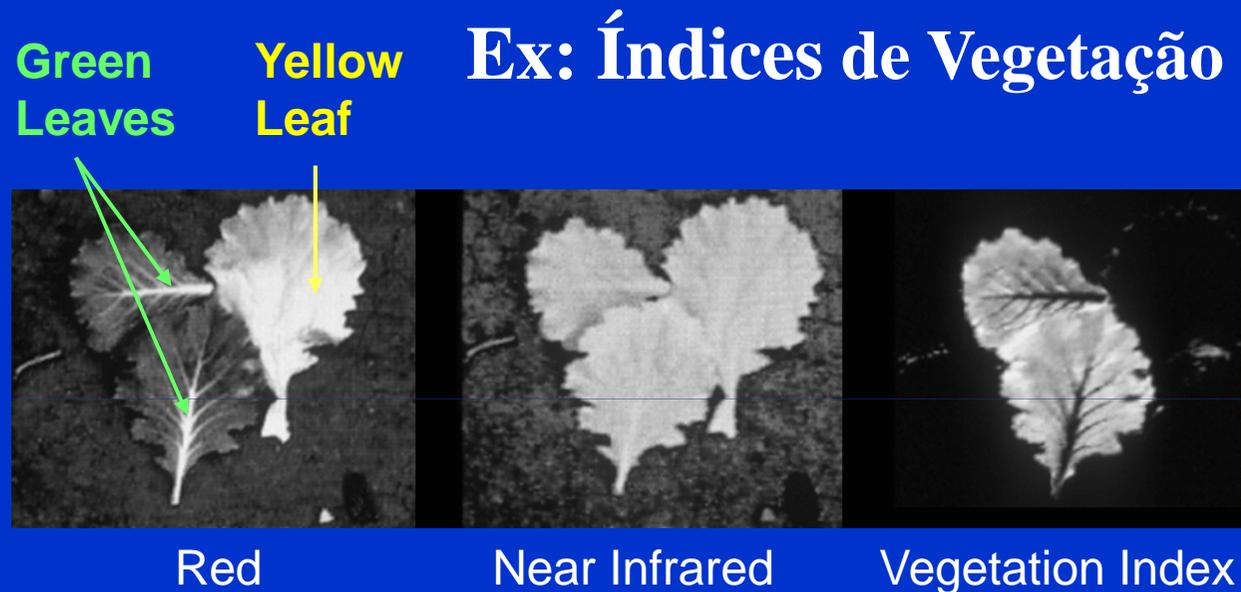
Locais, Vizinhanças e Zonas,
definidas por outros planos de uma base de dados.



Operações Locais

- Caracterizam cada cada local (cela, pixel ...) de uma área de trabalho com base em valores associados a eles através de mapas.
 - Operações (e funções) aritméticas;
 - Relações de ordem, igualdade etc;
 - Operações Booleanas
- Em geral são induzidas a partir de operações e relações definidas sobre os contradomínios de mapas.

Operações aritméticas



$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED})$$

Banda NIR: propriedades estruturais da folha;
Banda RED: absorção de radiação pela clorofila.



Índices de vegetação em LEGAL

```
{  
//Declarações  
    Imagem red, nir("Imagem_TM");  
    Numerico ndvi("Grades");  
//Inicializações  
    red= Recuperar(Nome="TM_3");  
    nir= Recuperar(Nome="TM_4");  
    ndvi= Novo(Nome="NDVI", ResX=30, ResY=30);  
//Operações  
    ndvi = (nir - red)/(nir + red);  
}
```



Índices de vegetação em LEGAL

```
{  
//Declarações  
    Imagem red, nir, ndvi("Imagem_TM");  
  
//Inicializações  
    red= Recuperar(Nome="TM_3");  
    nir= Recuperar(Nome="TM_4");  
    ndvi= Novo(Nome="NDVI", ResX=30, ResY=30);  
//Operações  
    ndvi = 127 * (nir - red)/(nir + red) + 128;  
}
```



Editando em Legal - NDVI

The screenshot displays the SPRING-4.3.3 software interface. The main window shows a map with a red overlay representing the NDVI index. The menu bar includes options like Arquivo, Editar, Exibir, Imagem, Temático, MNT, Cadastral, Rede, Análise, Executar, Ferramentas, and Ajuda. The toolbar contains various icons for map navigation and analysis. The **Álgebra** dialog box is open, showing the directory path `C:\Curso_SPRING` and a list of programs including `areas`, `declividade`, `indices` (selected), and `vizinhanças variáveis`. The `Nome:` field is set to `indices`. The **Editor de Modelos** window is also open, displaying the following code:

```
//Declarações
image red, nir, blue, ndvi ("Imagem_TM");
//Inicializações
red= Recuperar(Nome="TM3");
nir= Recuperar(Nome="TM4");
ndvi= Novo(Nome="NDVI", ResX=30, ResY=30);
//Operações
ndvi = 127 * (nir - red)/(nir + red) + 128;
```

The status bar at the bottom right of the main window indicates `PI: NDVI`.

Salvar

Salvar Como...

Fechar

Ajuda



Editando em Legal - NDVI

The screenshot shows the SPRING-4.3.3 software interface. The main window displays a map with a river and surrounding land. A dialog box titled "SPRING" is open in the foreground, displaying the message: "Erro de sintaxe do programa. Verifique erros na console!" (Syntax error in the program. Check errors in the console!). The dialog box has an "OK" button. In the background, the "Álgebra" window is visible, showing a directory path "C:\Curso_SPRING" and a list of programs including "areas", "declividade", and "indices". The "indices" program is selected. The status bar at the bottom right of the main window shows "PI: NDVI".



Editando em Legal - NDVI

The screenshot shows the SPRING-4.3.3 software interface. The main window displays a map with a river and surrounding land. The menu bar includes: Arquivo, Editar, Exibir, Imagem, Temático, MNT, Cadastral, Rede, Análise, Executar, Ferramentas, Ajuda. The toolbar shows various icons for map navigation and processing. The 'Álgebra' dialog box is open, showing the directory 'C:\Curso_SPRING' and a list of programs including 'indices'. The 'Nome:' field is set to 'indices'. The 'Executar' button is highlighted.

The 'Editor de Modelos' dialog box is open, showing a script with the following content:

```
Programa
{
//Declarações
imagem red, nir, blue, ndvi ("Imagem_TM");
//Inicializações
red= Recuperar(Nome="TM3");
nir= Recuperar(Nome="TM4");
ndvi= Novo(Nome="NDVI", ResX=30, ResY=30)
//Operações
}
Mensagens de Erro
syntax error : : 3 : red
```

The 'Mensagens de Erro' section shows a syntax error: 'syntax error : : 3 : red'. The 'Salvar' button is highlighted.



Editando em Legal - NDVI

The screenshot shows the SPRING-4.3.3 software interface. The main window displays a map with a river and surrounding land. The menu bar includes: Arquivo, Editar, Exibir, Imagem, Temático, MNT, Cadastral, Rede, Análise, Executar, Ferramentas, Ajuda. The toolbar shows various icons for map navigation and processing. The 'Álgebra' dialog box is open, showing the directory 'C:\Curso_SPRING' and a list of programs including 'indices'. The 'Nome:' field is set to 'indices'. The 'Executar' button is highlighted.

The 'Editor de Modelos' dialog box is open, showing the following code in the 'Programa' field:

```
{  
//Declarações  
Imagem red, nir, blue, ndvi ("Imagem_TM");  
//Inicializações  
red= Recuperar(Nome="TM3");  
nir= Recuperar(Nome="TM4");  
ndvi= Novo(Nome="NDVI", ResX=30, ResY=30)  
//Operações
```

The 'Mensagens de Erro' field displays the following error message:

```
syntax error : : 3 : red
```

The dialog box has buttons for 'Salvar', 'Salvar Como...', 'Fechar', and 'Ajuda'.

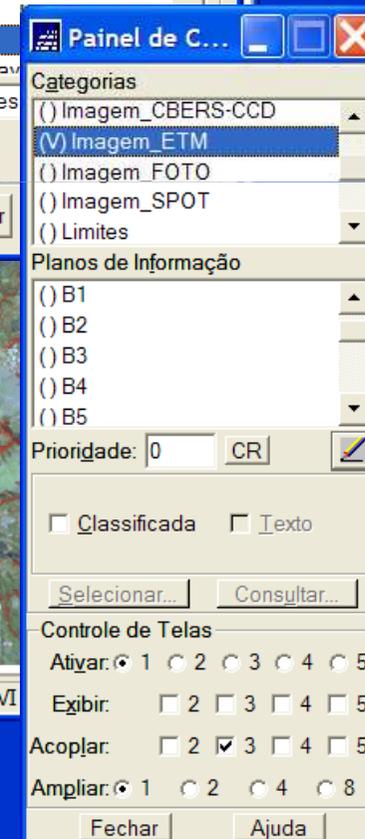
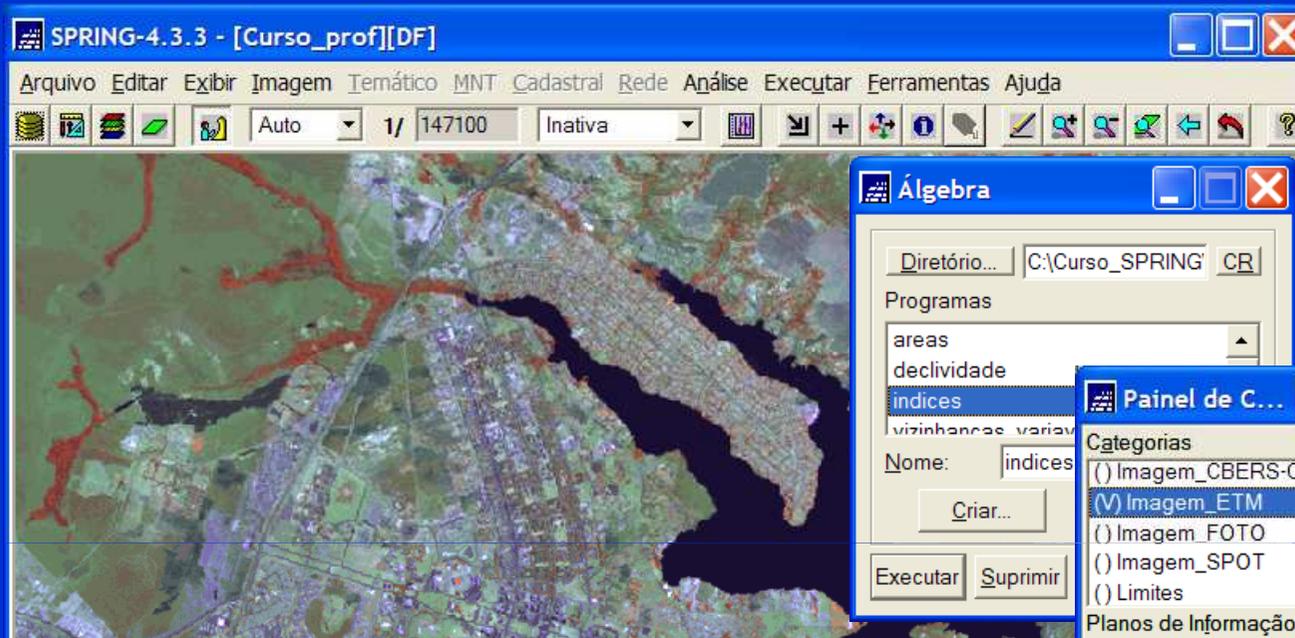


Editando em Legal - NDVI

The screenshot displays the SPRING-4.3.3 software interface. The main window shows a map with a river and surrounding land. A dialog box titled "SPRING" is open in the foreground, displaying the message: "Erro de sintaxe do programa. Verifique erros na console!" (Syntax error in the program. Check for errors in the console!). The dialog box has an "OK" button. In the background, the "Álgebra" window is visible, showing a directory path "C:\Curso_SPRING" and a list of programs including "areas", "declividade", and "indices". The "indices" program is selected. The status bar at the bottom right of the main window indicates "PI: NDVI".

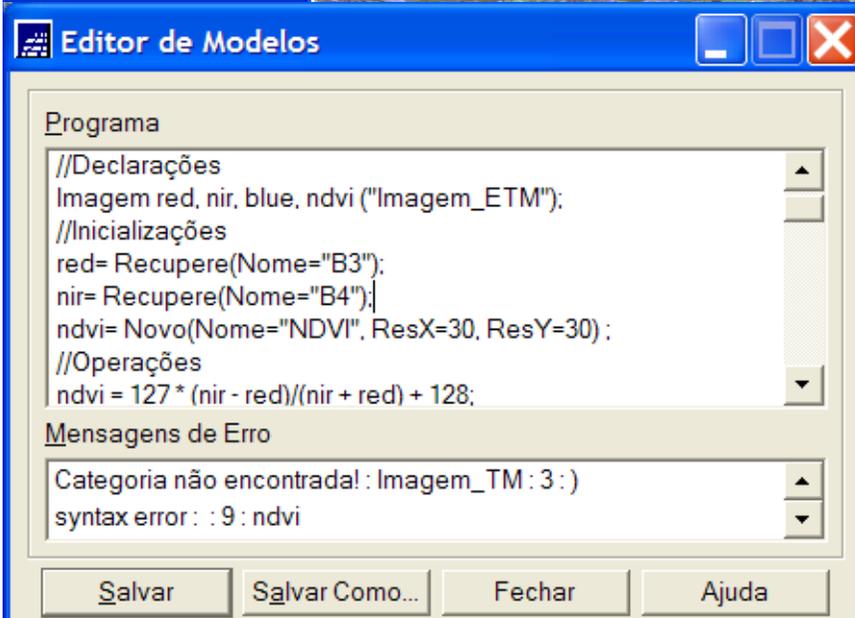
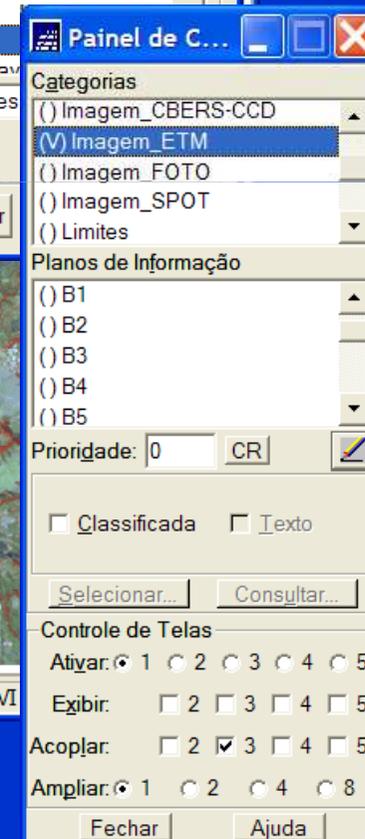
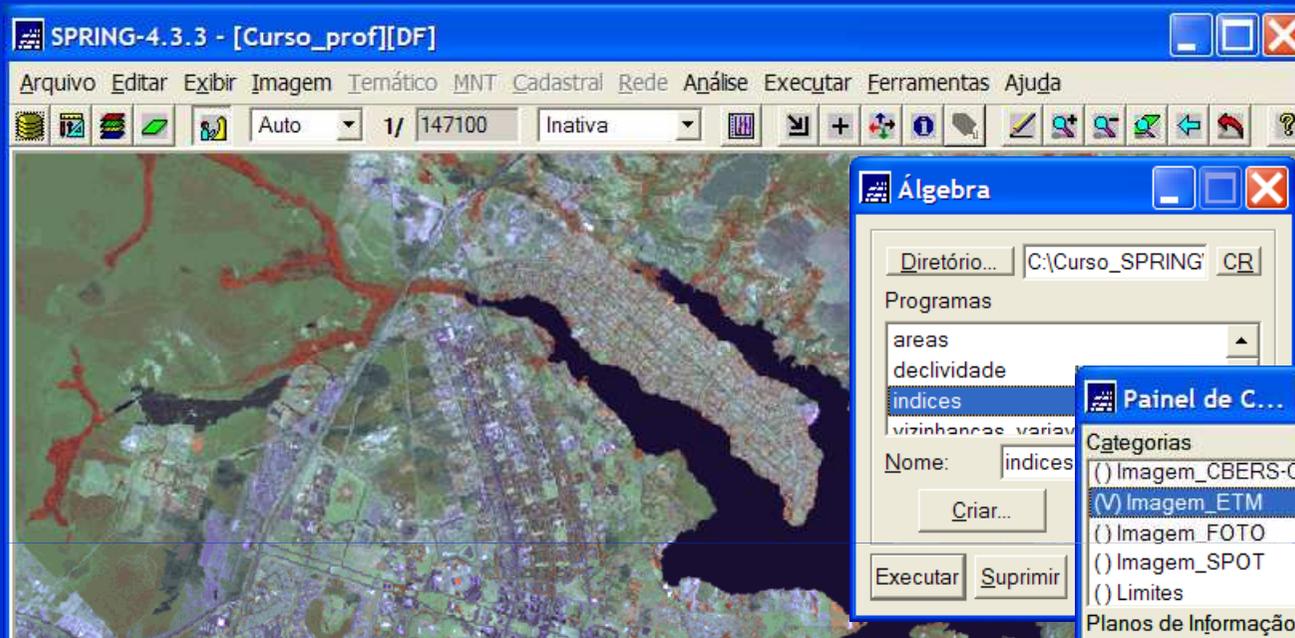


Editando em Legal - NDVI



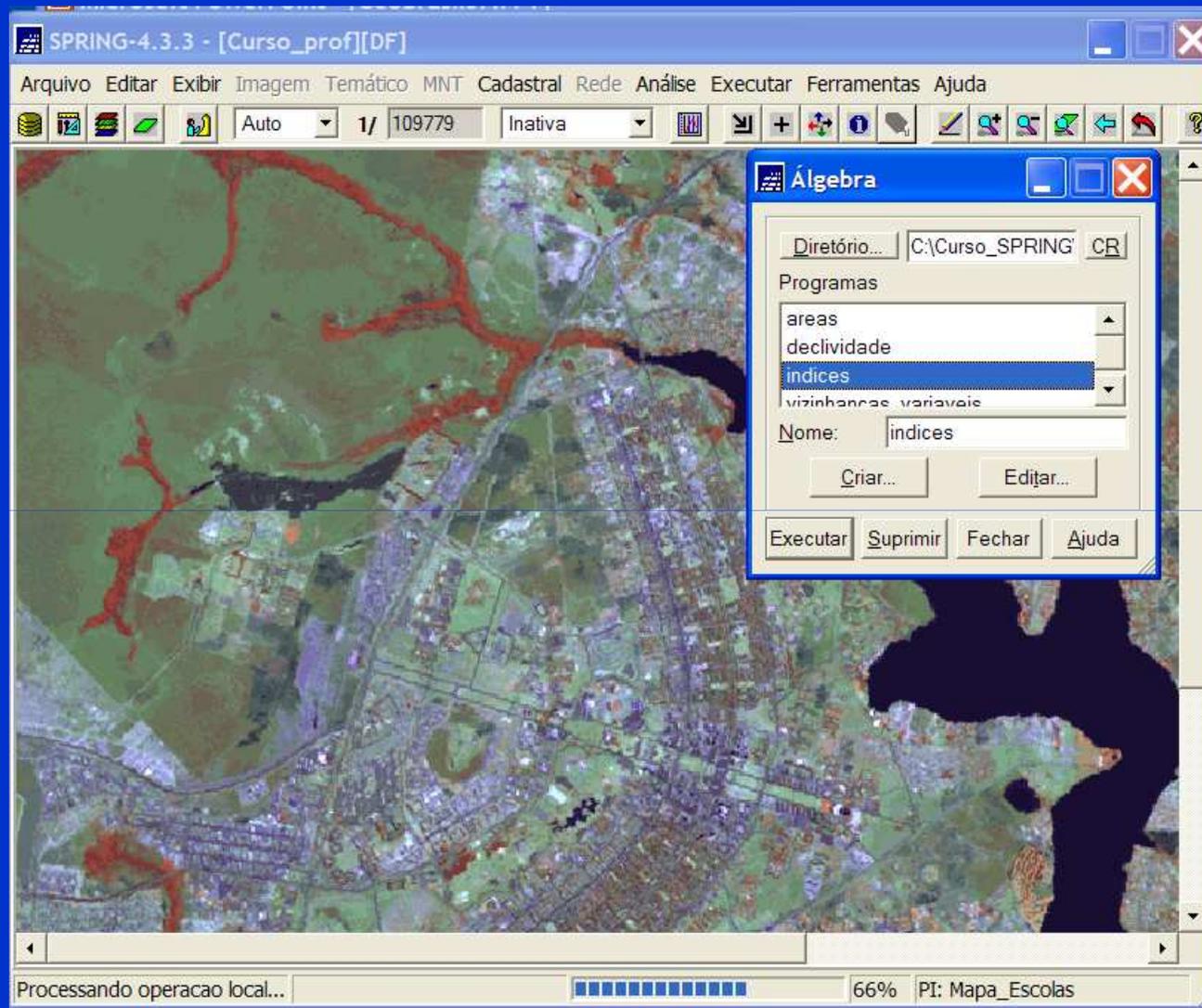


Editando em Legal - NDVI



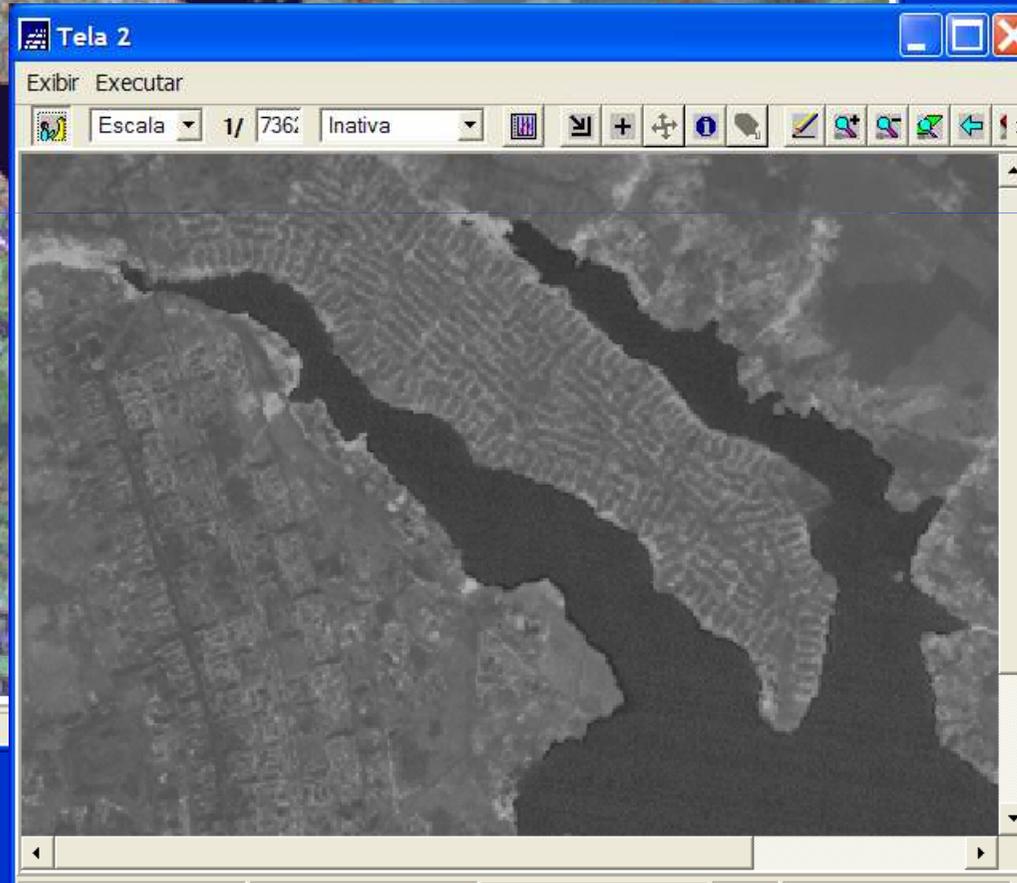
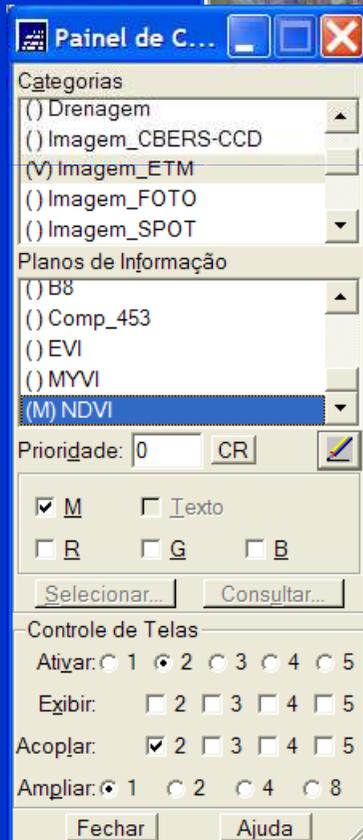
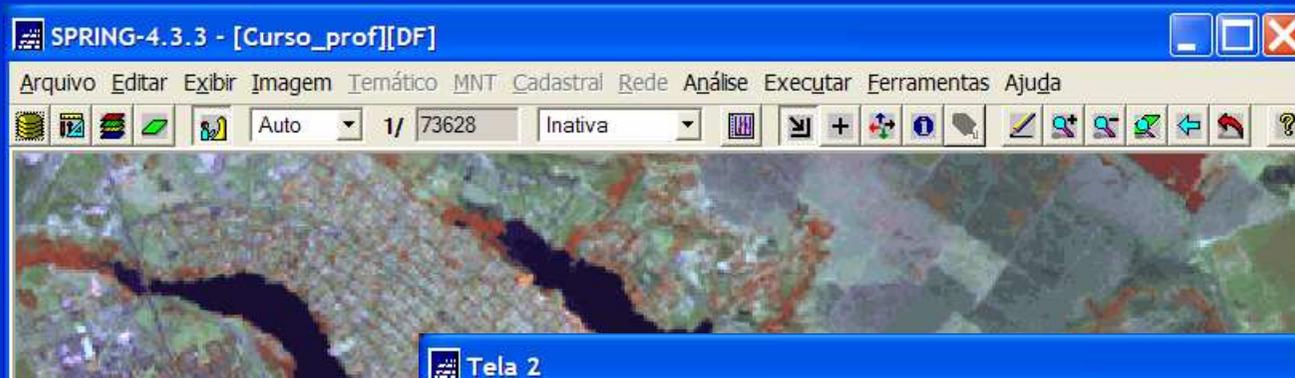


Editando em Legal - NDVI





Editando em Legal - NDVI





Operações, Relações e Expressões

- Assim como as aritméticas, outras **operações e relações** são induzidas à partir de contradomínios de mapas (temas, imagens, grades etc).

Veg == "forest"

Slope > 30

Distance() <= 12

Veg == "forest" && Slope > 30

Veg == "forest" && Distance() < 3

Objeto NoMapa Cadastral

Relação de equivalência

Relação de ordem

Relação de proximidade

Operação Booleana

Operação Booleana

Relação de Pertinencia

- **Operações** produzem elementos,
- **Relações** selecionam elementos,
- **Expressões** descrevem ambos



Relações e Operações Booleanas

- Valores binários (**V**, **F**) resultam da comparação de valores (locais) com base nas relações entre eles (<, <=, >, ==, !=)
- **Comparações** podem ser combinadas através de operadores Booleanas (&&, ||, |, !)

Permitem caracterizar regiões de uma área de estudo, em função dos dados disponíveis sobre ela.



Operações Condicionais

- Sintaxe:

resultado = *booleana* ? *caso_sim* : *caso_não* ;

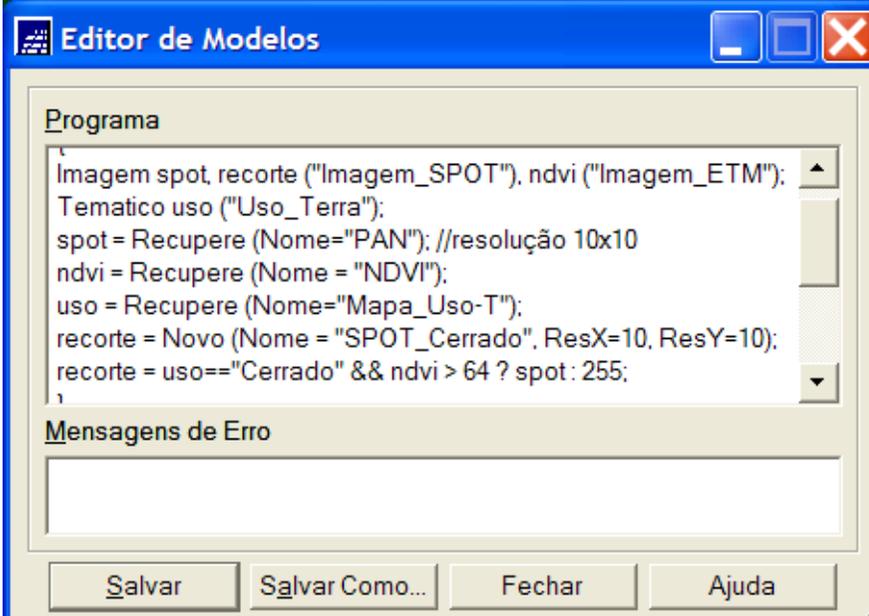
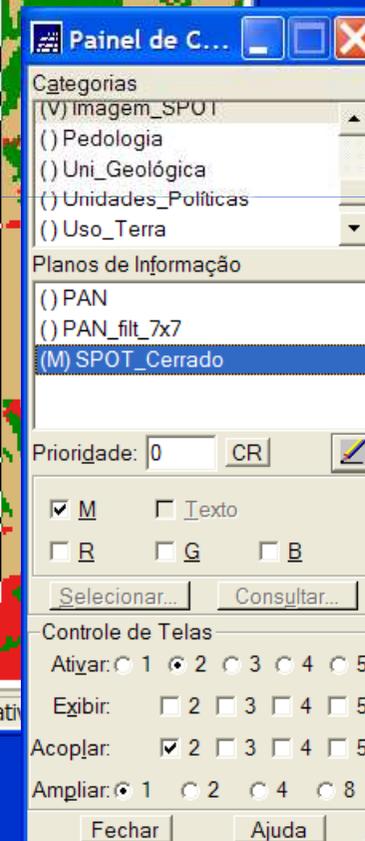
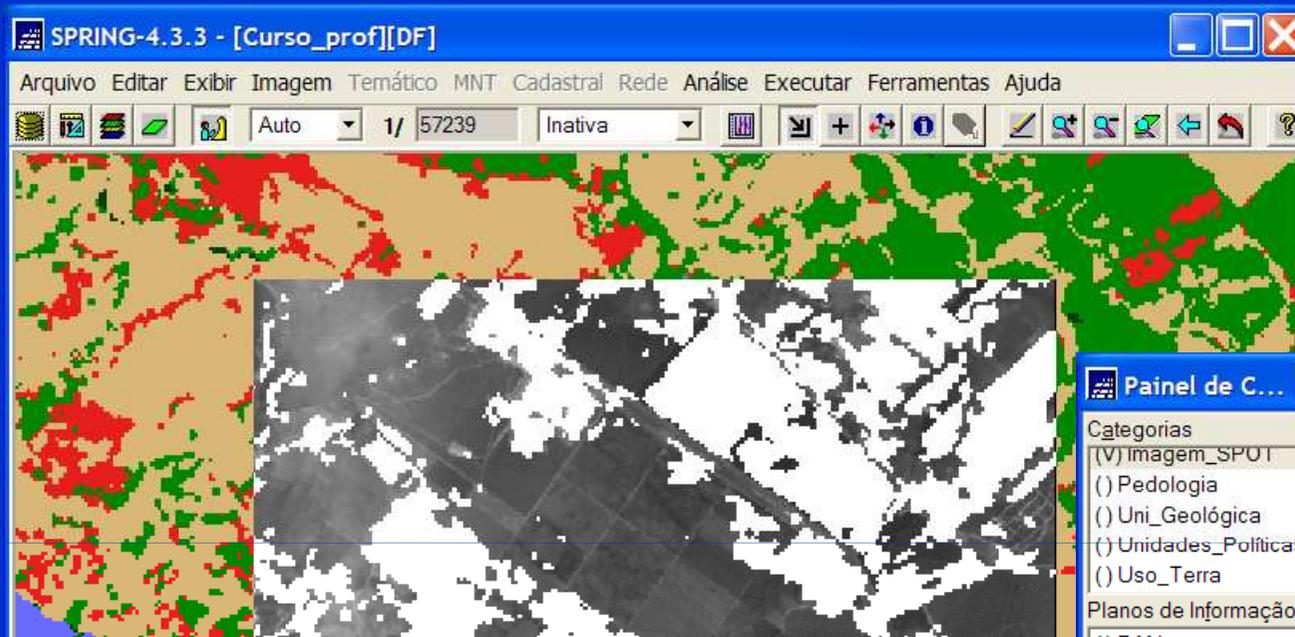
– uma expressão de natureza *booleana* define qual expressão (*caso_sim* ou *caso_não*) será avaliada para determinar o *resultado*.

- Exemplo:

```
recorte = uso == "Cerrado" && ndvi > 64 ?  
    spot : 255 ;
```



Operações Condicionais





Operações Condicionais

- Sintaxe:
**resultado = Atribua { classe1 : condição1,
 classe2 : condição2,
 ..., classeN, condiçãoN };**
- Condições (locais) de natureza **booleana** definem qual valor (classe temática) irá caracterizar o **resultado**.

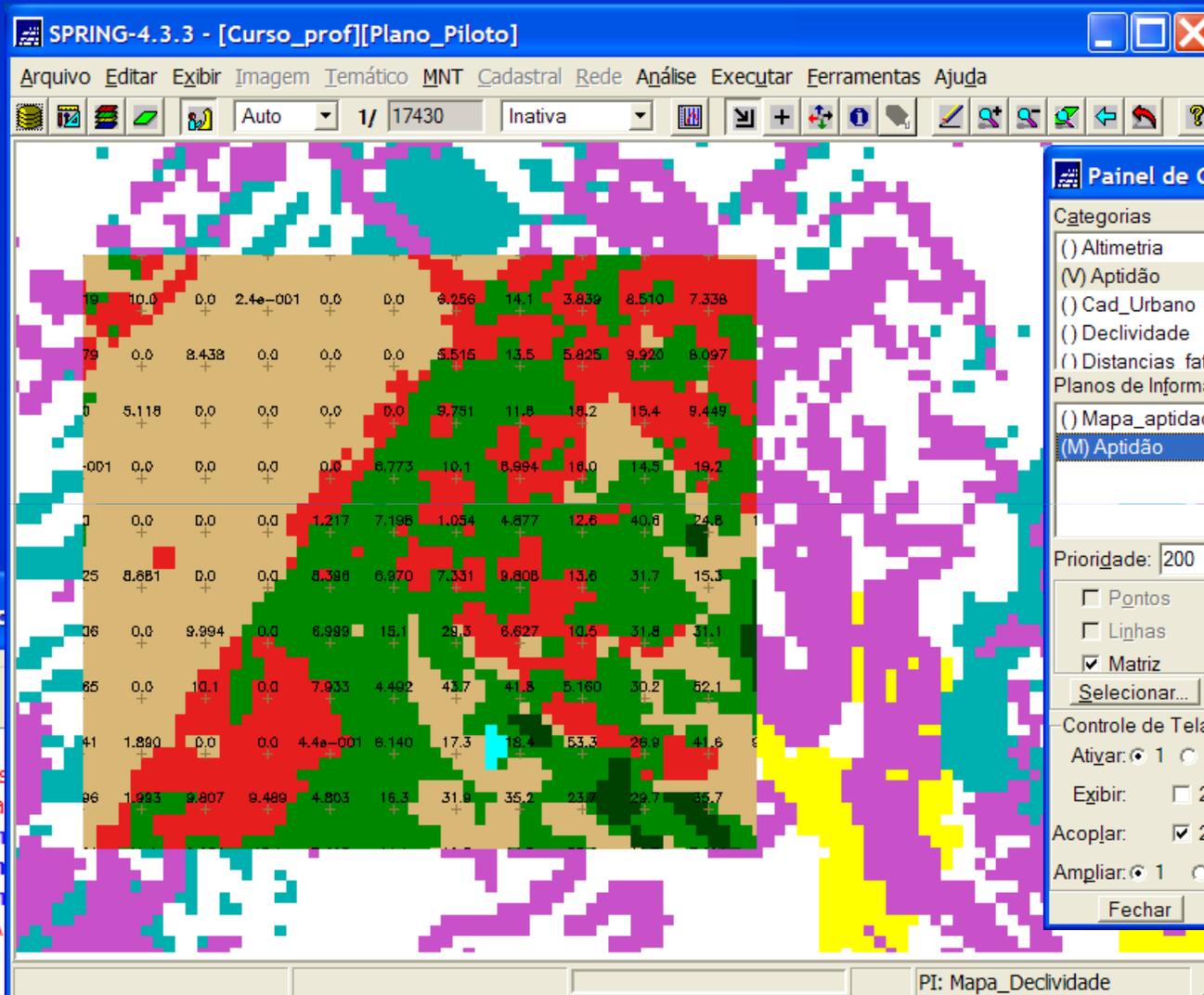
Exemplo: Mapa de Aptidão

...

```
apti = Atribua {  
  "baixa" : decl > 5 || solo == "Hidromorfico" || uso == "Urbana",  
  "media" : decl >=2 && decl <5 && solo == "Podzolico",  
  "boa" : solo == "Latosolo" && decl < 2 && uso == "Urbano"  
};
```



Mapa de Aptidão



Painel de C...

Categorias

- () Altimetria
- (V) Aptidão
- () Cad_Urbano
- () Declividade
- () Distancias fat

Planos de Informação

- () Mapa_aptaidao
- (M) Aptidão

Prioridade: 200 CR

Pontos Classes

Linhas Texto

Matriz

Selecionar... Consultar...

Controle de Telas

Ativar: 1 2 3 4 5

Exibir: 2 3 4 5

Acoplar: 2 3 4 5

Ampliar: 1 2 4 8

Fechar Ajuda

Editor de Modelos

Programa

```
{
  Tematico uso, rec ("Us
  Numerico dec("Medida
  uso = Recupere (Nom
  solo = Recupere (Non
  dec = Recupere (Nom
  apt = Novo (Nome="A
  apt = Atribua
  {
    "Baixa" : dec>25 || solo=="Hi" || uso=="Urbano",
    "Média" : dec>=2 && dec<5 && (solo=="PV" || solo=="PE"),
    "Alta" : (solo=="LVd" || solo=="LEd") && dec>=0 && dec<2
  };
}
```



Interpolação

- Diferenças de resolução são compatibilizadas através de **interpolação** por: **Vizinho mais próximo**, **Bilinear** etc.;

Exemplo:

...

```
red = Recuperare (Nome = "CBR_3", Inter = Bilinear);
```

```
nir = Recuperare (Nome = "ETM_4");
```

```
ndvi = 127 * (nir - red)/(nir + red) + 128;
```



Agregação

- Pode-se ainda explorar as diferenças de resolução entre dados e resultados, através de **agregação** por:

- **Maioria, Media, Mediana, Maximo, Soma** etc

{

```
Imagem red, nir, myi ("Imagem_ETM");
```

```
red= Recuperar (Nome="B3"); //resolução 30x30
```

```
nir= Recuperar (Nome="B4"); //resolução 30x30
```

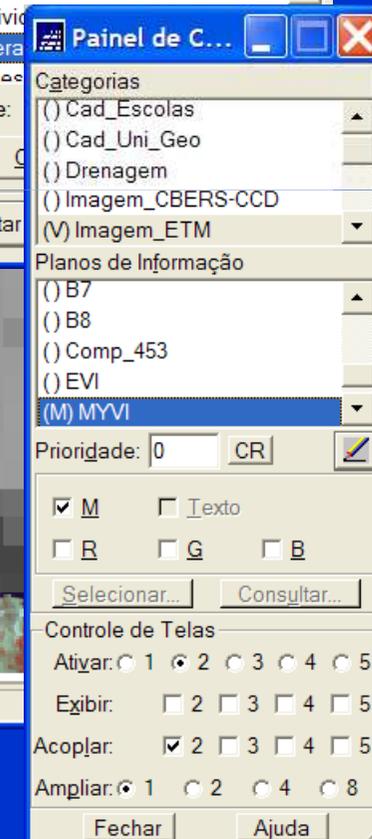
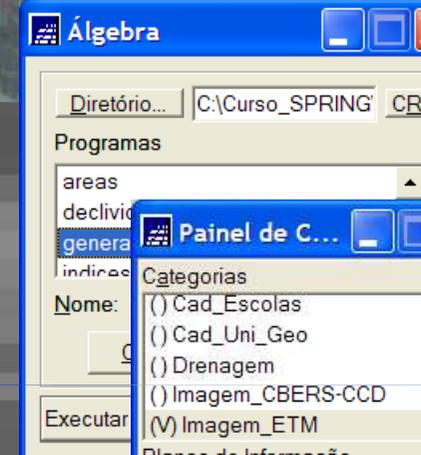
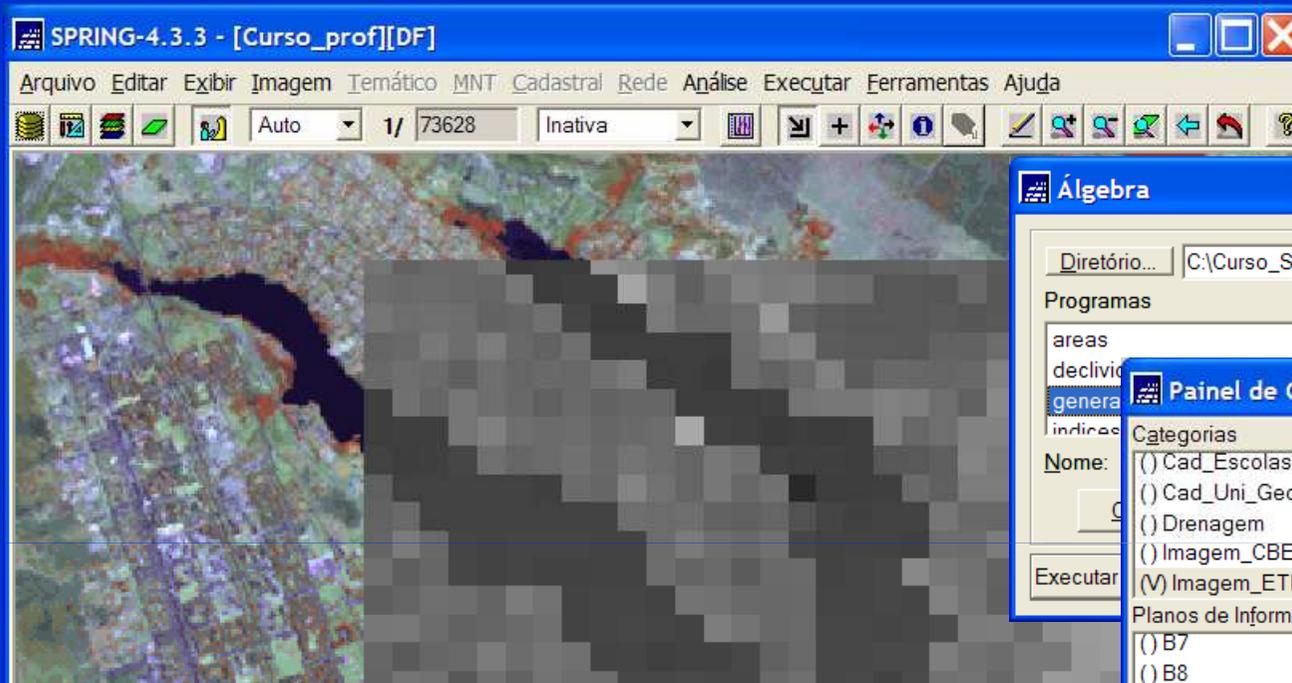
```
myi= Novo (Nome="MYVI", ResX=300, ResY=300);
```

```
myi= 127*((Maioria)nir - (Maioria)red)/((Maioria)nir +  
(Maioria)red) +128;
```

}

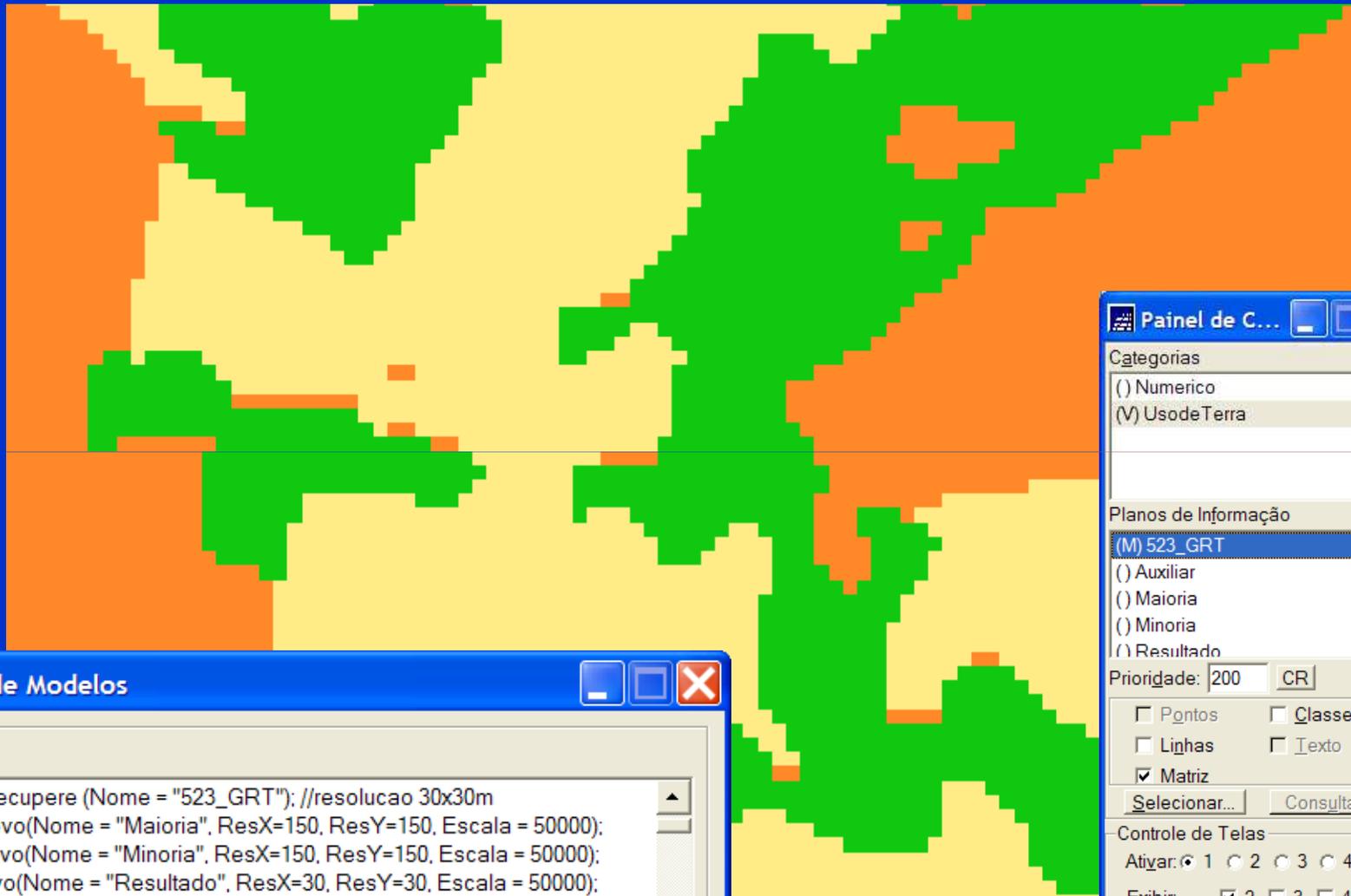


Agregação – NDVI





Aggregação – ruídos



Painel de C...

Categories
() Numerico
(V) UsodeTerra

Planos de Informação V
(M) 523_GRT
() Auxiliar
() Maioria
() Minoria
() Resultado

Prioridade: 200 CR

Pontos Classes
 Linhas Texto
 Matriz

Selecionar... Consultar...

Controle de Telas
Ativar: 1 2 3 4 5
Exibir: 2 3 4 5
Acoplar: 2 3 4 5
Ampliar: 1 2 4 8

Fechar Ajuda

Editor de Modelos

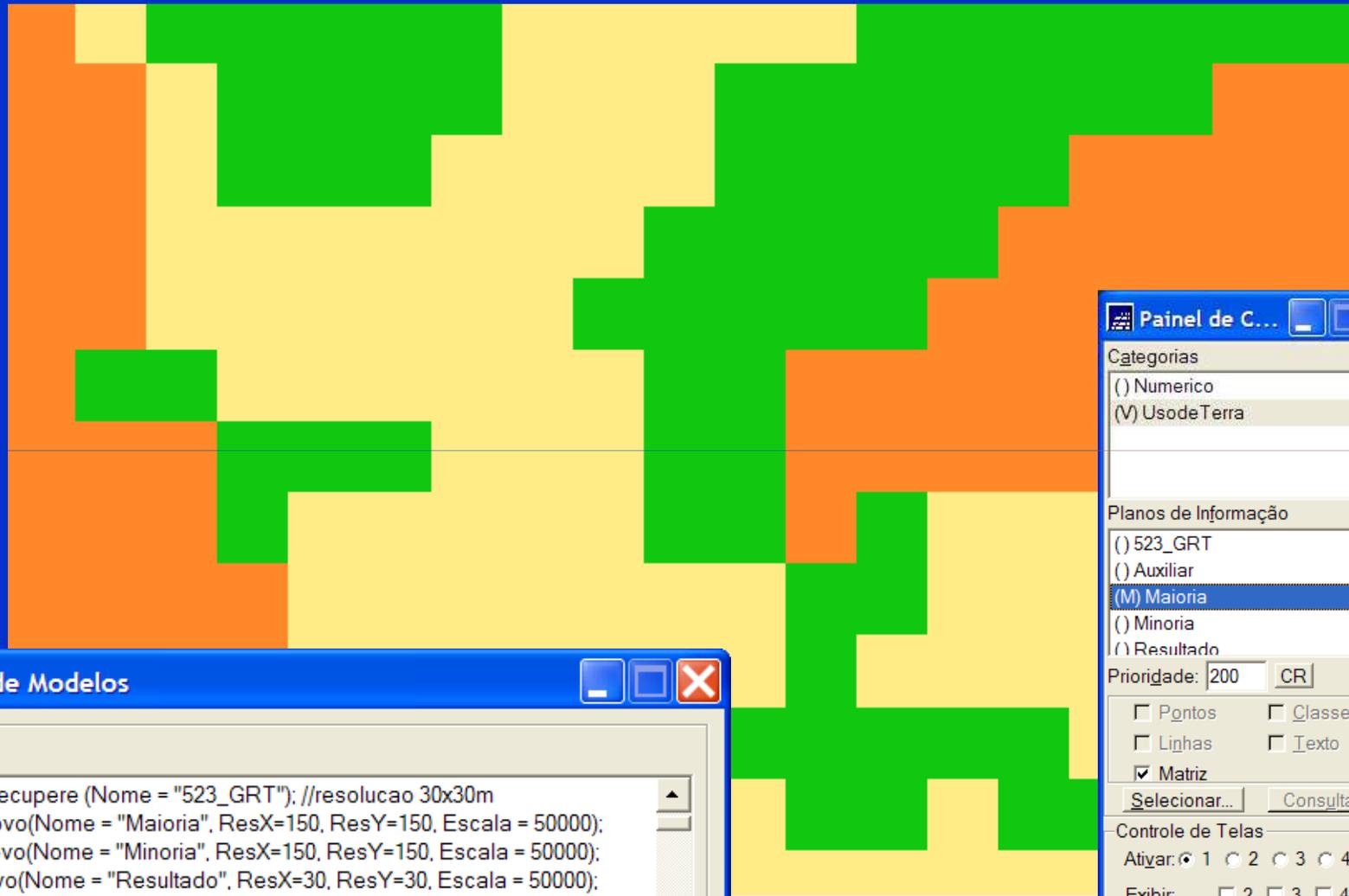
Programa

```
inicial = Recupere (Nome = "523_GRT"); //resolucao 30x30m  
maio = Novo(Nome = "Maioria", ResX=150, ResY=150, Escala = 50000);  
mino = Novo(Nome = "Minoria", ResX=150, ResY=150, Escala = 50000);  
final = Novo(Nome = "Resultado", ResX=30, ResY=30, Escala = 50000);  
maio = (Maioria)inicial;  
mino = (Minoria)inicial;  
final = inicial != "pinus" ? inicial : maio != "pinus" ? maio : inicial;
```

Mensagens de Erro



Aggregação – ruídos



Painel de C...

Categories
() Numerico
(V) UsodeTerra

Planos de Informação V
() 523_GRT
() Auxiliar
(M) **Maioria**
() Minoria
() Resultado

Prioridade: 200 CR

Pontos Classes
 Linhas Texto
 Matriz

Selecionar... Consultar...

Controle de Telas
Ativar: 1 2 3 4 5
Exibir: 2 3 4 5
Acoplar: 2 3 4 5
Ampliar: 1 2 4 8

Fechar Ajuda

Editor de Modelos

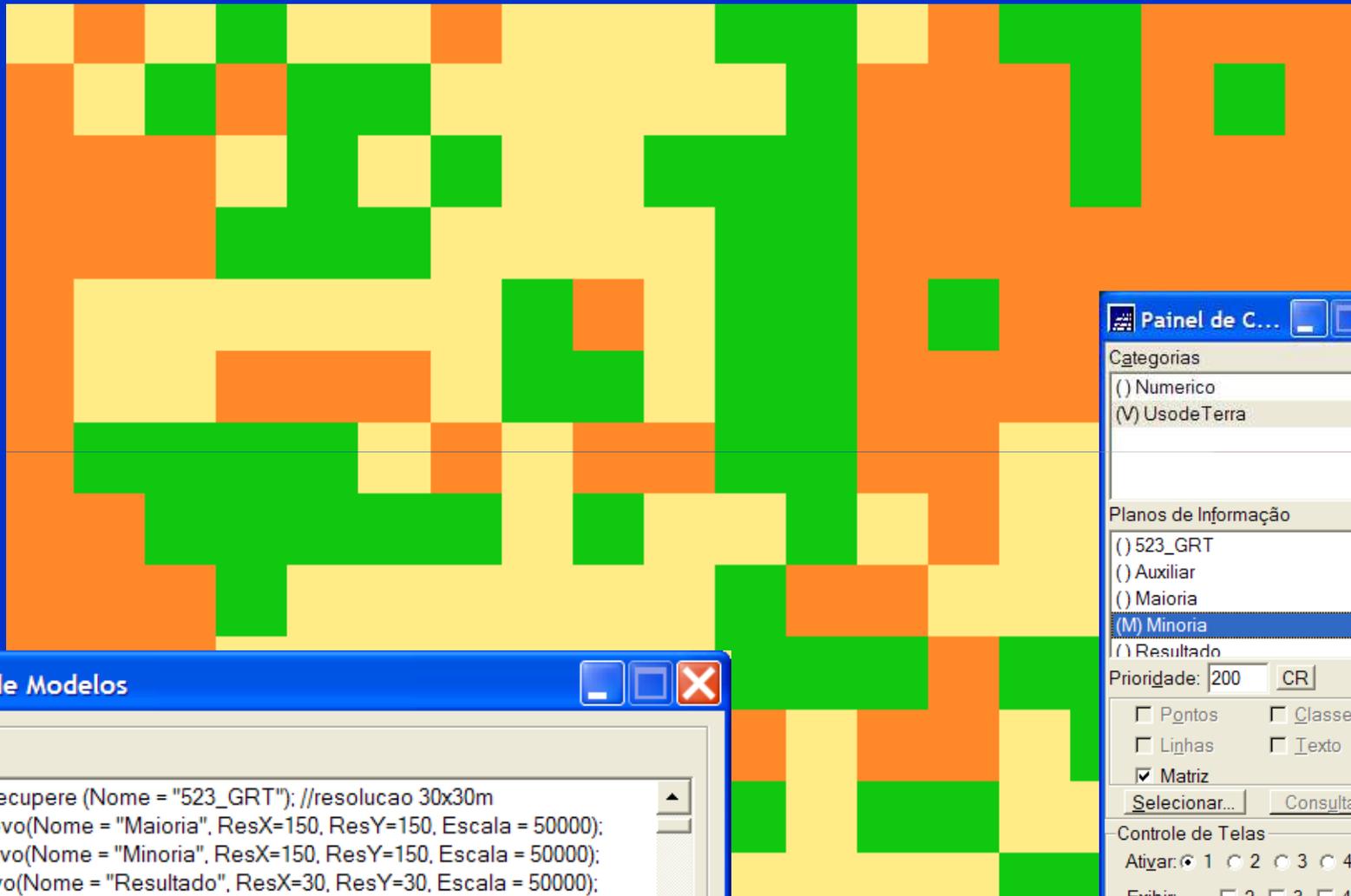
Programa

```
inicial = Recupere (Nome = "523_GRT"); //resolucao 30x30m  
maio = Novo(Nome = "Maioria", ResX=150, ResY=150, Escala = 50000);  
mino = Novo(Nome = "Minoria", ResX=150, ResY=150, Escala = 50000);  
final = Novo(Nome = "Resultado", ResX=30, ResY=30, Escala = 50000);  
maio = (Maioria)inicial;  
mino = (Minoria)inicial;  
final = inicial != "pinus" ? inicial : maio != "pinus" ? maio : inicial;
```

Mensagens de Erro



Agregação – ruídos



Painel de C...

Categorias
() Numerico
(V) UsodeTerra

Planos de Informação V
() 523_GRT
() Auxiliar
() Maioria
(M) Minoria
() Resultado

Prioridade: 200 CR

Pontos Classes
 Linhas Texto
 Matriz

Selecionar... Consultar...

Controle de Telas
Ativar: 1 2 3 4 5
Exibir: 2 3 4 5
Acoplar: 2 3 4 5
Ampliar: 1 2 4 8

Fechar Ajuda

Editor de Modelos

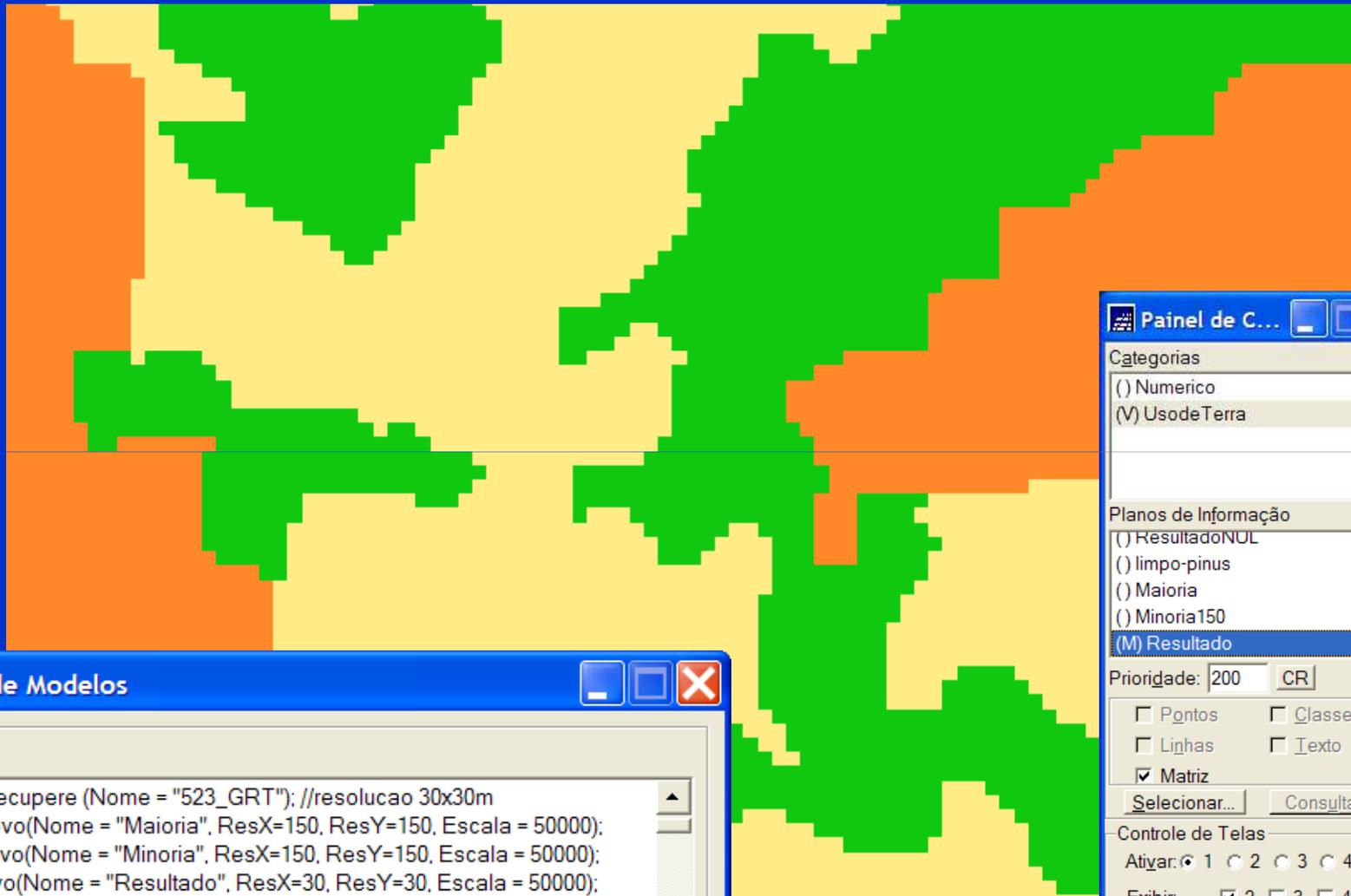
Programa

```
inicial = Recupere (Nome = "523_GRT"); //resolucao 30x30m  
maio = Novo(Nome = "Maioria", ResX=150, ResY=150, Escala = 50000);  
mino = Novo(Nome = "Minoria", ResX=150, ResY=150, Escala = 50000);  
final = Novo(Nome = "Resultado", ResX=30, ResY=30, Escala = 50000);  
maio = (Maioria)inicial;  
mino = (Minoria)inicial;  
final = inicial != "pinus" ? inicial : maio != "pinus" ? maio : inicial;
```

Mensagens de Erro



Aggregação – ruídos



Editor de Modelos

Programa

```
inicial = Recupere (Nome = "523_GRT"); //resolucao 30x30m
maio = Novo(Nome = "Maioria", ResX=150, ResY=150, Escala = 50000);
mino = Novo(Nome = "Minoria", ResX=150, ResY=150, Escala = 50000);
final = Novo(Nome = "Resultado", ResX=30, ResY=30, Escala = 50000);
maio = (Maioria)inicial;
mino = (Minoria)inicial;
final = inicial != "pinus" ? inicial : maio != "pinus" ? maio : inicial;
```

Mensagens de Erro

Painel de C...

Categorias

- () Numerico
- (V) UsodeTerra

Planos de Informação

- () ResultadoNUL
- () limpo-pinus
- () Maioria
- () Minoria150
- (M) Resultado

Prioridade: 200 CR

Pontos Classes

Linhas Texto

Matriz

Selecionar... Consultar...

Controle de Telas

Ativar: 1 2 3 4 5

Exibir: 2 3 4 5

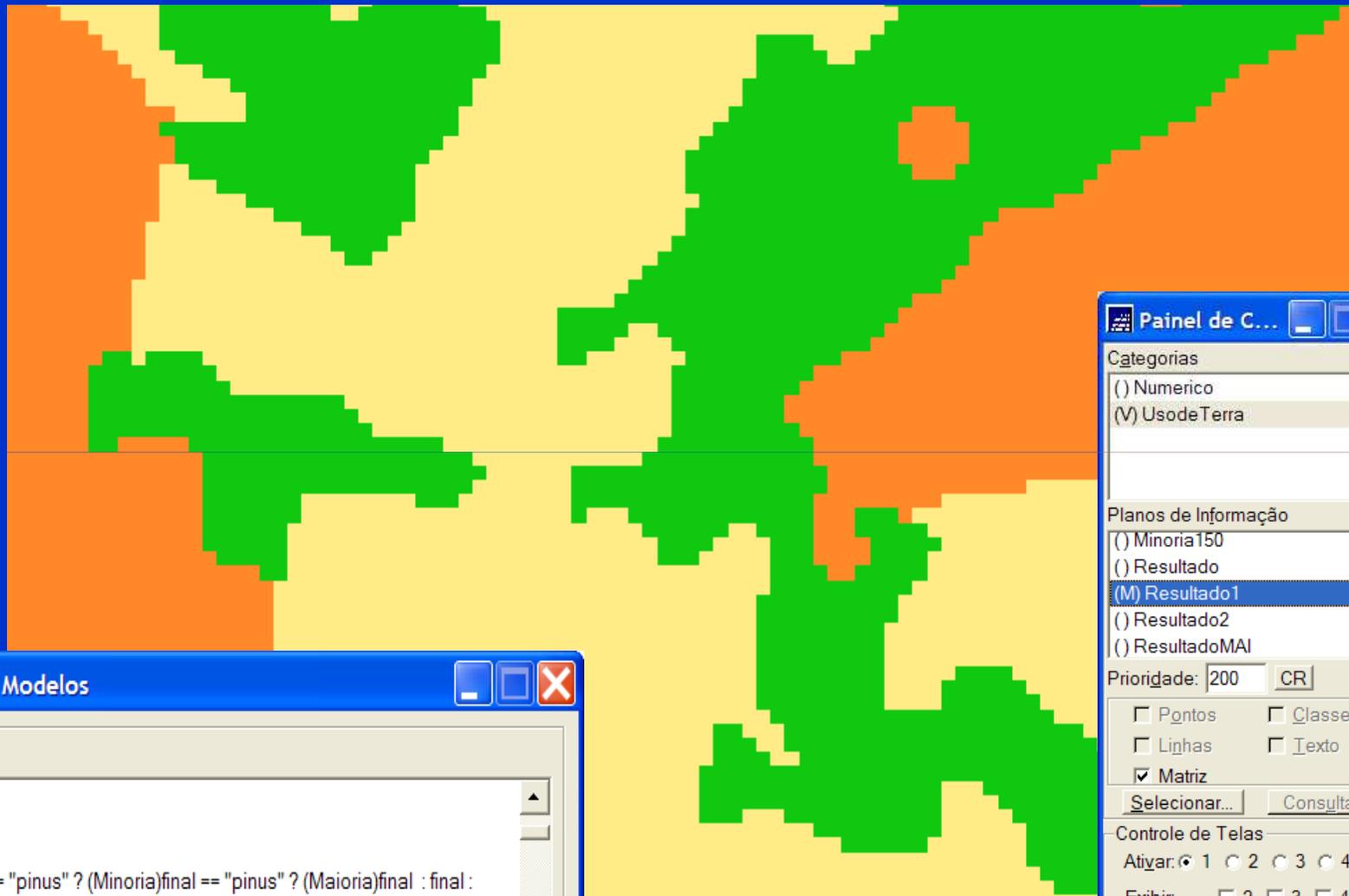
Acoplar: 2 3 4 5

Ampliar: 1 2 4 8

Fechar Ajuda



Vizinhança 3x3 – ruídos



Painel de C...

Categories
() Numerico
(V) UsodeTerra

Planos de Informação V
() Minoria150
() Resultado
(M) Resultado1
() Resultado2
() ResultadoMAI

Prioridade: 200 CR

Pontos Classes
 Linhas Texto
 Matriz

Selecionar... Consultar...

Controle de Telas
Ativar: 1 2 3 4 5
Exibir: 2 3 4 5
Acoplar: 2 3 4 5
Ampliar: 1 2 4 8

Fechar Ajuda

Editor de Modelos

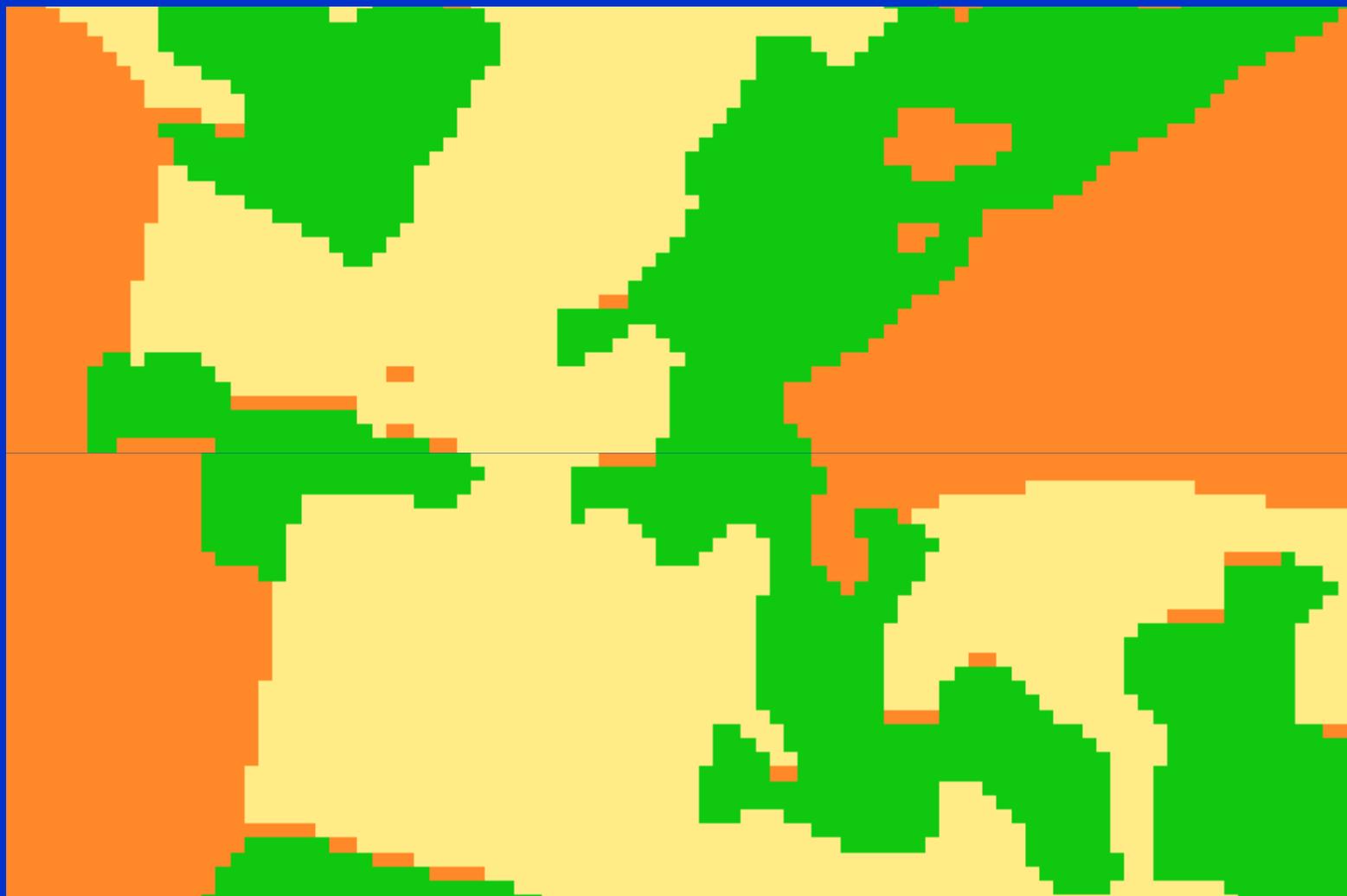
Programa

```
n = 0;  
While n <= 2  
{  
  final = final == "pinus" ? (Minoria)final == "pinus" ? (Maioria)final : final ;  
  final ;  
  n = n+1;  
};  
}
```

Mensagens de Erro



Vizinhança 3x3 – ruídos





Operações de Vizinhança

- Processam os dados de cada local com base em valores associados a locais vizinhos
- Normalmente se define uma “máscara” para usar como vizinhança
 - por exemplo: 3x3, 5x5, 7x7 etc;
- Os tipos de funções focais podem ser:
 - **Maioria, media, mediana, maximo, soma etc.**



Vizinhanças em LEGAL

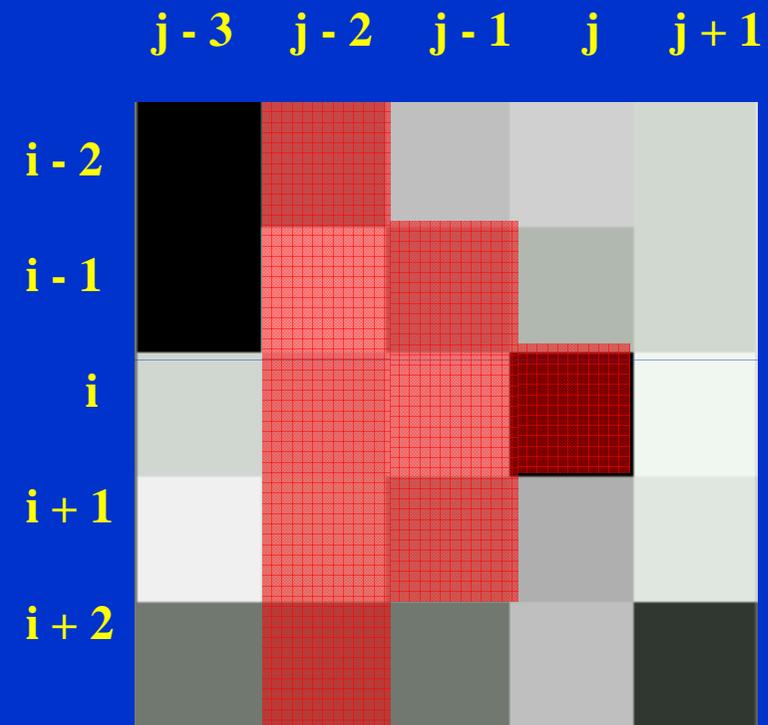
- Uma maneira de realizar operações de vizinhança é através do envolvimento direto de cada local vizinho, como em uma operação local.
- Cada elemento vizinho é expresso em termos da distância a um local de referencia (foco), dada pelo número de linhas e colunas.



Vizinhanças em LEGAL

Operação envolvendo locais vizinhos
segundo uma certa configuração.

$\text{grd} [-2, -2] +$
 $\text{grd} [-1, -2] + \text{grd} [-1, -1] +$
 $\text{grd} [0, -2] + \text{grd} [0, -1] + \text{grd} [0, 0] +$
 $\text{grd} [+1, -2] + \text{grd} [+1, -1] +$
 $\text{grd} [+2, -2]$





Declividade e Exposição

SPRING-5.0.6.1 [Modelo_Dados][Brasilia]

Arquivo Editar Exibir Imagem Temático MNT Cadastral Rede Análise Executar Ferramentas Ajuda

Auto 1/ 7874 Inativa ?

Painel de Controle

Tela Ativa : Principal

PI Disponíveis PI Selecionados

Categoria / Plano de Informação

- (V) Altimetria
 - (GI) Mapa Altimetrico
 - () ZonasDecli
 - (C) Cadastro_Urbano
 - (T) Declividade
 - (T) Distancias
 - (T) Drenagem
 - (T) Exposicao
 - (M) Grades
 - (I) Imagem_FOTO
 - (I) Imagem_TM
 - (R) Rede_Brasilia
 - (M) Superficie

Amostras Isolinhas

Grade Texto

TIN Imagem

1096.0	1094.4	1090.7	1080.0	1089.0	1088.9	1084.7	1082.5	1080.4	1078.5	1080.0	1079.1	1075.2	1071.2	1070.0
1098.3	1094.4	1080.6	1080.0	1088.2	1086.2	1084.1	1081.9	1079.6	1075.6	1074.8	1075.6	1073.9	1070.2	1070.0
1097.1	1093.8	1090.0	1090.0	1086.1	1085.8	1083.4	1081.3	1078.1	1073.8	1070.0	1070.7	1070.4	1070.0	1070.0
1095.9	1093.2	1090.4	1090.0	1088.6	1085.7	1083.0	1080.6	1078.7	1072.2	1070.0	1070.0	1070.0	1070.0	1070.0
1095.4	1092.6	1090.0	1090.0	1088.9	1086.0	1083.0	1079.8	1074.7	1071.0	1070.0	1070.0	1070.0	1070.0	1070.0
1094.7	1091.9	1090.0	1090.0	1088.0	1085.2	1082.1	1078.6	1070.0	1070.0	1070.0	1070.0	1070.0	1069.8	1070.0
1094.0	1091.2	1090.0	1090.0	1086.5	1083.9	1081.2	1075.2	1070.0	1070.0	1069.1	1068.2	1068.1	1067.7	1069.4
1093.2	1090.5	1090.0	1089.0	1085.0	1081.2	1079.5	1075.4	1070.0	1070.0	1067.7	1068.3	1068.1	1066.5	1067.7
1092.3	1090.0	1090.0	1086.6	1082.5	1078.6	1075.6	1071.8	1070.0	1069.6	1066.7	1064.5	1064.1	1065.3	1066.0
1090.1	1089.4	1088.0	1085.3	1081.2	1078.6	1075.6	1071.8	1070.0	1069.6	1066.7	1064.5	1064.1	1065.3	1066.0
1090.0	1087.5	1085.8	1083.6	1080.0	1078.6	1075.6	1071.8	1070.0	1069.6	1066.7	1064.5	1064.1	1065.3	1066.0
1089.3	1086.6	1083.8	1081.9	1078.5	1078.6	1075.6	1071.8	1070.0	1069.6	1066.7	1064.5	1064.1	1065.3	1066.0
1089.1	1086.2	1083.2	1080.2	1078.9	1078.6	1075.6	1071.8	1070.0	1069.6	1066.7	1064.5	1064.1	1065.3	1066.0
1088.3	1085.4	1082.5	1079.4	1075.8	1078.6	1075.6	1071.8	1070.0	1069.6	1066.7	1064.5	1064.1	1065.3	1066.0
1087.6	1084.7	1081.9	1078.8	1075.3	1078.6	1075.6	1071.8	1070.0	1069.6	1066.7	1064.5	1064.1	1065.3	1066.0
1087.1	1084.5	1081.6	1078.5	1075.2	1078.6	1075.6	1071.8	1070.0	1069.6	1066.7	1064.5	1064.1	1065.3	1066.0
1086.1	1083.8	1081.4	1078.3	1076.0	1078.6	1075.6	1071.8	1070.0	1069.6	1066.7	1064.5	1064.1	1065.3	1066.0

```

10 {
Numerico alt ("Altimetria");
Numerico dzdy, dzdx, dcl, esp ("Grades");

alt = Recuperar (Nome="Mapa Altimetrico");
dcl = Novo (Nome="Declividade_RR", ResX=30,ResY=30, Escala=25000);
esp = Novo (Nome="Exposição_RR", ResX=30,ResY=30, Escala=25000);
dzdy = Novo (Nome="dz/dy", ResX=30,ResY=30, Escala=25000);
dzdx = Novo (Nome="dz/dx", ResX=30,ResY=30, Escala=25000);

dzdy = ((alt[1,-1]+2*alt[1,0]+alt[1,1])-(alt[-1,-1]+2*alt[-1,0]+alt[-1,1]))/90;
dzdx = ((alt[-1,1]+2*alt[0,1]+alt[1,1])-(alt[-1,-1]+2*alt[0,-1]+alt[1,-1]))/90;

dcl = atan (sqrt (dzdy^2+dzdx^2));

esp = dzdx == 0 ? esp :
      dzdy > 0 && dzdx > 0 ? atan(dzdy/dzdx) :
      dzdy > 0 && dzdx < 0 ? atan(dzdy/dzdx)+PI/2 :
      dzdy < 0 && dzdx < 0 ? atan(dzdy/dzdx)+PI :
      dzdy < 0 && dzdx > 0 ? atan(dzdy/dzdx)+3*PI/2 : 0;

```

Principal / Auxiliar / Tela 2



Declividade e Exposição

SPRING-5.0.6.1 [Modelo_Dados][Brasilia]

Arquivo Editar Exibir Imagem Temático MNT Cadastral Rede Análise Executar Ferramentas Ajuda

Escala 1/ 7874 Inativa

Painel de Controle

Tela Ativa : Auxiliar

PI Disponíveis PI Selecionados

Categoria / Plano de Informação

- M () Altimetria
- C () Cadastro_Urbano
- T () Declividade
- T () Distancias
- T () Drenagem
- T () Exposicao
- M (V) Grades
 - () Gr_3
 - () Gr_4
 - () Gr_5
 - () dz/dy
 - () dz/dx
 - (G) Declividade_RR
 - () Exposição_RR
- I () Imagem_FOTO
- I () Imagem_TM
- R () Rede_Brasilia
- M () Superficie

Amostras Isolinhas
 Grade Texto
 TIN Imagem

```

1e-001 1.1e-001 8.6e-002 1.5e-003 8.7e-002 8.7e-002 6.7e-002 6.6e-002 6.0e-002 1.3e-001 1.2e-001 1.1e-001 1.3e-001 1.1e-001 3.6e-003
+
1e-001 1.1e-001 8.3e-002 5.7e-003 6.9e-002 8.9e-002 7.0e-002 7.0e-002 1.2e-001 1.6e-001 2.3e-001 2.0e-001 1.3e-001 7.0e-002 0,0
+
3e-001 1.2e-001 5.7e-002 8.4e-003 7.5e-002 7.2e-002 7.0e-002 7.0e-002 1.5e-001 1.5e-001 9.2e-002 1.5e-001 1.2e-001 1.0e-002 0,0
+
6e-002 8.5e-002 5.0e-002 3.4e-003 9.0e-002 8.6e-002 7.5e-002 8.1e-002 1.4e-001 1.4e-001 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0
+
1e-002 9.1e-002 2.9e-002 0,0 8.5e-002 8.6e-002 9.3e-002 2.2e-001 2.1e-001 1.2e-001 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0
+
1e-002 9.1e-002 4.4e-003 0,0 1.1e-001 9.8e-002 9.8e-002 3.2e-001 8.6e-002 5.1e-003 4.7e-003 3.3e-002 4.2e-002 5.7e-002 8.5e-003
+
8e-002 8.9e-002 0,0 2.5e-002 1.4e-001 1.1e-001 1.1e-001 2.3e-001 1.8e-002 0,0 7.8e-002 8.6e-002 8.8e-002 7.2e-002 6.4e-002
+
2e-002 6.8e-002 0,0 1.3e-001 1.5e-001 1.3e-001 1.7e-001 1.5e-001 5.5e-002 1.6e-002 9.1e-002 8.3e-002 8.8e-002 7.4e-002 7.5e-002
+
0e-002 3.3e-002 4.7e-002 1.5e-001 1.5e-001 1.7e-001 1.9e-001 1.6e-001 2.8e-002 8.5e-002 1.0e-001 8.3e-002 8.1e-002 7.4e-002 7.6e-002
+
7e-002 8.4e-002 1.1e-001 1.3e-001 1.3e-001 1.5e-001 {
+
3e-002 9.3e-002 1.1e-001 1.3e-001 1.3e-001 1.3e-001 {
+
0e-002 8.7e-002 9.0e-002 1.2e-001 1.2e-001 1.3e-001 {
+
1e-002 9.1e-002 9.0e-002 1.0e-001 1.2e-001 1.2e-001 {
+
4e-002 9.4e-002 9.3e-002 1.1e-001 1.1e-001 1.1e-001 {
+
8e-002 8.6e-002 6.5e-002 1.1e-001 1.1e-001 7.6e-002 {
+
1e-002 8.3e-002 8.5e-002 1.1e-001 8.0e-002 7.0e-002 {
+
6e-002 8.3e-002 6.2e-002 8.2e-002 7.4e-002 7.9e-002 {
+

```

Numerico alt ("Altimetria");
Numerico dzdy, dzdx, dcl, esp ("Grades");
alt = Recupere (Nome="Mapa Altimetrico");
dcl = Novo (Nome="Declividade_RR", ResX=30,ResY=30, Escala=25000);
esp = Novo (Nome="Exposição_RR", ResX=30,ResY=30, Escala=25000);
dzdy = Novo (Nome="dz/dy", ResX=30,ResY=30, Escala=25000);
dzdx = Novo (Nome="dz/dx", ResX=30,ResY=30, Escala=25000);
dzdy = ((alt[1,-1]+2*alt[1,0]+alt[1,1])-(alt[-1,-1]+2*alt[-1,0]+alt[-1,1]))/90;
dzdx = ((alt[-1,1]+2*alt[0,1]+alt[1,1])-(alt[-1,-1]+2*alt[0,-1]+alt[1,-1]))/90;
dcl = atan (sqrt (dzdy^2+dzdx^2));
esp = dzdx == 0 ? esp :
dzdy > 0 && dzdx > 0 ? atan(dzdy/dzdx) :
dzdy > 0 && dzdx < 0 ? atan(dzdy/dzdx)+PI/2 :
dzdy < 0 && dzdx < 0 ? atan(dzdy/dzdx)+PI :
dzdy < 0 && dzdx > 0 ? atan(dzdy/dzdx)+3*PI/2 : 0 ;



Declividade e Exposição

SPRING-5.0.6.1 [Modelo_Dados][Brasilia]

Arquivo Editar Exibir Imagem Temático MNT Cadastral Rede Análise Executar Ferramentas Ajuda

Escala 1/ 99135 Inativa

Painel de Controle

Tela Ativa : Tela 2

PI Disponíveis PI Selecionados

Categoria / Plano de Informação

- M () Altimetria
- C () Cadastro_Urbano
- T () Declividade
- T () Distancias
- T () Drenagem
- T () Exposicao
- M (V) Grades
 - Gr_3
 - Gr_4
 - Gr_5
 - dz/dy
 - dz/dx
 - Declividade_RR
 - (G) Exposição_RR
- I () Imagem_FOTO
- I () Imagem_TM
- R () Rede_Brasilia
- M () Superficie

Amostras Isolinhas
 Grade Texto
 TIN Imagem

1.455	1.461	1.473	3.927	3.815	3.428	3.397	3.436	3.555	4.472	3.240	3.895	3.490	3.463	3.672
3.252	3.201	3.355	3.263	3.392	3.659	3.582	3.582	3.627	4.048	3.157	3.266	3.987	3.613	+
3.850	3.623	3.379	3.223	3.178	3.289	3.599	3.582	3.574	3.638	4.483	3.457	4.286	3.927	+
3.280	1.557	1.552	7.9e-001	1.178	1.304	1.457	3.503	3.530	3.481	+	+	+	+	+
3.468	3.488	3.420	+	3.225	3.348	3.459	3.638	4.272	3.852	+	+	+	+	+
3.468	3.488	3.927	+	3.777	3.601	3.542	3.514	4.508	3.927	3.927	4.708	4.578	4.623	3.927
3.521	3.477	+	3.712	3.526	4.155	3.726	1.477	1.057	+	4.195	4.660	4.562	3.464	3.480
3.647	3.490	+	3.863	3.842	4.187	4.010	3.743	1.436	3.648	3.798	4.582	4.582	3.860	3.172
4.173	3.505	4.096	3.743	3.779	3.960	4.308	4.341	3.769	4.105	3.556	4.438	4.686	3.817	4.648
4.668	4.254	4.312	3.863	3.501	3. {									
3.804	3.943	4.301	3.783	3.857	3. {									
3.261	3.425	3.856	3.900	3.761	3. {									
3.410	3.398	3.413	3.625	3.718	3. {									
3.523	3.522	3.511	3.471	3.468	3. {									
3.402	3.347	3.293	3.280	3.283	9.6e									
3.826	3.315	3.284	3.284	1.121	1. {									
3.656	3.724	3.417	1.477	3.173	3. {									

Principal / Auxiliar / Tela 2

```

dcl = atan (sqrt (dzdy^2+dzdx^2)) ;
esp = dzdx == 0 ? esp :
      dzdy > 0 && dzdx > 0 ? atan(dzdy/dzdx) :
      dzdy > 0 && dzdx < 0 ? atan(dzdy/dzdx)+PI/2 :
      dzdy < 0 && dzdx < 0 ? atan(dzdy/dzdx)+PI :
      dzdy < 0 && dzdx > 0 ? atan(dzdy/dzdx)+3*PI/2 : 0 ;
  
```



Declividade e Exposição

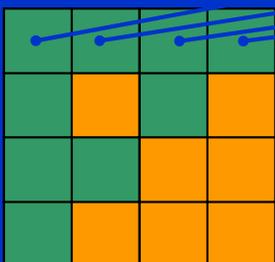
The screenshot shows the SPRING-5.0.6.1 software interface. The main window displays a map with a color-coded terrain. The left panel, titled 'Painel de Controle', shows a list of 'PI Disponíveis' (Available PI) and 'PI Selecionados' (Selected PI). The 'Exposição_T' layer is selected. The bottom panel shows the 'Matriz' (Matrix) option checked. The map shows a terrain with orange and purple colors, indicating different exposure and slope classes.

```
dcl = atan(sqrt(dzdy^2+dzdx^2));  
  
esp = dzdx == 0 ? esp :  
      dzdy > 0 && dzdx > 0 ? atan(dzdy/dzdx) :  
      dzdy > 0 && dzdx < 0 ? atan(dzdy/dzdx)+PI/2 :  
      dzdy < 0 && dzdx < 0 ? atan(dzdy/dzdx)+PI :  
      dzdy < 0 && dzdx > 0 ? atan(dzdy/dzdx)+3*PI/2 : 0 ;  
  
Tematico asp ("Exposicao") ;  
asp = Novo (Nome="Exposição_T", ResX=30, ResY=30, Escala=25000) ;  
  
asp =  
  esp >= 0 && esp <= 2*PI ?  
  esp >= PI/4 && esp < 3*pi/4 ? Classe ("Leste") :  
  esp >= 3*PI/4 && esp < 5*PI/4 ? Classe ("Sul") :  
  esp >= 5*PI/4 && esp < 7*PI/4 ? Classe ("Oeste") :  
  Classe("Norte") : asp ;  
  
}
```

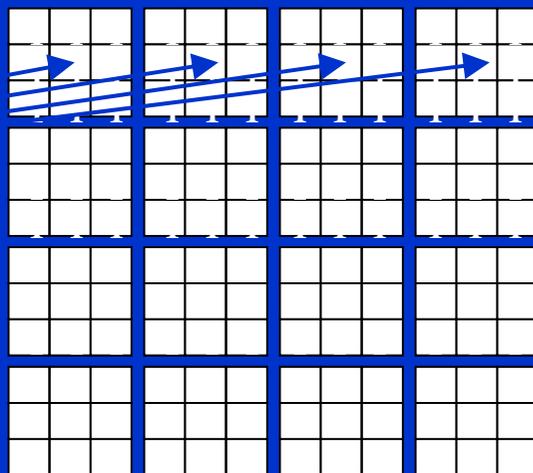


Vizinhanças em LEGAL

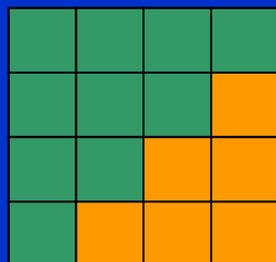
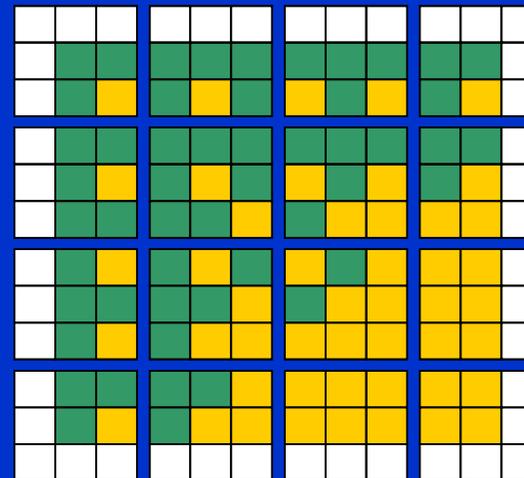
Mapa



Vizinhanças



Seleção

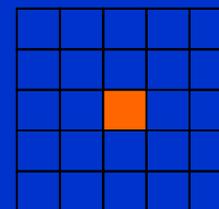
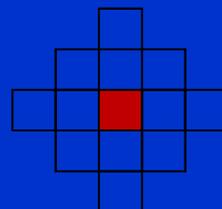
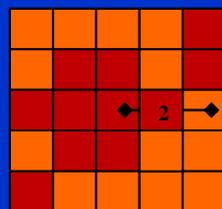
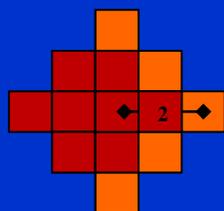


$\text{NovoMapa} = \text{Sumario}(\text{Mapa} * \text{Vizinhanças});$

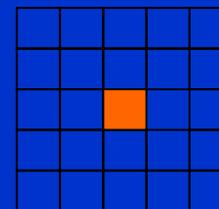
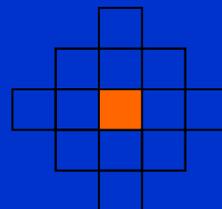
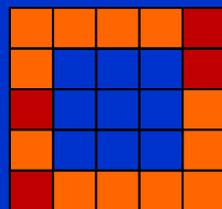
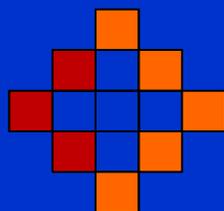
Vizinhanças em LEGAL - proximidade

Medidas de distancia:

Quarteirao Tabuleiro



Majority (mapa # (Distancia() < 3))



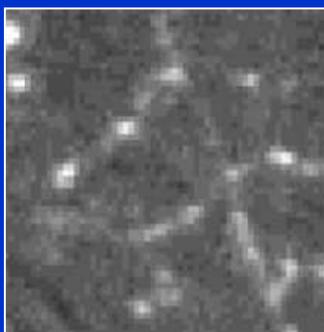
Majority (mapa # (1 < Distancia() < 3))



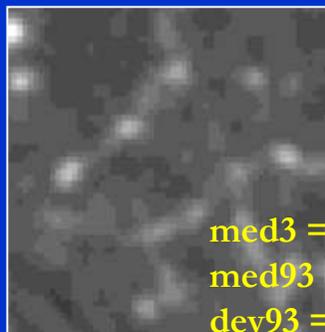
Vizinhanças em LEGAL

ex: detecção de alvos

imagem

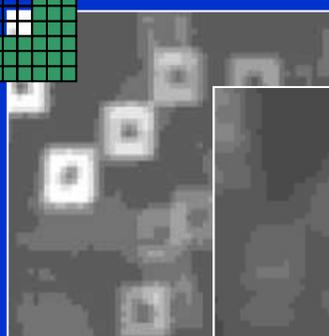
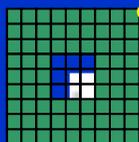


media

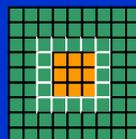
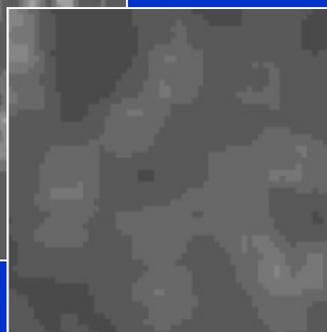


```
med3 = Media((Distancia() < 1) # img);  
med93 = Media((1 < Distancia() < 4) # img);  
dev93 = (Media((1 < (Distancia() < 4) # (img - med93)^2));  
Det93 = log(dev93/dev3)+(dev3/dev93)+(med3-med93)^2/dev93;
```

desvio



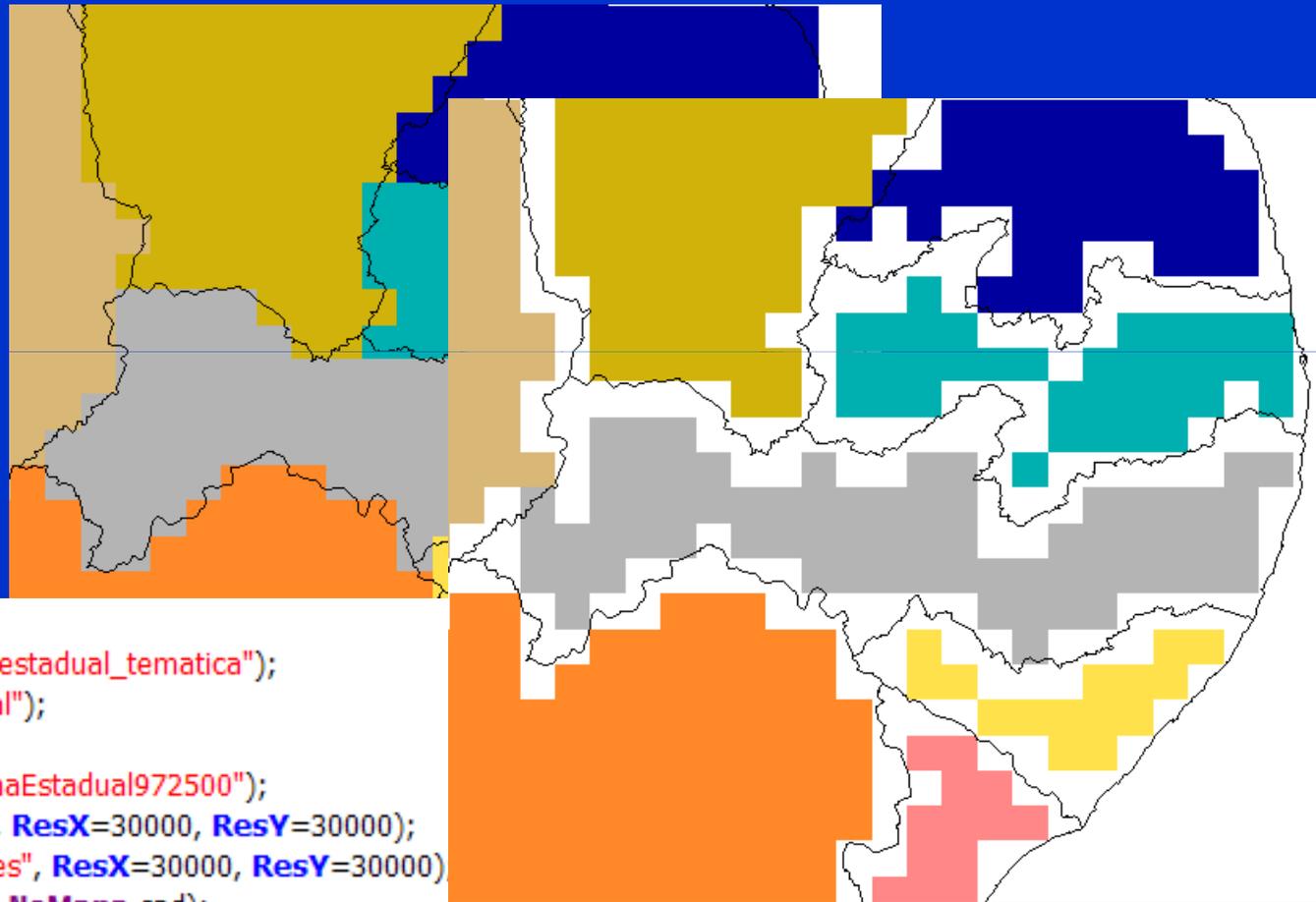
media





Vizinhanças em LEGAL

ex: Interior de regiões



```
{  
  Tematico tem0, tem1 ("Divisao_estadual_tematica");  
  Cadastral cad ("Divisao_Estadual");  
  Objeto obj ("Estados");  
  cad = Recupere (Nome = "MalhaEstadual972500");  
  tem0 = Novo (Nome = "Tema0", ResX=30000, ResY=30000);  
  tem1 = Novo (Nome = "Interiores", ResX=30000, ResY=30000);  
  tem0 = Espacialize (obj."SIGLA" NoMapa cad);  
  tem1 = Maioria((Distance() $<$ 2) * tem0) == Minoria((Distance() $<$ 2) * tem0) ? tem0 : Classe(0);  
}
```



Operações Zonais

- Zonas são elementos de uma partição da área de estudo.
P. ex:
 divisão política, parcelas, células etc
- Cada **local** é caracterizado com base em valores associados a locais contidos numa **zona** que o contém.
- Para isso são usadas estatísticas básicas como:
 Maioria, Média, Máximo Mediana, Variedade etc.
- Uma **operação zonal** envolve, portanto, dois argumentos:
 - as zonas (tamanho, forma e localização)
 - os valores selecionados através delas.



Operações Zonais

- Em LEGAL existem duas maneiras de selecionar um conjunto de zonas:
 - lista de expressões de natureza Booleana (uma para cada zona);
 - lista de poligonos, linhas ou pontos de associados a objetos geográficos através de mapas cadastrais.

Aqui, é onde a conexão com tabelas de Bancos de Dados entra em cena.



Operações Zonais

- Sintaxe:
<resultado>= <operação>(<referência>, <zonas>) ;
 - O **resultado** é uma **variável** do modelo Temático, Numérico , Imagem, ou ainda um **atributo** de Objeto.
 - As **zonas** são expressões que selecionam locais que serão processados.
 - A expressão **referência** determina os valores selecionados por zona



Operações Zonais, Exemplos:

SPRING-4.3.3 - [Curso_prof][DF]

Arquivo Editar Exibir Imagem Temático MNT Cadastral Rede Análise Executar Ferramentas Ajuda

Auto 1/ 132150 Inativa

PI: NDVI_Solo

Painel de C...

Categorias

- () Cad_Uni_Geo
- () Drenagem
- () Imagem_CBERS-CCD
- (V) Imagem_ETM
- () Imagem FOTO

Planos de Informação

- () Comp_453
- () EVI
- () MYVI
- () NDVI
- (M) NDVI_Solo

Prioridade: 0 CR

M Texto

R G B

Selecionar... Consultar...

Controle de Telas

Ativar: 1 2 3 4 5

Exibir: 2 3 4 5

Acoplar: 2 3 4 5

Ampliar: 1 2 4 8

Fechar Ajuda

Editor de Modelos

Programa

```
{
Imagem ndvi, visol("Imagem_ETM");
Tematico solo("Pedologia");
solo = Recupere(Nome="Mapa_Pedológico");
ndvi = Recupere(Nome="MYVI");
visol = Novo(Nome="NDVI_Solo", ResX=30, ResY=30);
visol = Media (ndvi, solo .*);
}
```

Mensagens de Erro



Operações Zonais, Exemplos:

The screenshot displays the SPRING-4.3.3 software interface. The main window shows a map with a grid overlay and various colored zones. A 'Painel de C...' (Control Panel) is visible on the right, showing a list of categories and information plans. A 'Tabela: Quadras' (Table: Blocks) window is open, displaying a table with columns for 'NOME', 'AREA', 'MDECLIV', and 'ASPECTO'. An 'Editor de Modelos' (Model Editor) window is also open, showing a program script for processing the 'Mapa_Quadras' data.

Tabela: Quadras

	NOME	AREA	MDECLIV	ASPECTO
2	SQN-103	110081.722656	1.998812	Leste
3	SQN-104	104903.201172	2.498822	Leste
		106523.506836	1.880846	Leste
		101698.603027	2.611618	Norte
		95459.026367	1.984839	Norte
		108358.590820	1.772992	Norte
		104377.528320	1.913263	Norte
		113197.541992	1.969550	Norte
		112457.258789	1.622871	Leste
		109395.645508	2.463826	Leste
		103021.914551	2.759931	Leste
		105359.785156	2.063901	Leste
		116922.928711	2.055760	Norte
		128359.948242	2.569106	Norte
		111249.742188	2.101784	Leste
		104524.784668	2.421187	Leste
		112734.925781	3.280796	Leste
		108720.204102	2.759453	Leste

Editor de Modelos

```
Programa
{
Cadastral quadras ("Cad_Urbano");
Tematico aspecto("Exposição");
Objeto quadra ("Quadras");
quadras = Recuperar(Nome="Mapa_Quadras");
aspecto = Recuperar(Nome="Exposição");
quadra."ASPECTO" = Maioria(aspecto, quadra OnMap quadras);
}
```

Mensagens de Erro



Operações “Zonais” sobre Pontos

The screenshot displays the SPRING-4.3.3 software interface. The main window shows a map with several yellow crosshair markers. A 'Painel de C...' (Control Panel) is visible on the right, listing categories such as 'Cad_Escolas', 'Cad_Uni_Geo', 'Drenagem', 'Imagem_CBERS-CCD', 'Imagem_ETM', and 'Mapa_Escolas'. A 'Tabela: escola' (Table: school) window is open, showing a table with columns for ID, ROTULO, NOME_ESC, and INDVERDE. The 'Editor de Modelos' (Model Editor) window is also open, displaying a program script for a zonal operation on points.

ID	ROTULO	NOME_ESC	INDVERDE	
223	957	00000223	Escola Classe 04	114
224	958	00000224	Escola Classe 05	93
		00000225	Escola Classe 06	88
		00000226	Escola Classe 07	92
		00000227	Escola Classe 08	92
		00000228	Escola Classe Alm	122
		00000229	Escola Classe Buc	102
		00000230	Escola Classe Cha	103
		00000231	Escola Classe Cur	113
		00000232	Escola Classe INC	112
		00000233	Escola Classe INC	108
		00000234	Escola Classe Pol	96
		00000235	Centro de Ensino	105
		00000236	Escola Normal de	97
		00000237	Jardim de Infanci	105
		00000238	CAIC Julia Kubits	92
		00000239	Centro de Ensino	96
		00000240	Centro Educaciona	101

```
Programa
{
  Cadastral escolas("Cad_Escolas");
  Imagem ndvi("Imagem_ETM");
  Objeto escola("escola");
  escolas= Recuperar(Nome="Mapa_Escolas");
  ndvi= Recuperar(Nome="NDVI");
  escola."INDVERDE" = Maioria(ndvi, escola OnMap escolas);
}
```

Mensagens de Erro

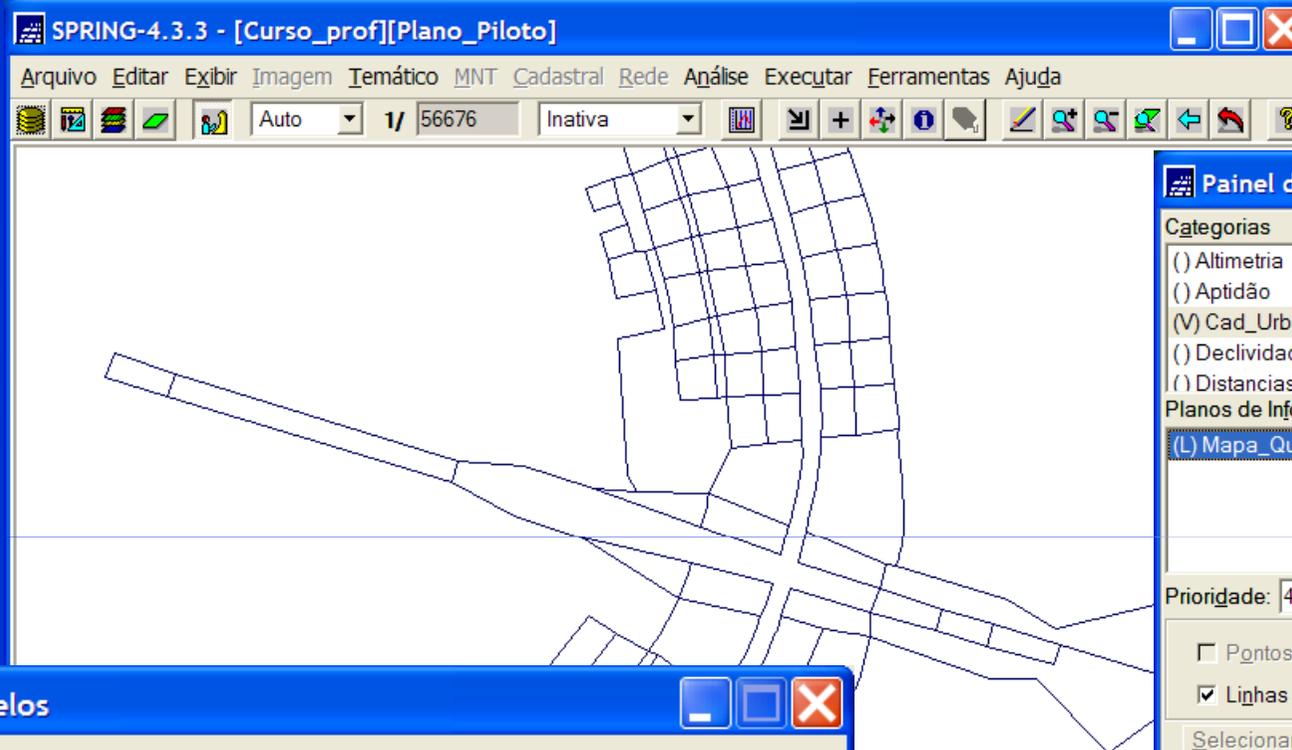


Transformações de Representação Espacialização de Atributos

- Geobjetos (*objetos cadastrais*) associados a representação vetorial podem ser transformados em representações Matriciais, dos modelos Tematico, Numerico e Imagem que temos no SPRING.
 - Sintaxe:
`var = Espacialize (obj."atributo" NoMapa cad);`



Espacialização de Atributos



Painel de C...

Categories

- () Altimetria
- () Aptidão
- (V) Cad_Urbano
- () Declividade
- () Distancias fat

Planos de Informação

- (L) Mapa_Quadras

Prioridade: 400 CR

Pontos Objetos

Linhas Texto

Selecionar... Consultar...

Controle de Telas

Ativar: 1 2 3 4 5

Exibir: 2 3 4 5

Acoplar: 2 3 4 5

Ampliar: 1 2 4 8

Fechar Ajuda

Editor de Modelos

Programa

```
Tematico aspR, aspV ("Exposição");
Cadastral quadras ("Cad_Urbano");
Objeto quadra ("Quadras");
quadras = Recupere (Nome="Mapa_Quadras");
aspV = Novo(Nome="AspVector", ResX=30, ResY=30, Escala=50000, Repres=Vetor);
aspV = Espacialize (quadra."ASPECTO" NoMapa quadras);
aspR = Novo(Nome="AspRaster", ResX=30, ResY=30, Escala=50000);
aspR = Espacialize (quadra."ASPECTO" NoMapa quadras);
```

Mensagens de Erro

PI: AspVector



Espacialização de Atributos

The screenshot displays the SPRING-4.3.3 software interface. The main window shows a map with a grid overlay, where some cells are colored orange and green. The interface includes a menu bar (Arquivo, Editar, Exibir, Imagem, Temático, MNT, Cadastral, Rede, Análise, Executar, Ferramentas, Ajuda) and a toolbar with various icons. Three dialog windows are open:

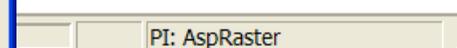
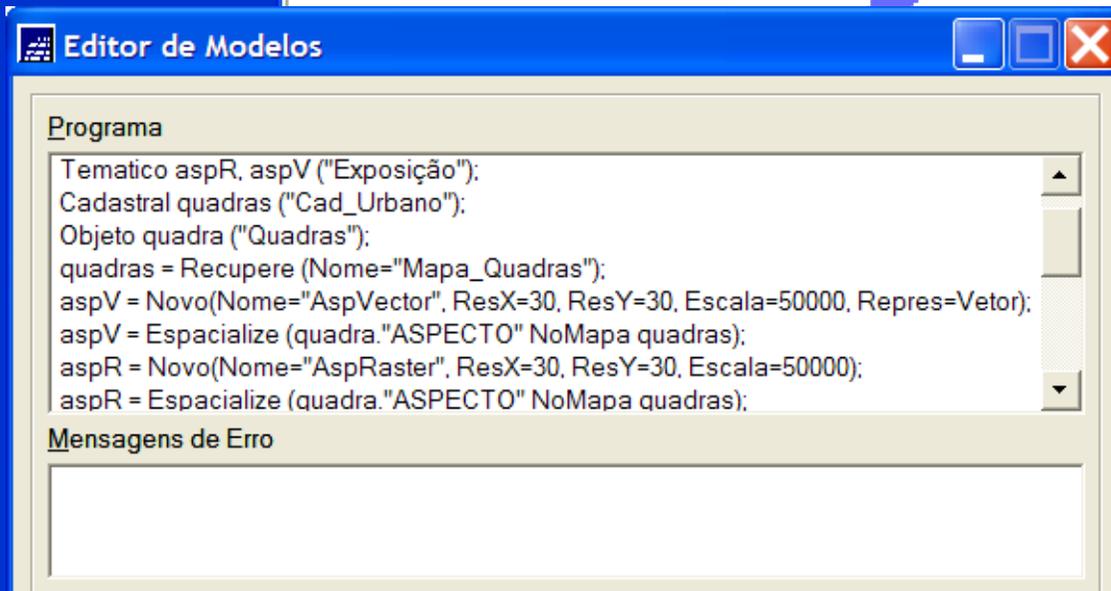
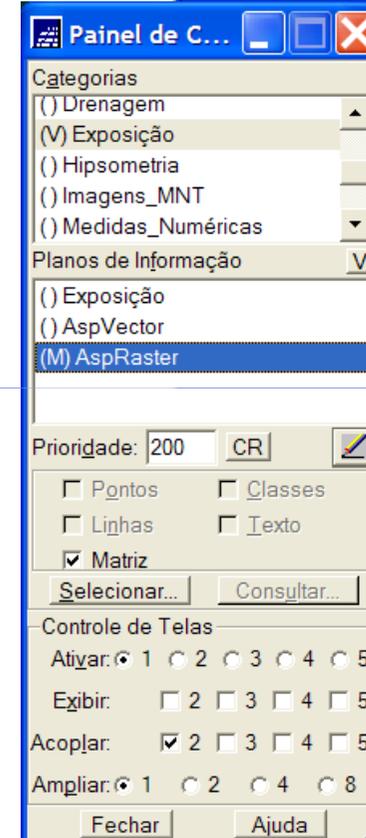
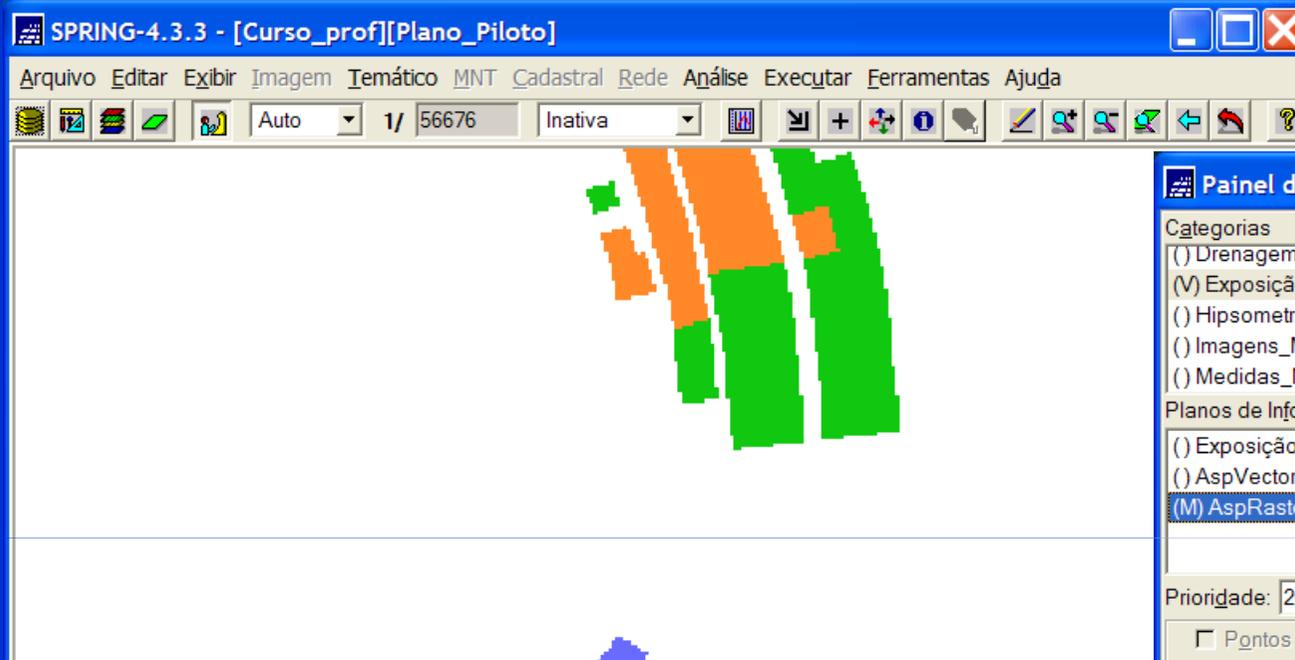
- Editor de Modelos**: Contains a text area with the following code:

```
Programa
Tematico aspR, aspV ("Exposição");
Cadastral quadras ("Cad_Urbano");
Objeto quadra ("Quadras");
quadras = Recupere (Nome="Mapa_Quadras");
aspV = Novo(Nome="AspVector", ResX=30, ResY=30, Escala=50000, Repres=Vetor);
aspV = Espacialize (quadra."ASPECTO" NoMapa quadras);
aspR = Novo(Nome="AspRaster", ResX=30, ResY=30, Escala=50000);
aspR = Espacialize (quadra."ASPECTO" NoMapa quadras);
```

Below the code is a section for "Mensagens de Erro" which is currently empty.
- Painel de C...**: A panel for layer management. It lists categories such as Altimetria, Aptidão, Cad_Urbano, Declividade, Distancias fat, and Planos de Informação. Under "Planos de Informação", "AspVector" is selected. It also includes a "Prioridade" field set to 200, checkboxes for "Pontos", "Linhas", and "Matriz", and a "Controle de Telas" section with radio buttons for "Ativar" and checkboxes for "Exibir" and "Acoplar".
- Status Bar**: Shows "PI: AspVector".



Espacialização de Atributos



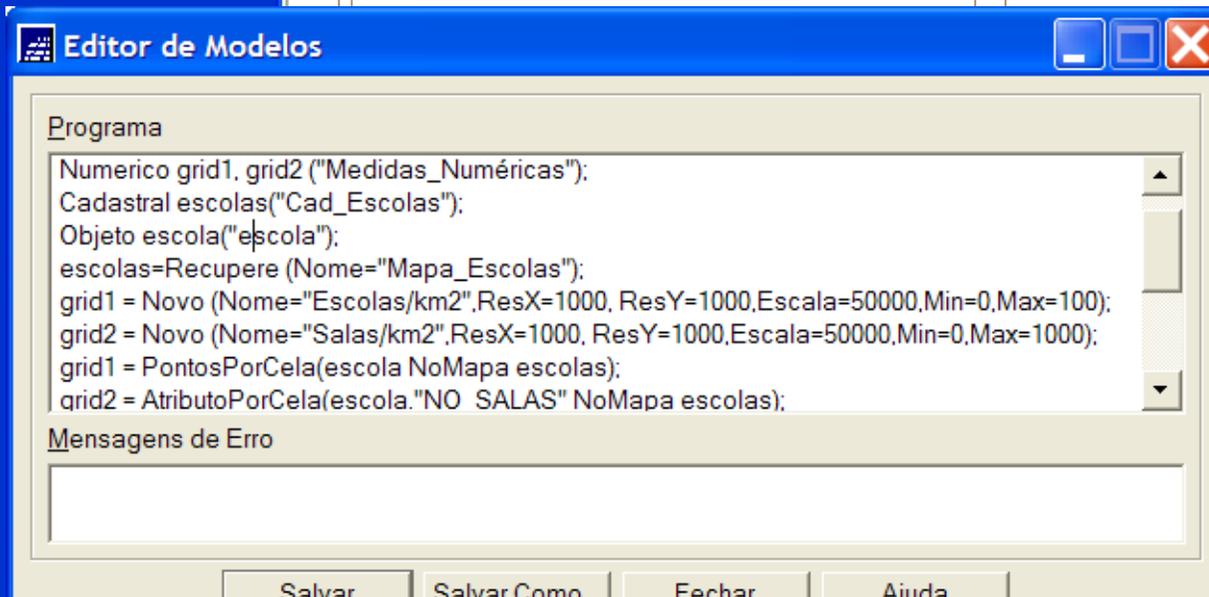
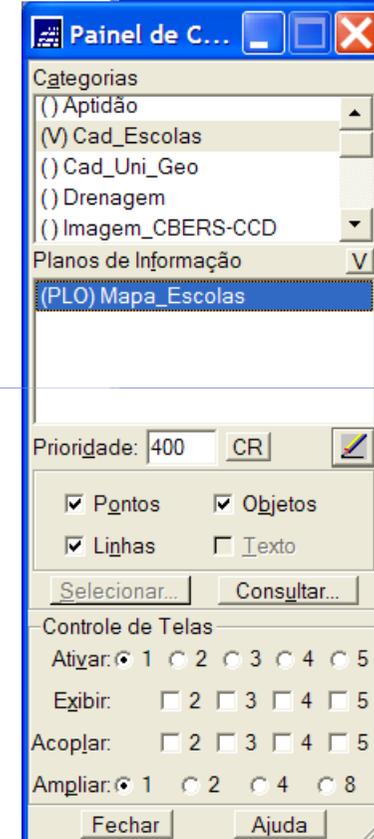
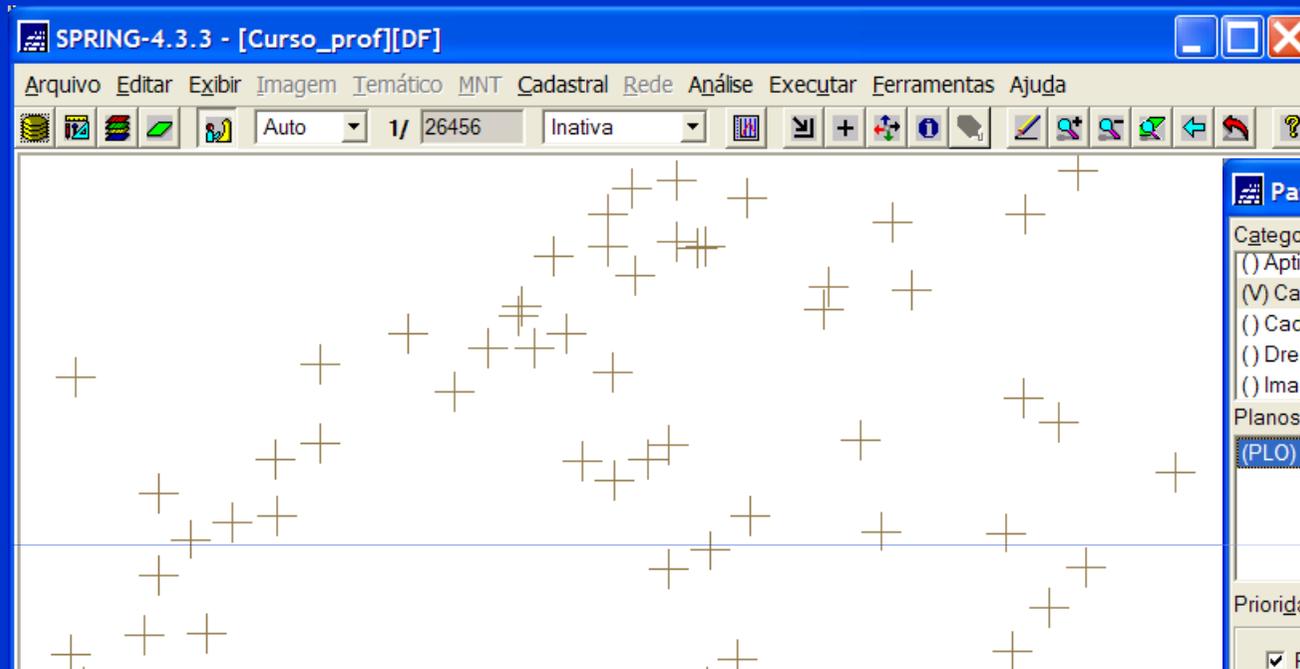


Transformações de Representação Pontos para Matrizes (*Raster*)

- Geobjetos (*objetos cadastrais*) associados a representação Pontual podem dar origem a representações Matriciais, cujos valores sumarizam algum atributo.
 - Var = **PontosPorCela** (obj NoMapa cad);
AtributoPorCela (obj NoMapa cad);



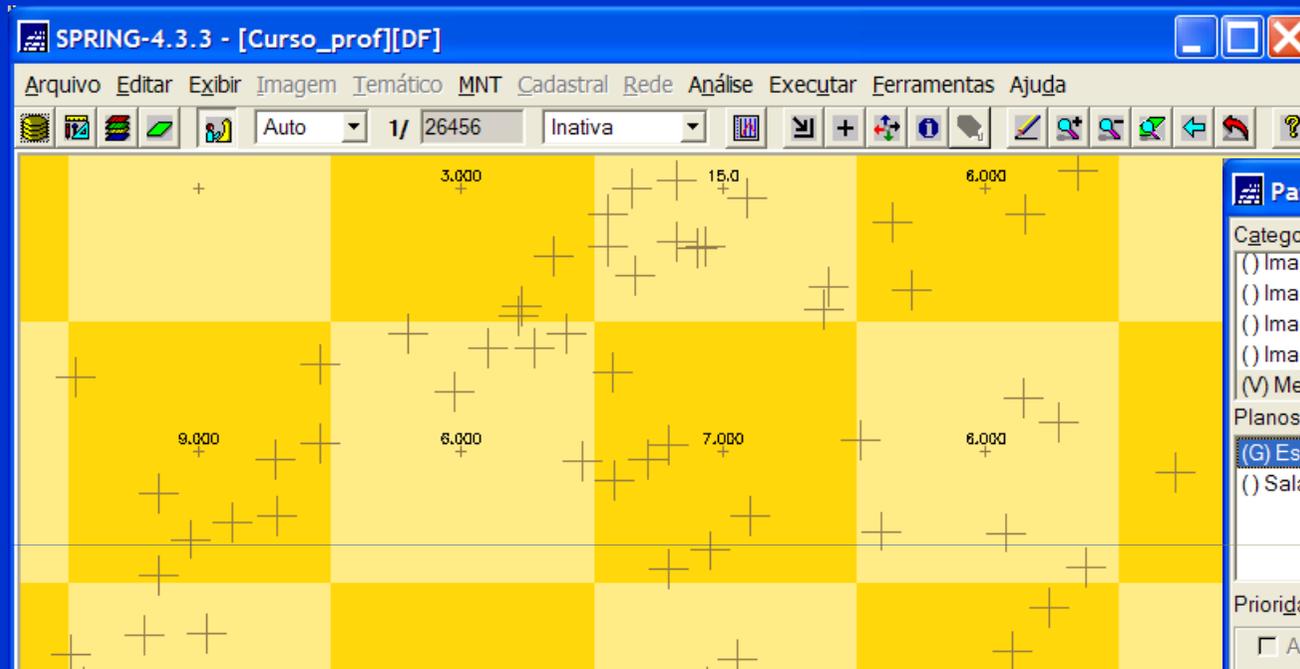
Pontos/Atributos por Cella



PI: Mapa_Escolas



Pontos/Atributos por Cella



The "Painel de C..." window shows a list of layers under the "Medidas_Numéricas" category. The layer "(G) Escolas/km2" is selected and highlighted. Below the list, there are controls for "Prioridade" (set to 300) and "CR". A set of checkboxes includes "Amostras", "Isolinhas", "Grade" (checked), "Texto", "TIN", and "Imagem". There are "Selecionar..." and "Consultar..." buttons. At the bottom, there are "Fechar" and "Ajuda" buttons.

The "Editor de Modelos" window contains a text area with the following code:

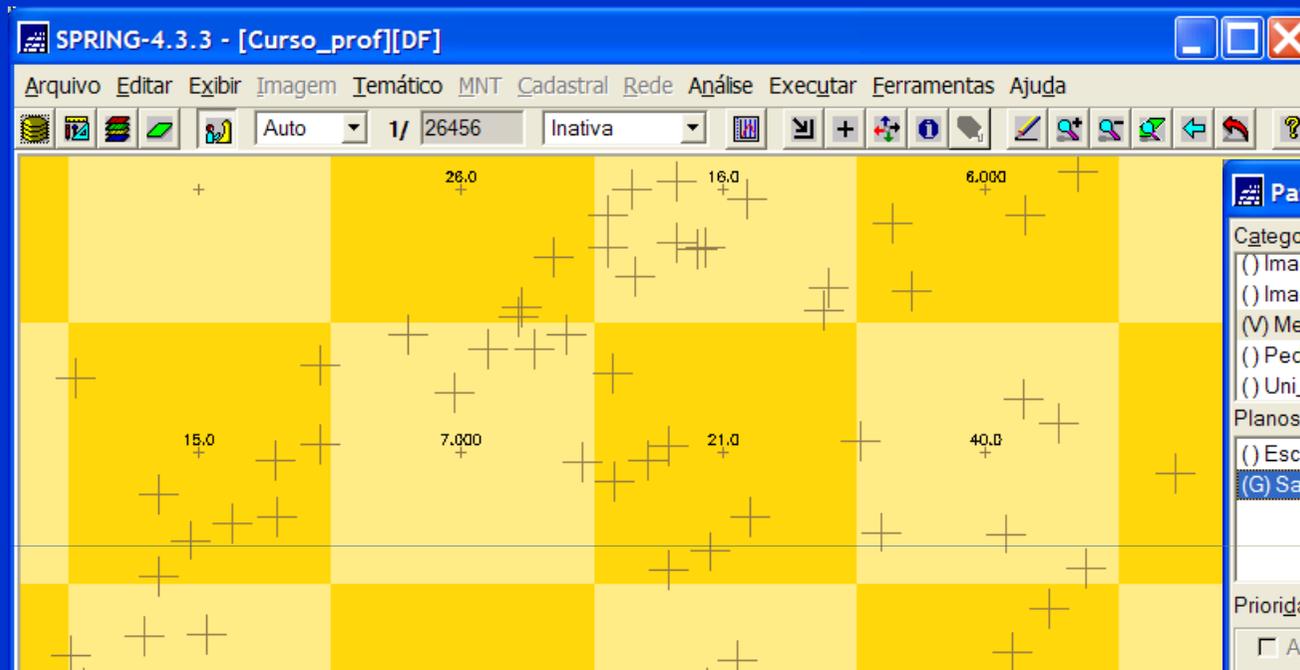
```
Programa
Numerico grid1, grid2 ("Medidas_Numéricas");
Cadastral escolas("Cad_Escolas");
Objeto escola("escola");
escolas=Recupere (Nome="Mapa_Escolas");
grid1 = Novo (Nome="Escolas/km2",ResX=1000, ResY=1000,Escala=50000,Min=0,Max=100);
grid2 = Novo (Nome="Salas/km2",ResX=1000, ResY=1000,Escala=50000,Min=0,Max=1000);
grid1 = PontosPorCela(escola NoMapa escolas);
grid2 = AtributoPorCela(escola."NO SALAS" NoMapa escolas);
```

Below the code area is a "Mensagens de Erro" section with an empty text box. At the bottom of the window are buttons for "Salvar", "Salvar Como...", "Fechar", and "Ajuda".

PI: Escolas/km2



Pontos/Atributos por Cella



The "Painel de C..." window shows a list of categories and information planes. The "Medidas_Numéricas" category is selected. Under "Planos de Informação", "Salas/km2" is selected. The "Prioridade" is set to 300. The "Grade" checkbox is checked. The "Controle de Telas" section shows "Ativar" set to 1 and "Ampliar" set to 1. Buttons for "Selecionar...", "Consultar...", "Fechar", and "Ajuda" are visible.

The "Editor de Modelos" window contains a text area with the following code:

```
Programa
Numerico grid1, grid2 ("Medidas_Numéricas");
Cadastral escolas("Cad_Escolas");
Objeto escola("escola");
escolas=Recupere (Nome="Mapa_Escolas");
grid1 = Novo (Nome="Escolas/km2",ResX=1000, ResY=1000,Escala=50000,Min=0,Max=100);
grid2 = Novo (Nome="Salas/km2",ResX=1000, ResY=1000,Escala=50000,Min=0,Max=1000);
grid1 = PontosPorCella(escola NoMapa escolas);
grid2 = AtributoPorCella(escola."NO SALAS" NoMapa escolas);
```

A "Mensagens de Erro" (Error Messages) section is located below the code area. Buttons for "Salvar", "Salvar Como...", "Fechar", and "Ajuda" are at the bottom.

PI: Xadrez

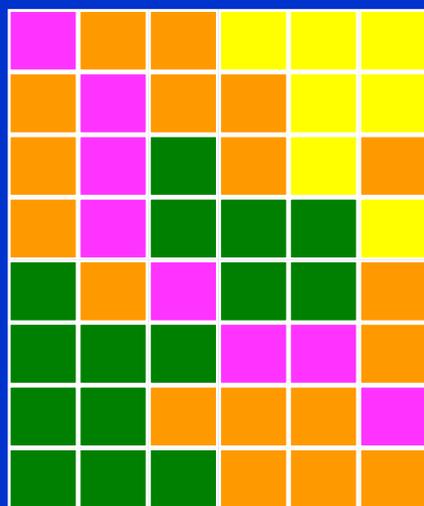


Desenvolvimentos futuros: Análise de Propagação e Difusão

- Aqui o espaço é colocado como resultado de um movimento.
- Usa-se a distância constante entre unidades adjacentes para simular mudanças a taxas constantes.
- Exemplos típicos são, o comportamento do fogo em incêndios ou queimadas, o movimento de um processo de contaminação, a hidrografia etc.

Desenvolvimentos futuros: Análise de Conexidade

- Mede o grau a que as feições de um mapa estão conectadas. Questões tais como:
 - » Existe área de floresta suficiente para o habitat de uma certa espécie?
 - » Ou larga o suficiente (corredores) para um processo migratório?





Conclusões

- Essencialmente existem tres momentos na análise através da álgebra de mapas:
 - Definir as “equações” que descrevem o problema;
 - Definir as condições Booleanas que descrevem as regiões envolvidas no problema.
 - Definir as estatísticas básicas que sumarizam os dados de cada região acima.



Obrigado pela atenção de vocês.

jpedro@dpi.inpe.br



Rule-based image processing techniques in support to local planning

- Implementação de regras para determinar sobre tipos de cobertura a partir de imagens TM.

Script usado junto com o comando MODEL no PCI software:

```
If (%4<38) and (%5<35)then
  If (%3>55) then %12=1;                !water with sediments
  Extrif (%1>64) and (%6<155) then %12=1;  ! (clear water)
  Else %12=3;endif;                    !Cloud shadows
Extrif (%6<147) and (%3>76) then %12=2;    ! (Clouds)
Extrif (%3>76) then %12=4;                ! (relatively bright bare soils)
Extrif (%3>64) then
  If (%4<55) then %12=7;                !(burned 3 or dark soils)
  Extrif (%4<76) then %12=8;            !(sparse vegetation 1)
  Else %12=9;endif;                    !(sparse vegetation 2)
Extrif (%3>50) then                      !(Dark bare soils, medium cover vegetation or darker grasses)
  if (%4<48) then %12=6;                !(Burned 2)
  Extrif (%4<75) then %12=10;           !(mature or dark grasses)
  Else %12=12;endif;                   !(medium vegetation)
  Extrif (%4<32) then %12=5;            !(burned with ashes)
    Extrif (%6<154) then %12=13;        !(flooded vegetation)
    Extrif (%4<61) then %12=11;        !(vegetation on burned or organic soils)
    Extrif (%4<87) then %12=14;        !(forests or plantations)
    Else %12=15;endif;                 !(Extremely chlorophyllian vegetation )
```



Rule-based image processing techniques in support to local planning

Script em LEGAL para ser usado no Spring software:

```
clasif = Novo (Nome="classification",ResX = 25, ResY = 25);
clasif = ( b4 < 38 && b5< 35) ?
    (b3>55) ? imagem (1): //water with sediments
    (b1>64 && b6<155) ? imagem (1): //Clear water
    imagem (3): // shadows of thick clouds
(b6<147 && b3>76) ? imagem (2): // (Clouds)
(b3>76) ? imagem (4): // (relatively bright bare soils)
(b3>64) ?
    (b4<55) ? imagem (7) : //(burned 3 or dark soils)
    (b4<76) ? imagem (8) : //(sparse vegetation 1)
    imagem (9) : //(sparse vegetation 2)
(b3>50) ? //(Dark bare soils, medium cover vegetation or
darker grasses)
    (b4<48) ? imagem (6): //(Burned 2)
    (b4<75) ? imagem (10): //(mature or dark grasses)
    imagem (12): //(medium vegetation)
    (b4<32) ? imagem (5): //(burned with ashes)
        (b6<154) ? imagem (13): //(flooded vegetation)
        (b4<61) ? imagem (11): //(vegetation on burned or
organic soils)
        (b4<87) ? imagem (14): //(forests or plantations)
    imagem (15): //(Extremely chlorophyllian vegetation )
```



Classificação baseada em regras

Atribuição de classes temáticas, que modelam domínios temáticos envolvidos no projeto PRODES

Legal1_Cartatema_2004:

Compara mapas classificação_2004, extensão_2003 e nuvens_2003.

```
{
  Tematico clsf, saida ("Cartatema");
  Tematico nvns ("nuvens");
  Tematico extn ("extensao");
  clsf = Recuperar (Nome="classificação_2004");
  nvns = Recuperar (Nome="nuvens_2003");
  extn = Recuperar (Nome="extensao_2003");
  saida = Novo (Nome = "classificação_2004FIM", ResX = 60, ResY=60, Escala =120000);

  saída = Atribua {
    "HDR":      extn=="HDR_total" || clsf=="HDR",
    "NFL":      extn=="NFL_total",
    "problema": clsf=="NFL" && extn=="NS",
    "NFL2":     extn=="NFL2_total",
    "NFL2":     clsf=="NFL2" && (extn=="NS" || extn=="FL_total"),
    "DFL_total": extn=="DFL_total",
    "FL":       clsf != "DFL" && clsf != "NV" && (extn=="FL_total" || extn=="NS"),
    "DFL_NV_6": clsf=="DFL" && nvns=="NV_6" && extn != "DFL_total",
    "DFL_NV_5": clsf=="DFL" && nvns=="NV_5" && extn != "DFL_total",
    "DFL_NV_2": clsf=="DFL" && nvns=="NV_2" && extn != "DFL_total",
    "DFL_NV_1": clsf=="DFL" && nvns=="NV_1" && extn != "DFL_total",
    "DFL":      clsf=="DFL" && extn=="FL_total",
    "NV":       clsf=="NV" && (extn=="FL_total" || extn=="NS") };
  }
```



Classificação baseada em regras

Legal2_Nuvens_2004

Cruzamento da nuvens classificadas no ano, com nuvens acumuladas até 2003.

```
Tematico nvns, saida("nuvens");  
Tematico clsf ("Cartatema");  
clsf = Recuperar (Nome="clsf_final_2004FIM");  
nvns = Recuperar (Nome="nuvens_2003");  
saida = Novo (Nome = "nuvens_2004", ResX = 60, ResY=60, Escala =120000);
```

```
saida = Atribua {  
  "NV_7":      clsf=="NV" && nvns=="NV_6",  
  "NV_6":      clsf=="NV" && nvns=="NV_5",  
  "NV_3":      clsf=="NV" && nvns=="NV_2",  
  "NV_2":      clsf=="NV" && nvns=="NV_1",  
  "NV_1":      clsf=="NV" };  
}
```



Classificação baseada em regras

Legal3_Extensao_2004

agrupa as áreas de hidrografia, não-florestas e desmatamento

```
{
  Tematico clsf ("Cartatema");
  Tematico extensao, saida ("extensao");
  Tematico nvns ("nuvens");
  clsf =          Recuperere (Nome="classificação2004FIM");
  extensao =      Recuperere (Nome="extensao_2003");
  saida =         Novo (Nome = "extensao_2004", ResX=60, ResY=60, Escala = 120000);

  saida = Atribua {
    "NS":          classf == "NV" ,
    "DFL_total":  classf=="DFL_total"
    || extensao == "DFL_total" || classf=="DFL" || classf=="DFL_NV_6"
    || classf=="DFL_NV_5" || classf=="DFL_NV_2
    || classf=="DFL_NV_1" ,
    "HDR_total":  classf=="HDR"|| extensao=="HDR_total",
    "NFL2_total": classf=="NFL2"
    || extensao=="NFL2_total",
    "NFL_total":  classf == "NFL" || extensao=="NFL_total",
    "FL_total":   classf == "floresta" || extensao=="FL_total"
  };
}
```



Classificação baseada em regras

Legal4_Máscara_2004

áreas que podem ser desconsideradas na segmentação e classificação do ano seguinte

```
{  
  Tematico extn, masc ( "extensao" );  
  extn = Recupere ( Nome = "extensao_2004");  
  masc = Novo (Nome = "máscara_2004", ResX = 60, ResY=60, Escala = 120000);  
  
  masc = Atribua ( CategoriaFim = "extensao" )  
  {  
    "máscara":    extn == "NFL_total" || extn == "NFL2_total" || extn == "DFL_total"  
    || extn == "HDR_total"  
  };  
}
```





Referencias Basicas:

TOMLIM, C.D. Geographic information systems and cartographic modeling. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1990.

BERRY, J.K. Cartographic modeling: the analytical capabilities of GIS. In: GOODCHILD, M.; O'PARKS, B.; STEYAERT, L. Environmental modeling with GIS, p. 58-74, 1993.

BERRY, J.K. Map analysis: procedures and applications in GIS modeling. 2004. Available Online: <www.innovativegis.com/basis>. 20/10/2010.

SHAPIRO, M. et al. MAPCALC: an algebra for GIS and image processing. Champaign: U.S.Army Construction Engineering Research Laboratory, 1992.

WESSELING, C.G. Et al. Integrating dynamic environmental models in gis: the development of a dynamic modelling language. Transactions in GIS, v. 1, p. 40-48, 1996.



Referencias INPE:

BARBOSA, C.C. et al. Integração do Dominio de Objetos e Campos em Algebra de Mapas. In: GIS BRASIL, 1999, Salvador, BA.

CAMARA, G. et al. Towards an algebra of geographical fields. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO GRÁFICA E PROESSAMENTO DE IMAGENS, 7., 1994, Campinas.

CORDEIRO, J. P.; AMARAL, S.; FREITAS, U. M.; CAMARA, G. Álgebra de Campos e suas aplicações. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSOREAMENTO REMOTO, 8., 1996, Salvador.

CORDEIRO, J.P. Et al. Algebraic formalism over maps. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM IN GEOINFORMATICS. 7., 2005, Campos do Jordão.

CORDEIRO, J.P. Et al. Yet another map algebra. Geoinformatica, v. 13, p. 183-202, 2009.



Referencias de Uso:

AMORIM, R.F.; SILVA, F.M. Modelagem do processo de vulnerabilidade e erosão do solo utilizando o SIG Spring. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSOREAMENTO REMOTO, 5., 2009, Natal. Anais.

ANDERSON, L.O. et al. Influence of landscape heterogeneity on spatial patterns of wood productivity, wood specific density and above ground biomass. Amazonia, Biogeosciences, v. 6, p. 1883-1902, 2009.

BEAULIEU, N. Et al . A proposed framework for using remote sensing imagery to monitor environmental dynamics In: support to local planning effort. Workshop on Integrated Natural Resources Management (INRM), CIAT, Cali, Colombia, 2001.

BERKA, L.M.S.; RUDORFF, B.F.T. Sistema de informação geográfica no acompanhamento da safra de soja através de modelo agrometeorológico. Goiânia: INPE, 2005. p.33-40.

CÂNDIDO, A.K.A.; SANTOS, J.W.M. Mapeamento das áreas com solos com alto potencial de erosão na área da bacia do Rio Manso – MT. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 2., 2009.



Referencias de Uso:

MOTA, M. et al. Using LEGAL: map algebra - as a tool to support estimation of amazonian deforestation. In: Simpósio Latinoamericano sobre percepção remota y sistemas de informacion espacial, 11. 2004, Santiago, Chile.

MOTA, M. et al. Integração de dados ambientais através de álgebra de mapas – caso de estudo: geração da vulnerabilidade ambiental do município Assis Brasil – Acre. In: GIS-Brasil 1999, Salvador.

SILVA, M.S.D. Avaliação de aspectos da fragilidade ambiental para o ecoturismo no entorno da represa do 29 São Carlos (SP). 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade de São Paulo, São Carlos.

SOARES-FILHO, B.S. Et al. Dinamica: a stochastic cellular automata model designed to simulate landscape dynamics in an amazonian colonization frontier. Ecological Modelling, v. 154, p. 217–235, 2002.