



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

Mineração de Dados Espaciais Utilizando Métricas de Paisagem

Marcio Azeredo

Disciplina: Princípios e Aplicações de Mineração de Dados
Professor: Dr. Rafael dos Santos

Objetivo



Associar padrões de desmatamento à diferentes formas de ocupação humana utilizando métricas de paisagem.

- ┌ Escolha da base de dados;
- ┌ Definição da tipologia de padrões de ocupação;
- ┌ Seleção das métricas de paisagem;
- ┌ Escolha de amostras de treinamento;
- ┌ Emprego das técnicas de Mineração de Dados;
- ┌ Análise dos resultados.

Base de Dados



PRODES

Monitora e estima a taxa anual de desmatamento em formações florestais na Amazônia Legal.

Área de Interesse

São Félix do Xingu/Tucumã/Altamira – PA.

	1997	2000	2003	2006
Qtde Pol	3.476	4.066	4.493	5.165

Tipologia de Padrões de Ocupação

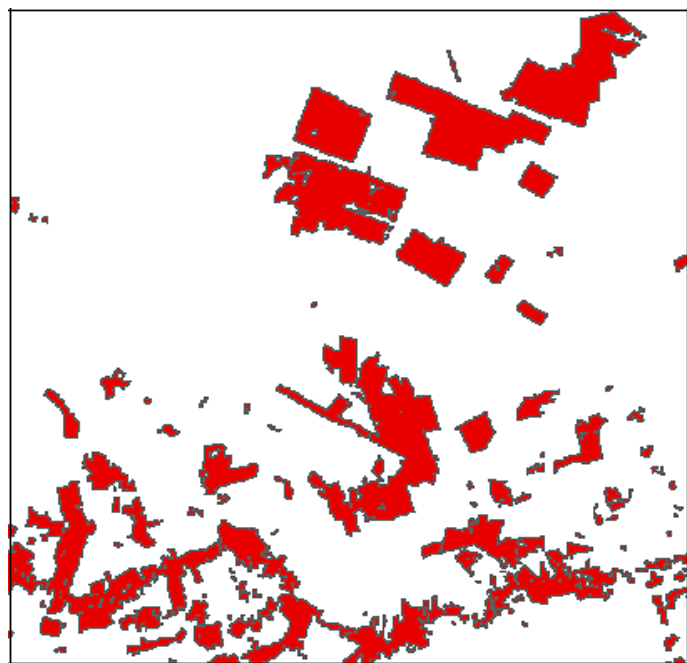


	Padrão	Descrição (1:250.000)	Semântica
	Difuso	- Manchas pequenas - Manchas Isoladas - Baixa a média densidade - Distribuição uniforme	- Início da ocupação - Ocupação espontânea (não Planejada) - Pequenos produtores rurais - Ocupação Ribeirinha (+ Rios)
	Linear Unidirecional	- Manchas alongadas e contínuas - Baixa densidade - Unidirecional	- Início da ocupação ao longo da estrada - Ocupação espontânea (raramente planejada) - Pequenos produtores rurais
	Geométrico Grande	- Manchas médias a grandes e isoladas - Forma geométrica regular - Baixa a média densidade	- Estágios iniciais de ocupação - Médias e Grandes Fazendas
	Multidirecional Desordenado	- Manchas pequenas a médias que se uniram - Formas variadas (irregular, geométrica, linear) - Média a alta densidade - Multidirecional	- Ocupação em expansão, inicialmente espontânea - Pode haver concentração fundiária - Pequenos e médios produtores rurais
	Consolidado	- Manchas grandes e contínuas - Densidade baixa e áreas pequenas de remanescentes florestais - Manchas compactas e contínuas	- Estágios avançados de ocupação - Concentração fundiária - Pequenos, médios e grandes produtores rurais - Esgotamento da floresta - Ocupação consolidada

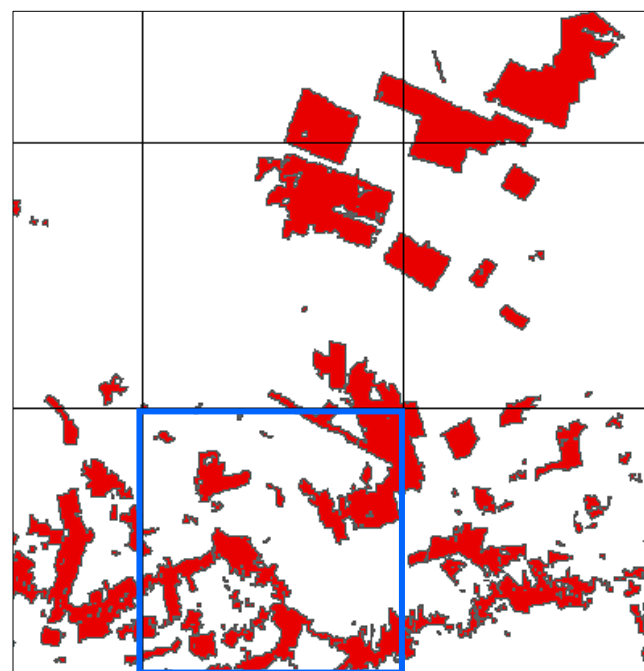
Tipologia de Padrões de Ocupação



50 km



20 km

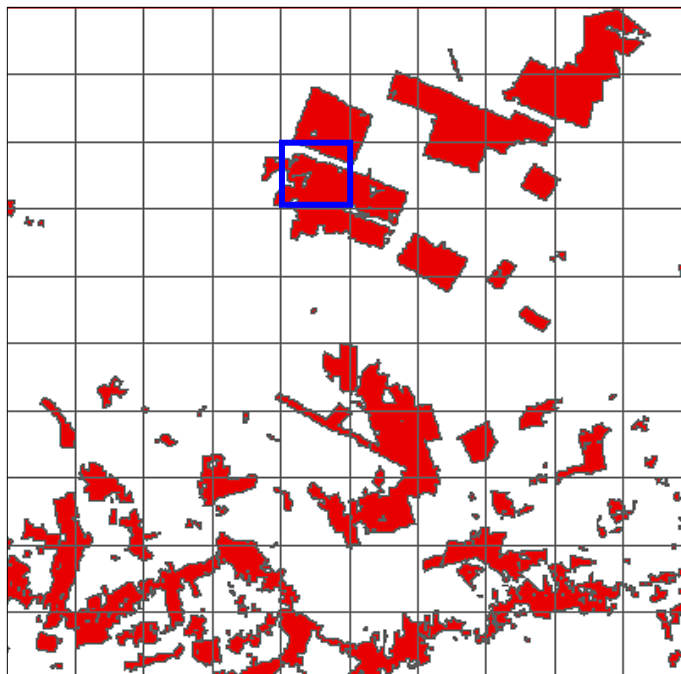


Mistura de Padrões

Tipologia de Padrões de Ocupação

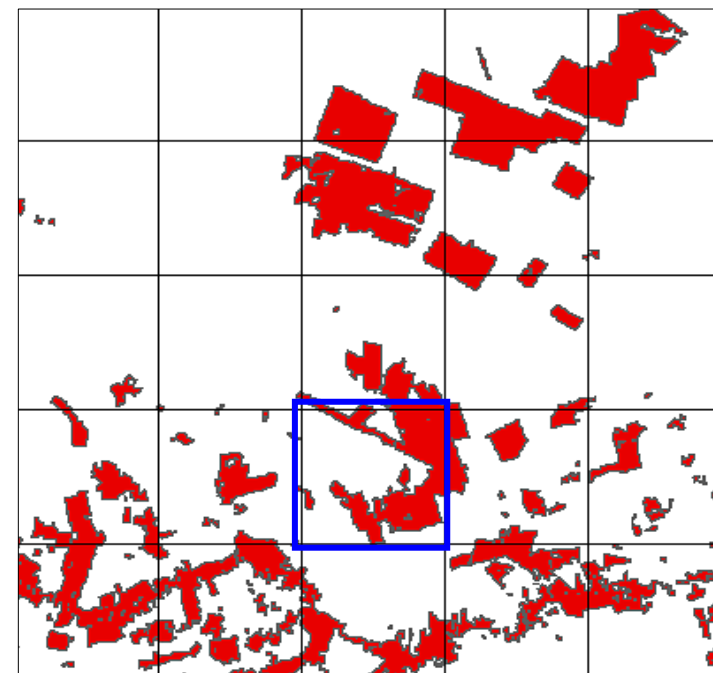


5 km



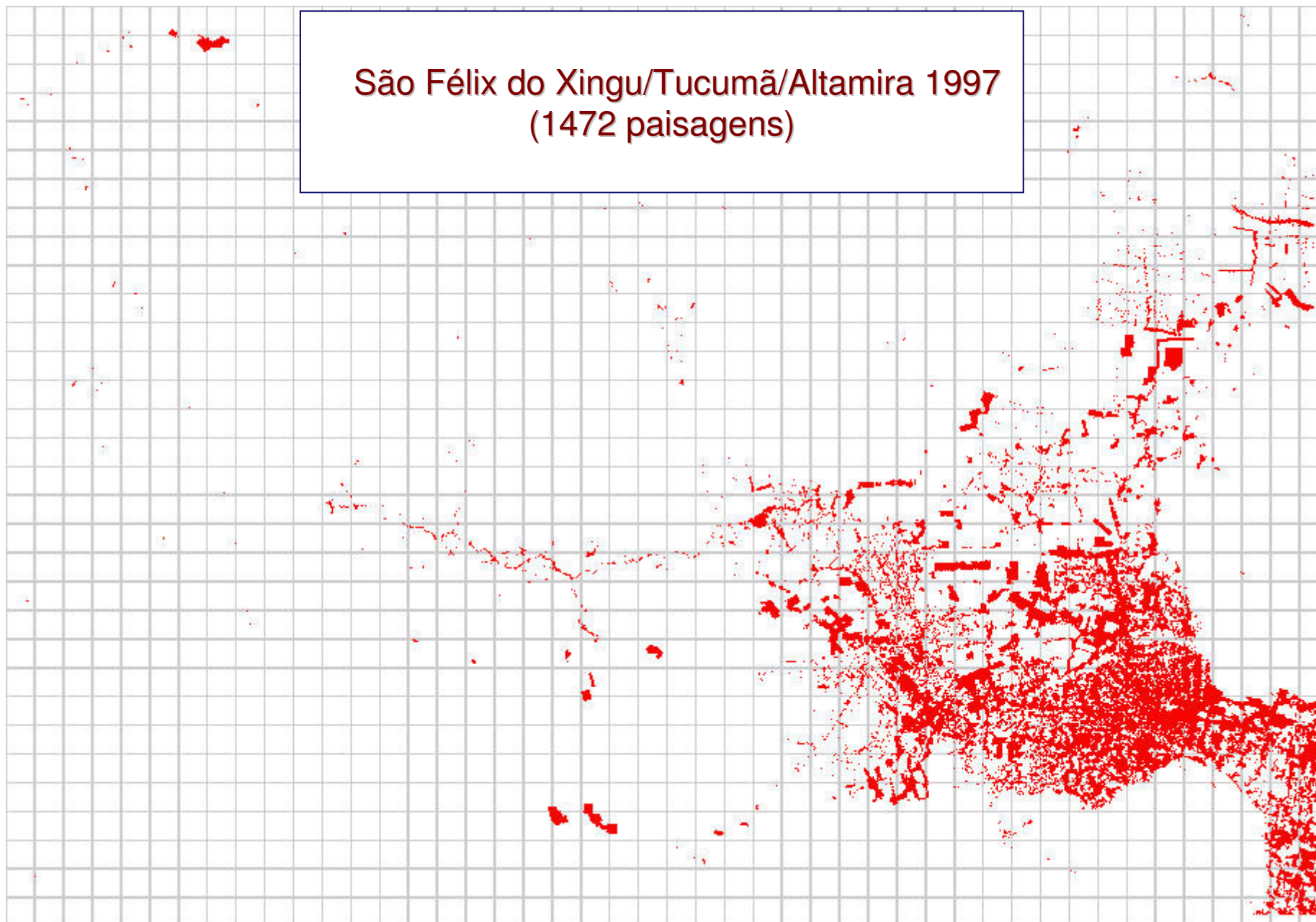
Perda de Informação

10 km

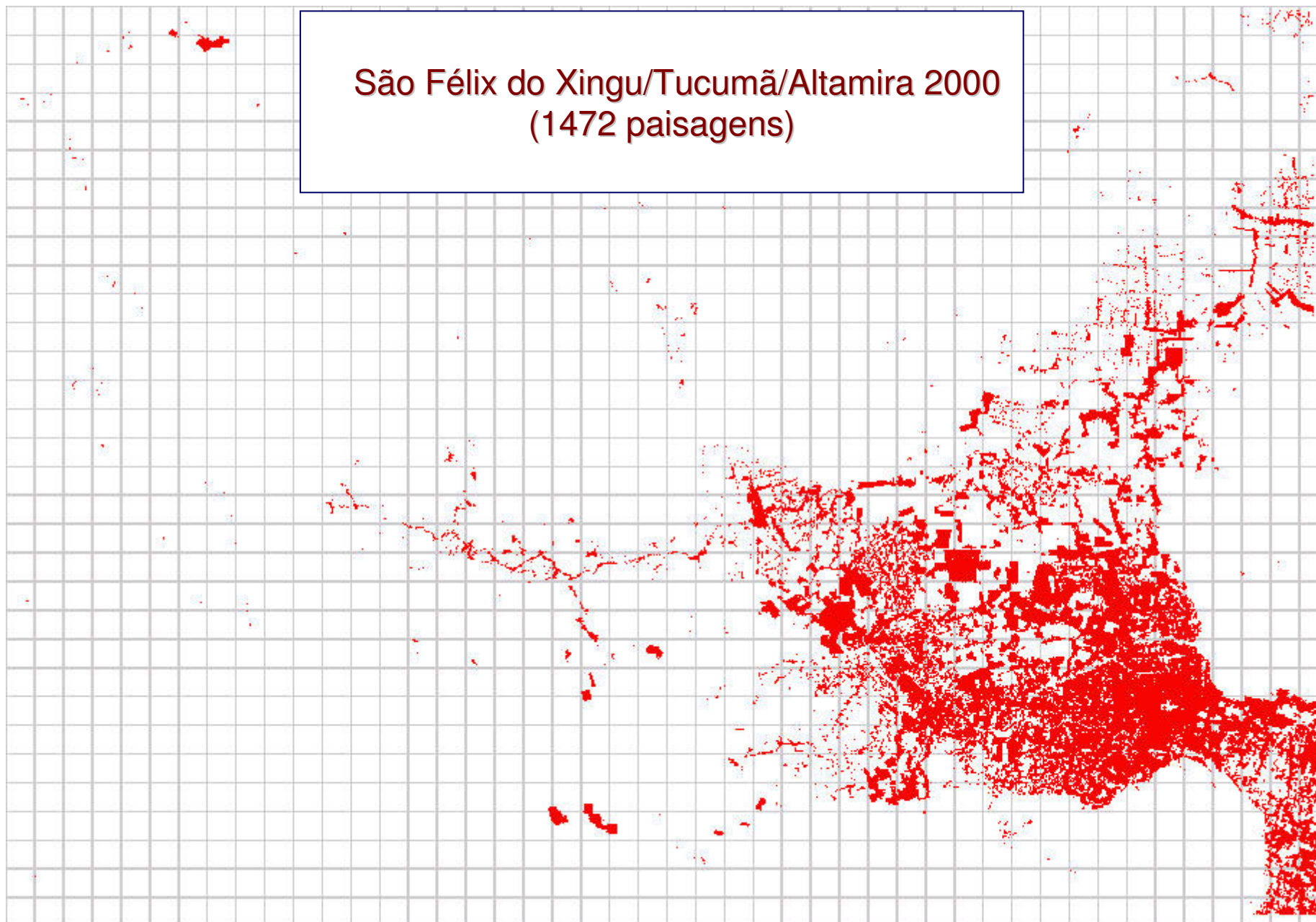


Escolhido como o mais adequado para o objetivo (critério visual).

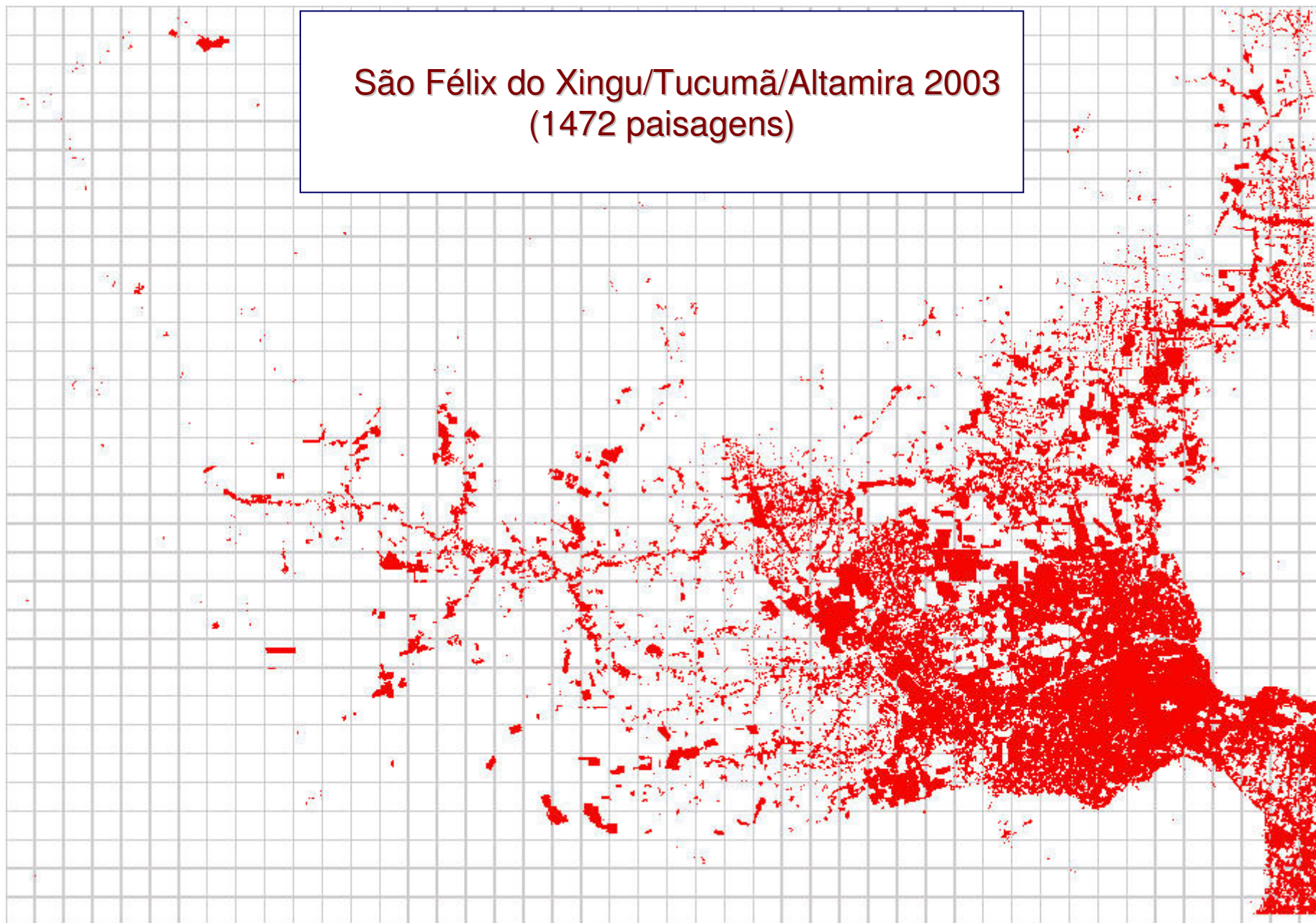
São Félix do Xingu/Tucumã/Altamira 1997
(1472 paisagens)



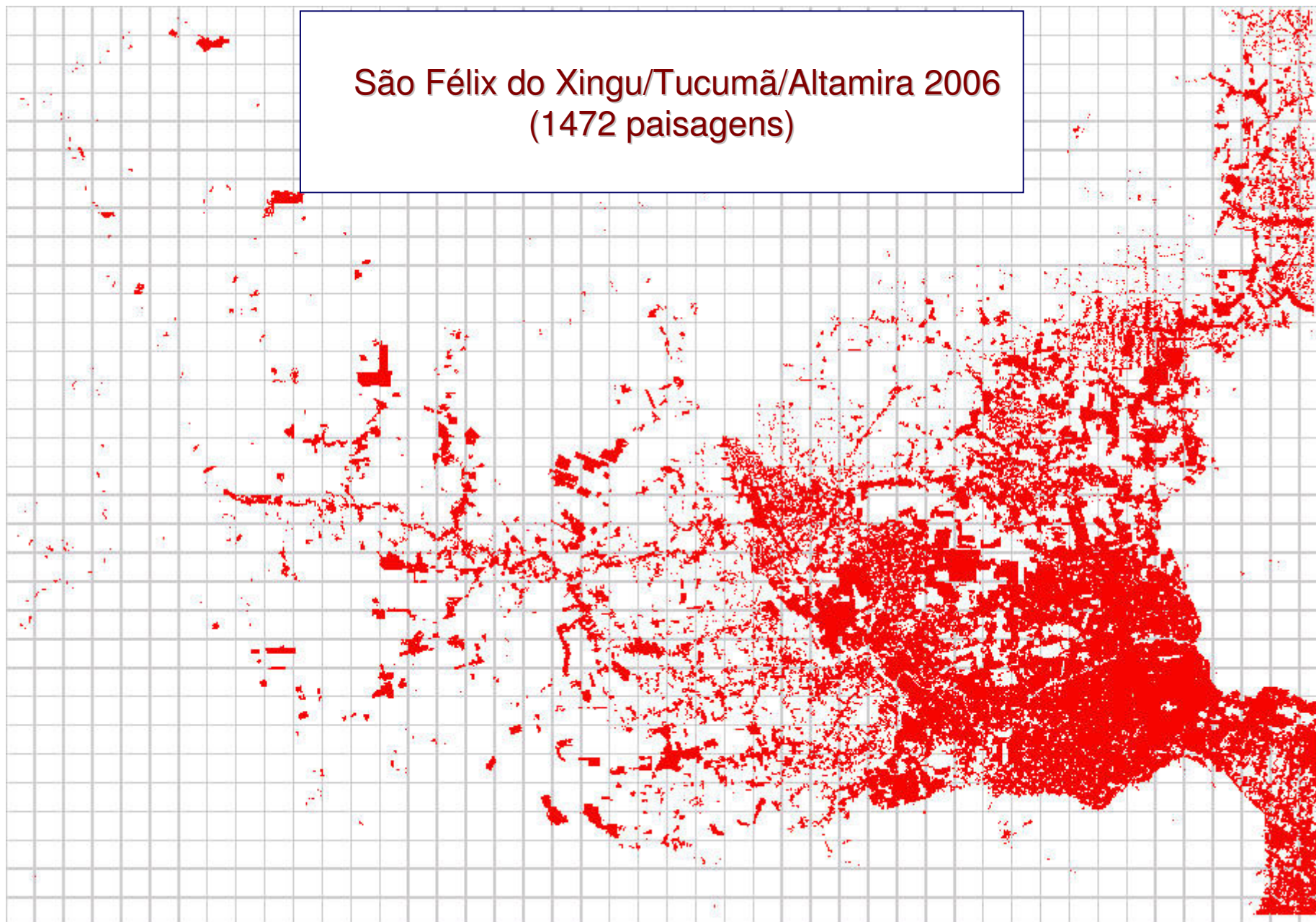
São Félix do Xingu/Tucumã/Altamira 2000
(1472 paisagens)



São Félix do Xingu/Tucumã/Altamira 2003
(1472 paisagens)



São Félix do Xingu/Tucumã/Altamira 2006
(1472 paisagens)



Métricas de Paisagem



Implementadas em C++

Métrica	Finalidade
Class Area (CA)	Calcular a área total das “manchas” de desmatamento de uma paisagem.
Percent LAND (%LAND)	Calcular a porcentagem de área da paisagem atualmente desmatada.
Patch Density (PD)	Calcular o número de “manchas” de desmatamento por km ² da paisagem.
Mean Patch Size (MPS)	Calcular o tamanho médio das “manchas” de desmatamento da paisagem.
Landscape Shape Index (LSI)	Calcular a complexidade da forma das “manchas” de desmatamento com base no perímetro das mesmas, e na área da paisagem.

Métricas de Paisagem



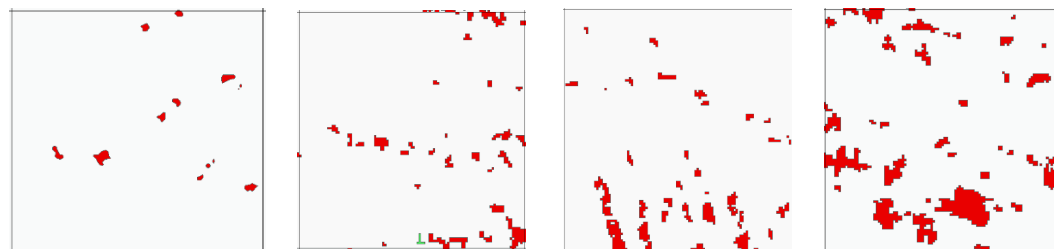
Implementadas em C++

Métrica	Finalidade
Mean Shape Index (MSI)	Calcular a média da complexidade da forma das “manchas” de desmatamento com base no perímetro das mesmas, e na área da paisagem.
Area Weighted Mean Shape Index (AWMSI)	Calcular a média da complexidade da forma das “manchas” de desmatamento ponderada pelo tamanho da área das mesmas.
Mean Patch Fractal Dimension (MPFD)	Calcular a média da complexidade da forma das “manchas” de desmatamento utilizando logaritmos.

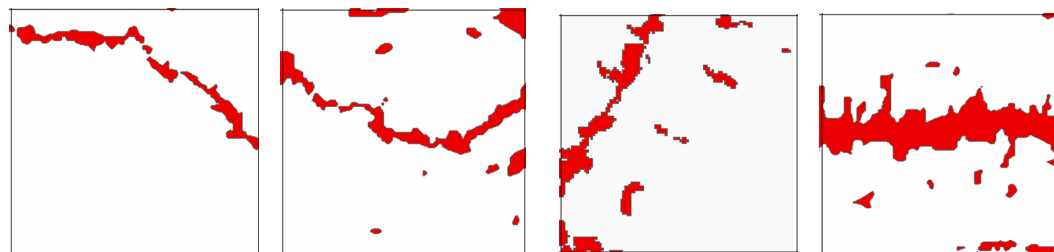
Amostras de Treinamento



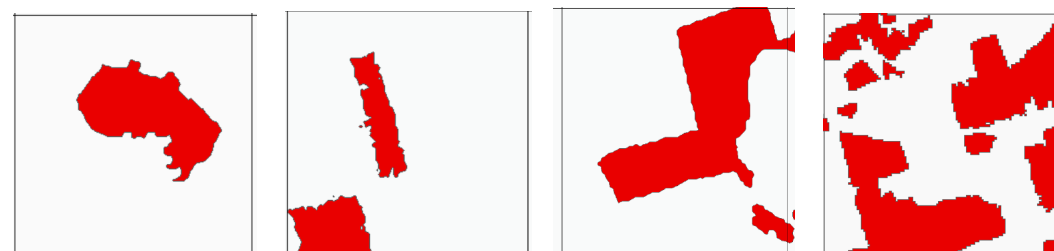
Difuso



Linear



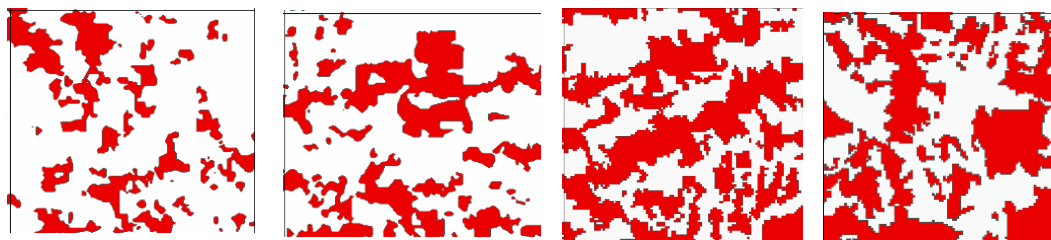
Geométrico



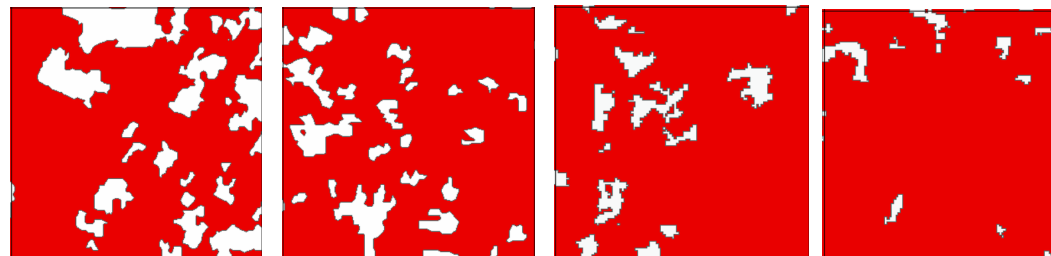
Amostras de Treinamento



Multidirecional
Desordenado



Consolidado



Floresta



Técnicas de Mineração de Dados



```
@relation treinamento
```

```
@attribute CA REAL
```

```
@attribute LAND REAL
```

```
@attribute PD REAL
```

```
@attribute MPS REAL
```

```
@attribute LSI REAL
```

```
@attribute MSI REAL
```

```
@attribute AwMSI REAL
```

```
@attribute MPFD REAL
```

```
@attribute TIPO {LU, DI, GR, MD, OC, FL}
```

Aplicação de um algoritmo(J48) de árvore de decisão.



```
@data
```

```
435.39343, 0.043539343, 0.06, 72.565571, 0.76929737, 1.5515895, 0.092043107, 1.0594308, LU
779.72105, 0.077972105, 0.14, 55.694361, 1.314404, 1.2577959, 0.16235615, 1.023756, LU
1138.3372, 0.11383372, 0.05, 227.66745, 0.69294977, 1.1686402, 0.16053358, 1.016987, GR
262.38599, 0.026238599, 0.15, 17.4924, 0.72380637, 1.1851625, 0.036780517, 1.0229897, LU
1525.1652, 0.15251652, 0.01, 1525.1652, 0.53707369, 1.3752303, 0.20974534, 1.0385269, GR
90.286624, 0.0090286624, 0.13, 6.9451249, 0.32154651, 1.0219929, 0.00962131, 1.0027167, DI
240.5181, 0.02405181, 0.13, 18.501392, 0.58093748, 1.0822254, 0.026718244, 1.0120664, DI
579.6521, 0.05796521, 0.15, 38.643473, 1.0033937, 1.2120719, 0.099052488, 1.0259985, LU
3187.6251, 0.31876251, 0.37, 86.15203, 4.1420527, 1.2915863, 0.76649584, 1.0286567, MD
2467.6587, 0.24676587, 0.39, 63.273301, 4.0509027, 1.3591276, 0.68306026, 1.036849, MD
2312.1632, 0.23121632, 0.49, 47.187004, 3.8650148, 1.2439798, 0.42865365, 1.0257808, MD
7680.6043, 0.76806043, 0.03, 2560.2014, 3.2259116, 2.354776, 2.7813953, 1.1114316, OC
2855.8174, 0.28558174, 0.02, 1427.9087, 0.9461189, 1.3849398, 0.4363207, 1.0398528, GR
220.42612, 0.022042612, 0.29, 7.6009006, 0.76542339, 1.0421352, 0.024831251, 1.0050084, DI
1032.1932, 0.10321932, 0.27, 38.229378, 1.8351677, 1.2530161, 0.21903854, 1.0312872, DI
5047.3347, 0.50473347, 0.05, 1009.4669, 1.8039395, 1.4422709, 1.1652471, 1.0440726, GR
7067.3768, 0.70673768, 0.04, 1766.8442, 3.9760707, 2.4714498, 3.3286837, 1.1580766, OC
7877.0175, 0.78770175, 0.03, 2625.6725, 1.981498, 1.3876699, 1.7429884, 1.0256851, GR
7205.9016, 0.72059016, 0.06, 1200.9836, 4.3437158, 1.6990178, 3.5903856, 1.0345138, OC
672.13029, 0.067213029, 0.43, 15.630937, 1.6974919, 1.1061876, 0.098339378, 1.0125657, BO
8534.6547, 0.85346547, 0.02, 4267.3274, 3.1621505, 2.1755261, 2.9056743, 1.0616919, OC
8277.8372, 0.82778372, 0.04, 2069.4593, 3.8339341, 1.7705328, 3.4641269, 1.0337711, OC
1710.0005, 0.17100005, 0.13, 131.5385, 1.640267, 1.2832461, 0.47619184, 1.0294369, LU
```

Técnicas de Data Mining



Árvore de Decisão Gerada para a Implementação

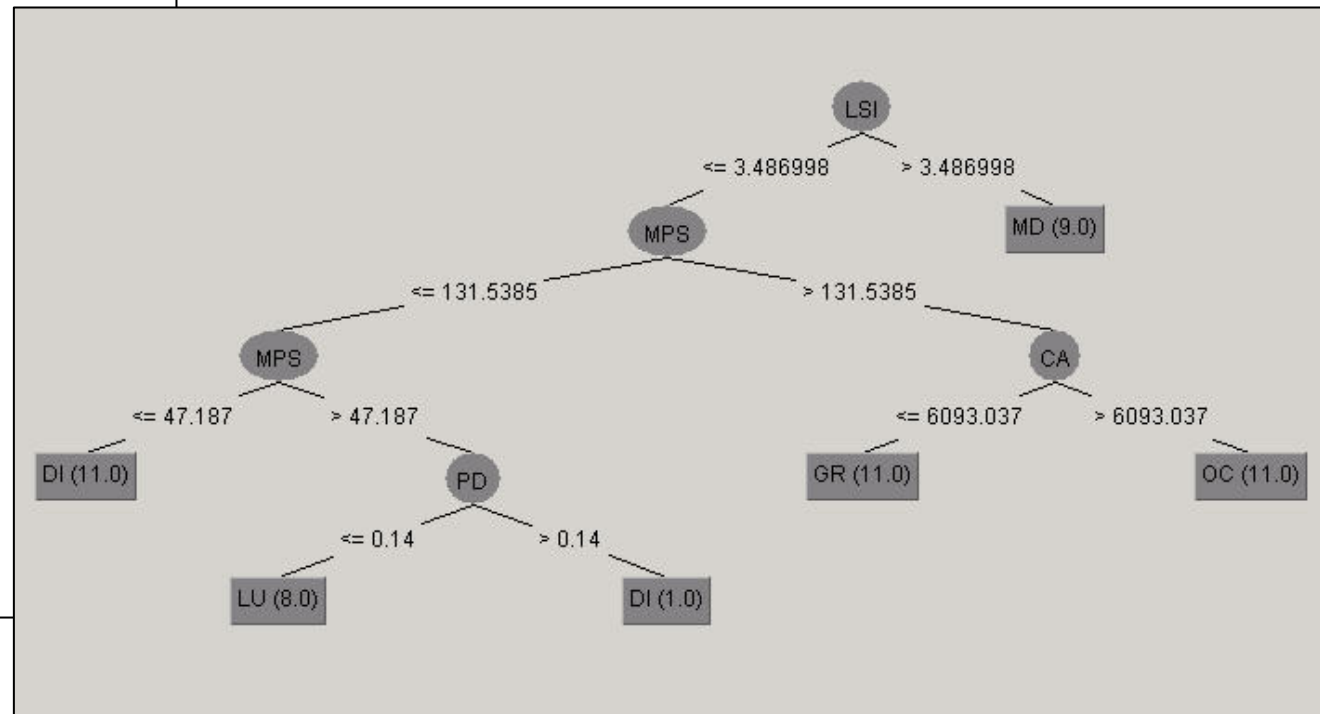
```
=== Classifier model (full training set) ===
```

```
J48 pruned tree
```

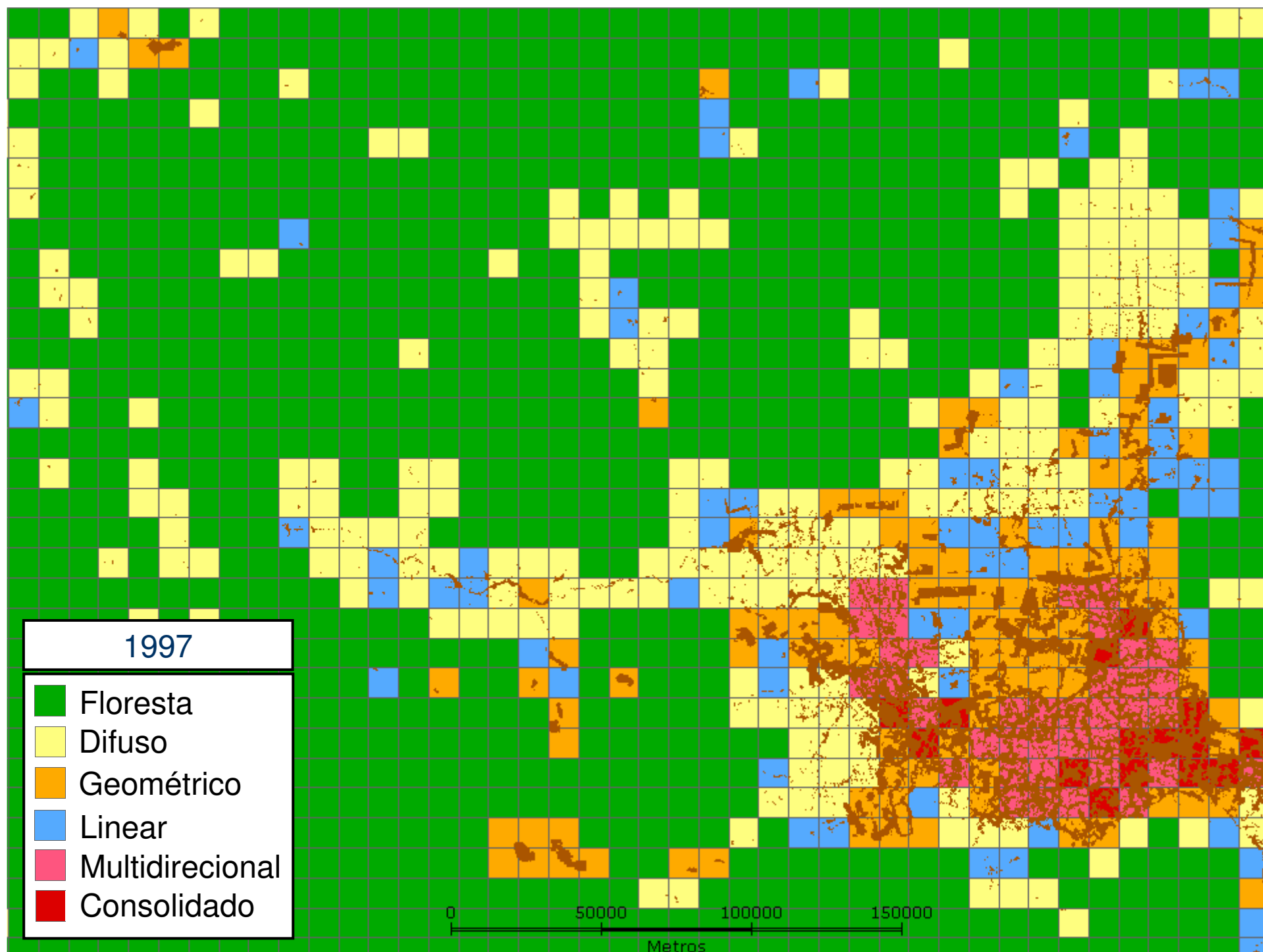
```
-----  
LSI <= 3.486998  
| MPS <= 131.5385  
| | MPS <= 47.187: DI (11.0)  
| | MPS > 47.187  
| | | PD <= 0.14: LU (8.0)  
| | | PD > 0.14: DI (1.0)  
| MPS > 131.5385  
| | CA <= 6093.037: GR (11.0)  
| | CA > 6093.037: OC (11.0)  
LSI > 3.486998: MD (9.0)
```

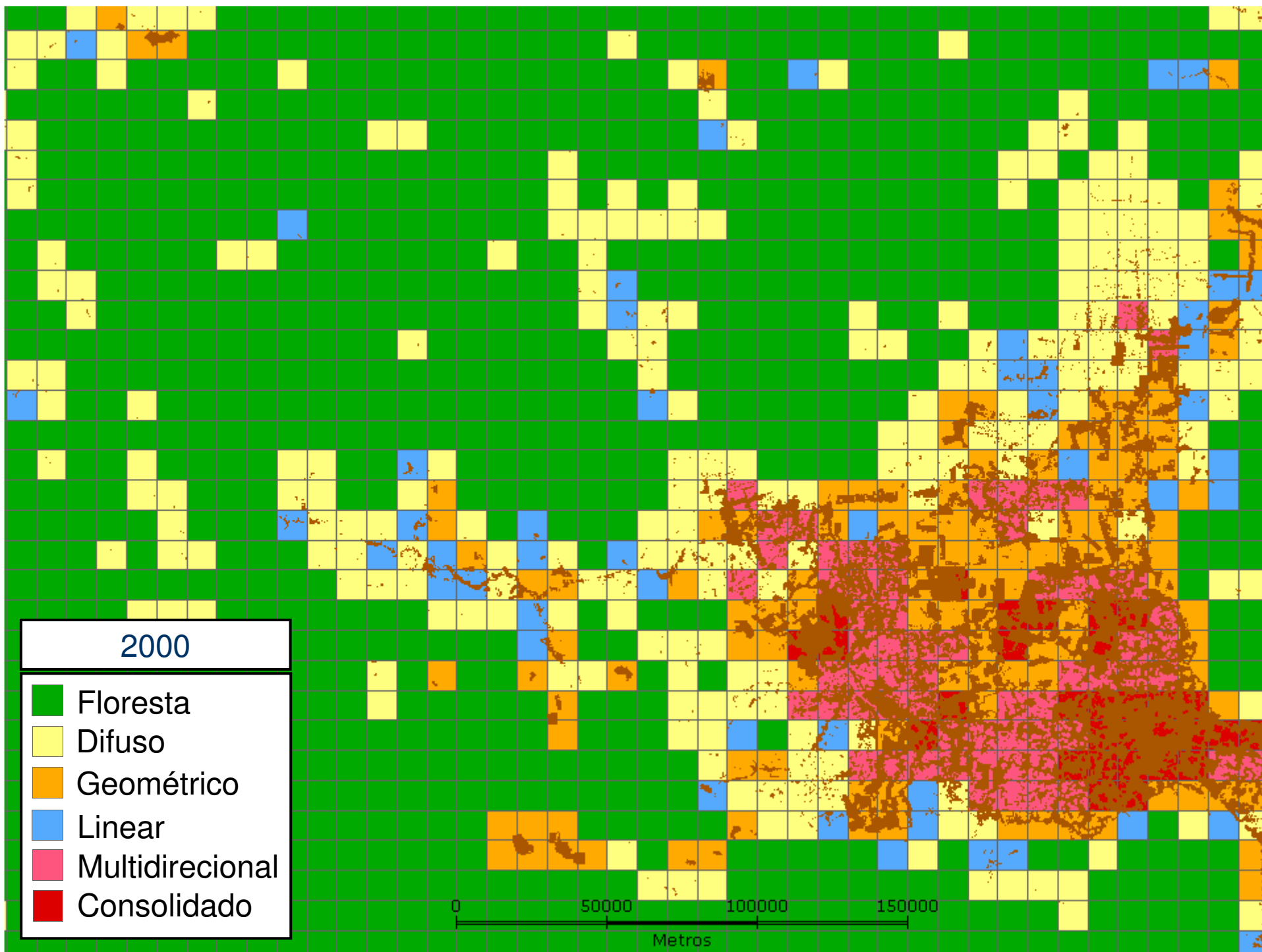
```
Number of Leaves :    6
```

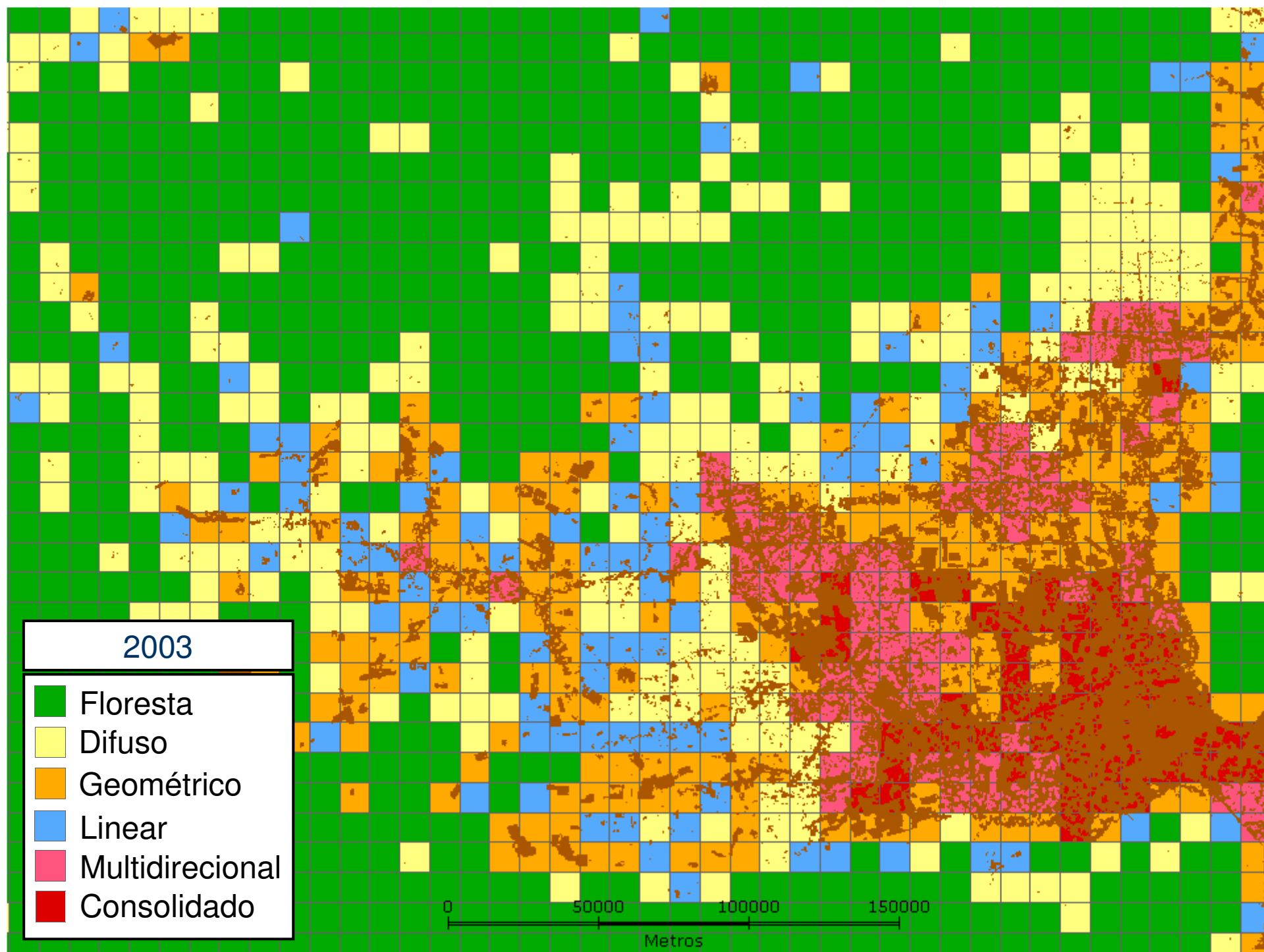
```
Size of the tree :    11
```

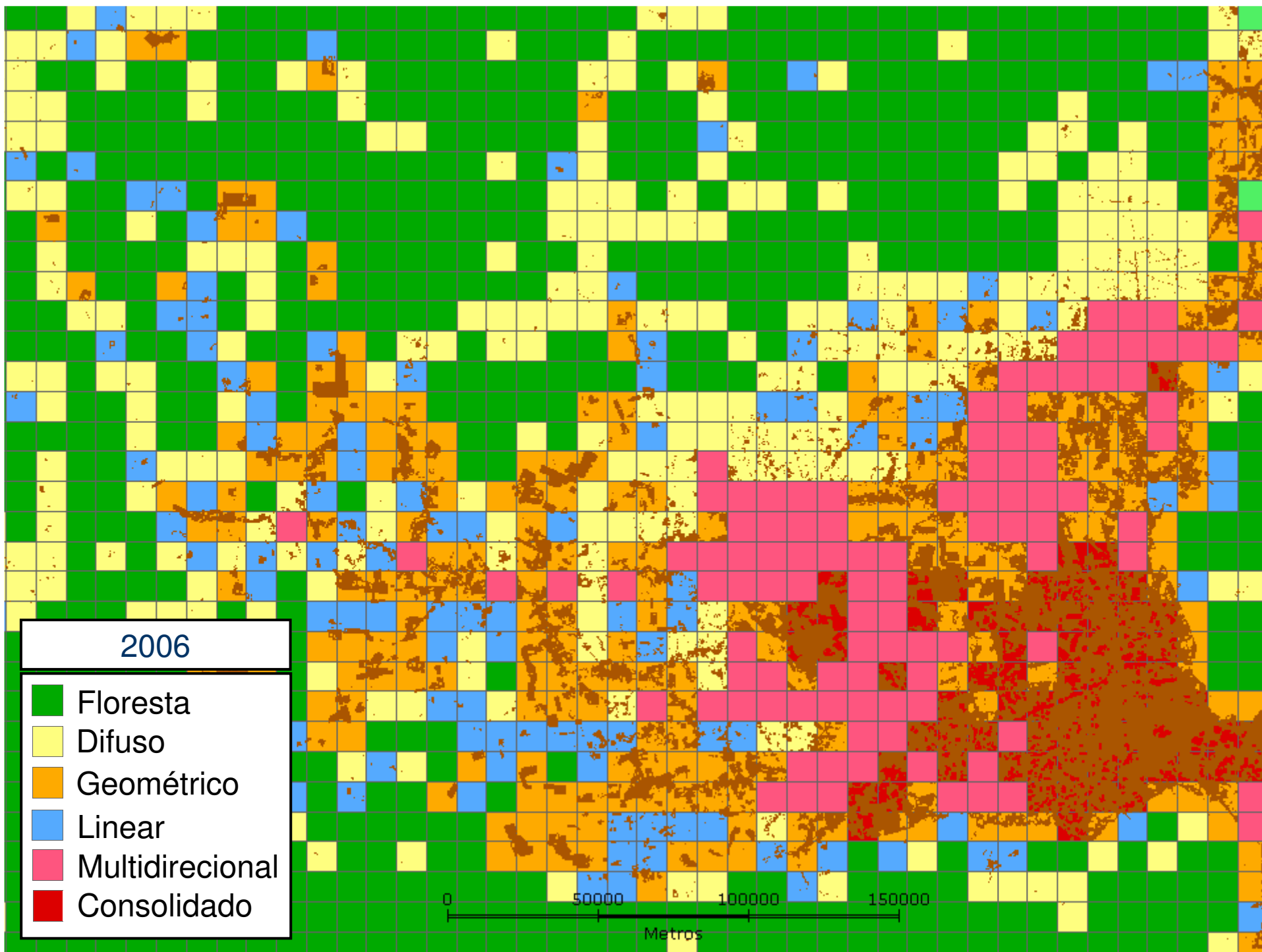


Resultados



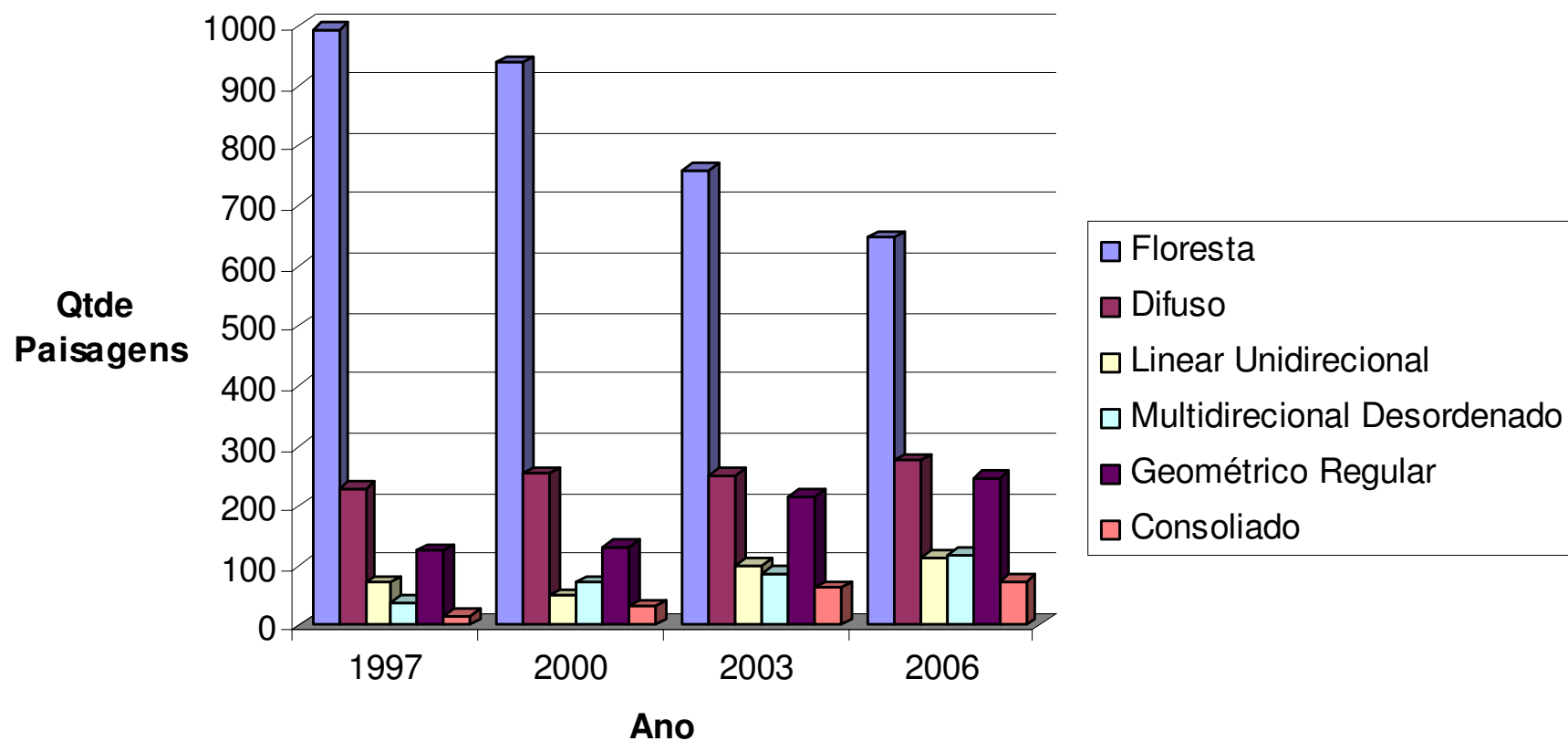






Resultados

Padrões de Desmatamento (1997 - 2006)



Trabalhos Futuros



Análise da evolução dos padrões:

qtde_cel bigint	class_1997 character varying(40)	class_2000 character varying(40)	class_2003 character varying(40)	class_2006 character varying(40)
646	Floresta	Floresta	Floresta	Floresta
103	Difuso	Difuso	Difuso	Difuso
69	Floresta	Floresta	Floresta	Difuso
61	Geometrico Regular	Geometrico Regular	Geometrico Regular	Geometrico Regular
57	Floresta	Floresta	Difuso	Difuso
51	Floresta	Floresta	Geometrico Regular	Geometrico Regular
23	Floresta	Floresta	Floresta	Linear Unidirecional
21	Linear Unidirecional	Geometrico Regular	Geometrico Regular	Geometrico Regular
20	Difuso	Multidirecional Desordenado	Multidirecional Desordenado	Multidirecional Desordenado
20	Floresta	Floresta	Floresta	Geometrico Regular
19	Difuso	Difuso	Multidirecional Desordenado	Multidirecional Desordenado
19	Floresta	Difuso	Difuso	Difuso
18	Floresta	Floresta	Linear Unidirecional	Linear Unidirecional
18	Floresta	Floresta	Difuso	Linear Unidirecional
15	Floresta	Floresta	Linear Unidirecional	Geometrico Regular
14	Multidirecional Desordenado	Multidirecional Desordenado	Ocupacao Consolidada	Ocupacao Consolidada
14	Difuso	Difuso	Difuso	Multidirecional Desordenado
13	Ocupacao Consolidada	Ocupacao Consolidada	Ocupacao Consolidada	Ocupacao Consolidada
12	Linear Unidirecional	Linear Unidirecional	Linear Unidirecional	Linear Unidirecional
11	Difuso	Difuso	Difuso	Linear Unidirecional
11	Multidirecional Desordenado	Multidirecional Desordenado	Multidirecional Desordenado	Multidirecional Desordenado
11	Difuso	Difuso	Geometrico Regular	Geometrico Regular
10	Geometrico Regular	Multidirecional Desordenado	Multidirecional Desordenado	Multidirecional Desordenado
9	Multidirecional Desordenado	Ocupacao Consolidada	Ocupacao Consolidada	Ocupacao Consolidada
9	Geometrico Regular	Ocupacao Consolidada	Ocupacao Consolidada	Ocupacao Consolidada
9	Geometrico Regular	Geometrico Regular	Ocupacao Consolidada	Ocupacao Consolidada
9	Difuso	Linear Unidirecional	Geometrico Regular	Geometrico Regular

Trabalhos Futuros



- ┌ Utilização de outras métricas de paisagem;
- ┌ Utilização das métricas para identificação de padrões de exploração:
 - ┌ Ex: Grande e Irregular – isolado (Mineração)
Padrão difuso ordenado – exploração seletiva de madeira
- ┌ Agregação das funções ao projeto GeoDMA.

Referências Bibliográficas



Silva, M. P. S; Câmara, G.; Escada, M. I.; Souza, R. C. M. Remote-sensing image mining: detecting agents of land-use change in tropical forest areas. *International Journal of Remote Sensing*, v. 29, n. 16, p. 4803 - 4822, 2008.

Silva, M. P. S. Mineração de Padrões de Mudança em Imagens de Sensoriamento Remoto. Tese - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2006.

Frohn, R. C.; Hao, Yongping. Landscape metric performance in analyzing two decades of deforestation in the Amazon Basin of Rondonia, Brazil. *Remote Sensing of Environment*, v. 100, n. 2, p. 237-251, 2006.

da Silva, F. C.; Korting, T. S.; Fonseca, L. M. G.; Escada, M. I. S. Deforestation Pattern Characterization in the Brazilian Amazonia. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. p. 6207 - 6214, 2007