



Ministério da  
**Ciência, Tecnologia  
e Inovação**



## **SER-300 - Introdução ao Geoprocessamento**

### **Laboratório 4**

#### **Análise Espacial de Dados Geográficos**

**Módulo: Análise Multi-Critério**

**Módulo: LEGAL**

Thiago Sousa Teles

Relatório do Laboratório 04  
apresentada a disciplina de Introdução  
ao Geoprocessamento (Ser-300) do  
Mestrado em Sensoriamento Remoto  
do INPE.

Prof. Miguel

INPE  
São José dos Campos  
2013

## 1 INTRODUÇÃO

O presente relatório consiste na apresentação das atividades propostas no laboratório 4 da disciplina de Introdução ao Geoprocessamento. A série de exercícios propostos visou elaborar, modelar e implementar no SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas) através da Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico (LEGAL), duas bases de dados de análise espacial:

- A primeira com objetivo de identificar potenciais à proteção de Cromo, a partir das técnicas AHP (Processo Analítico Hierárquico) e “Fuzzy Logic”.
- A segunda com objetivo de verificar a correlação entre os valores de níveis digitais e o volume de madeira em cada talhão.

## 2 ANALISE MULTICRITÉRIO: Áreas potenciais à prospecção de Cromo.

Os objetivos deste trabalho foram a identificação de áreas potenciais à prospecção de Cromo, a partir das técnicas AHP (Processo Analítico Hierárquico) e “Fuzzy Logic”. Os dados os dados correspondem a região de Pinheiros Altos, município de Piranga, Minas Gerais, no período de Abril a Julho de 1996, numa área de 51,33Km<sup>2</sup>.

### 2.1 Importação e análise exploratória do banco de dados.

Foram os dados referentes aos teores de cobalto e de cromo, o recorte da área, a rede de drenagem e o mapa geológico. Foram geradas as grades regulares de Cromo e cobalto com resolução de 30 m (Figura 01).

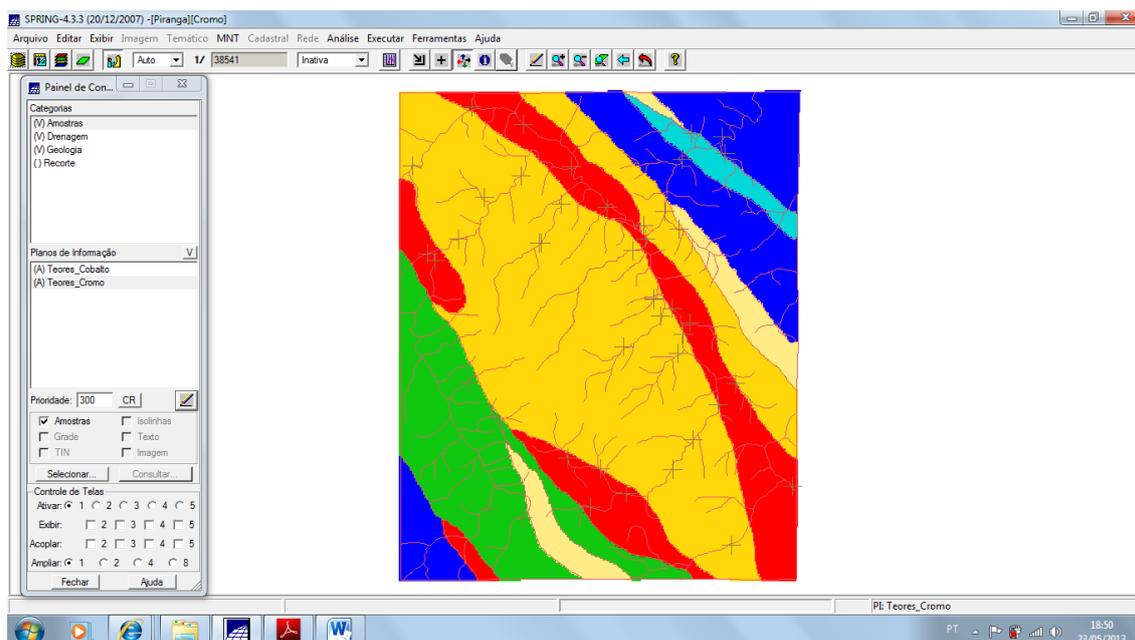


Figura 01: Análise exploratória dos dados

## 2.2 Mapa ponderado de geologia

No mapa ponderado de Geologia a cada classe temática foi ponderado um peso baseado nas ocorrências de Cromo (Figura 02):

- Granito-Granodiorito : 0
- Arvs - Unidade Superior : 0
- Arvm - Unidade Media : 0.7
- mv1 - Sto Antonio Pirapetinga : 1
- mb - Sto Antonio Pirapetinga : 0.5
- Asap - Sto Antonio Pirapetinga : 0.7

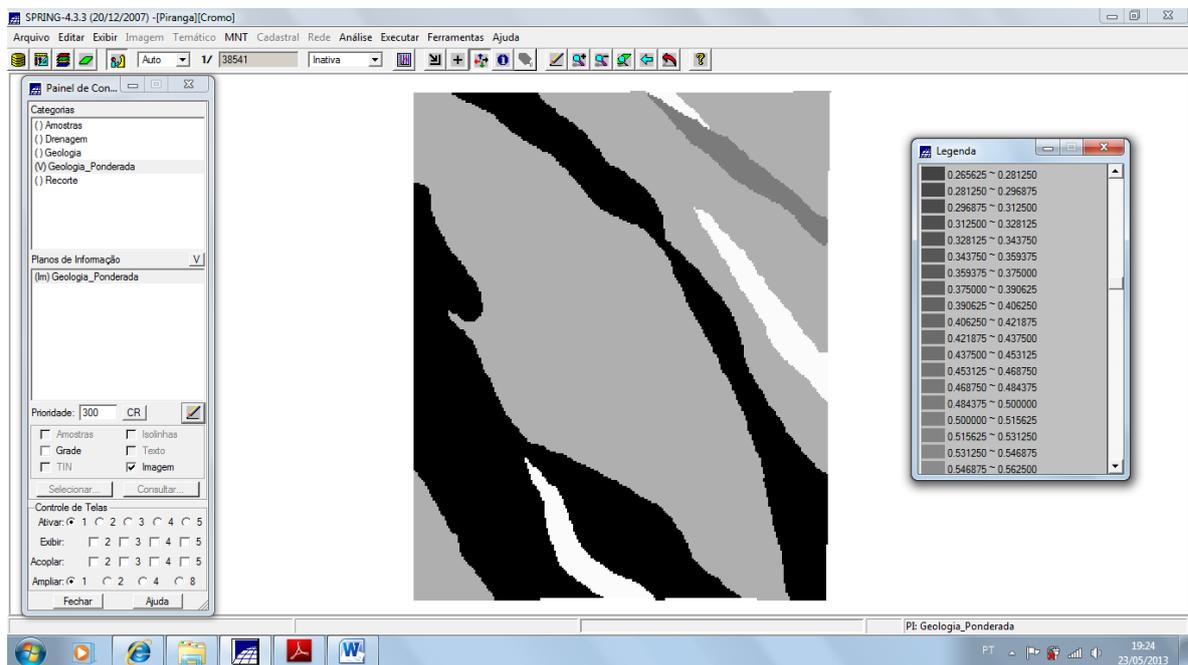


Figura 02: Mapa ponderado de geologia.

## 2.3 Mapa de grade de teores de Cromo e Cobalto utilizando “Fuzzy Logic”

Para o mapa Fuzzy\_Cromo, foi observado um ponto ideal de 1,855% de teor, com cruzamento em 0,32. Portanto, a equação utilizada foi a seguinte:  $\text{cromofuzzy} = (\text{cromo} < 0.20)? 0 : (\text{cromo} > 1.855)? 1 : 1/(1 + (0.424 * ((\text{cromo} - 1.855)^2)))$ . Para o teor de cobalto, o ponto ideal possuía um teor de 150.92 ppm e o ponto de cruzamento era em 80ppm, portanto a equação utilizada foi a seguinte:  $\text{cobalfuzzy} = (\text{cobal} < 60) ? 0 : (\text{cobal} > 150.92)? 1 : 1/(1 + (0.000198 * ((\text{cobal} - 150.92)^2)))$ . Os mapas gerados foram expostos nas Figuras 3 e 4.

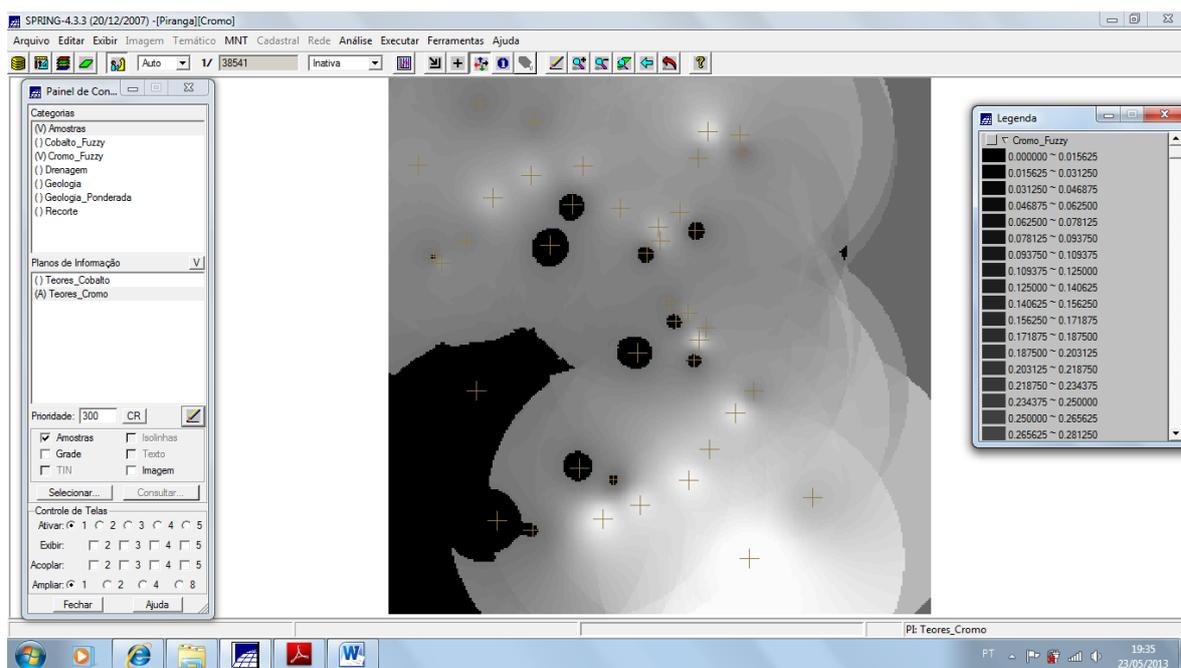


Figura 03: Mapa Cromo\_Fuzzy

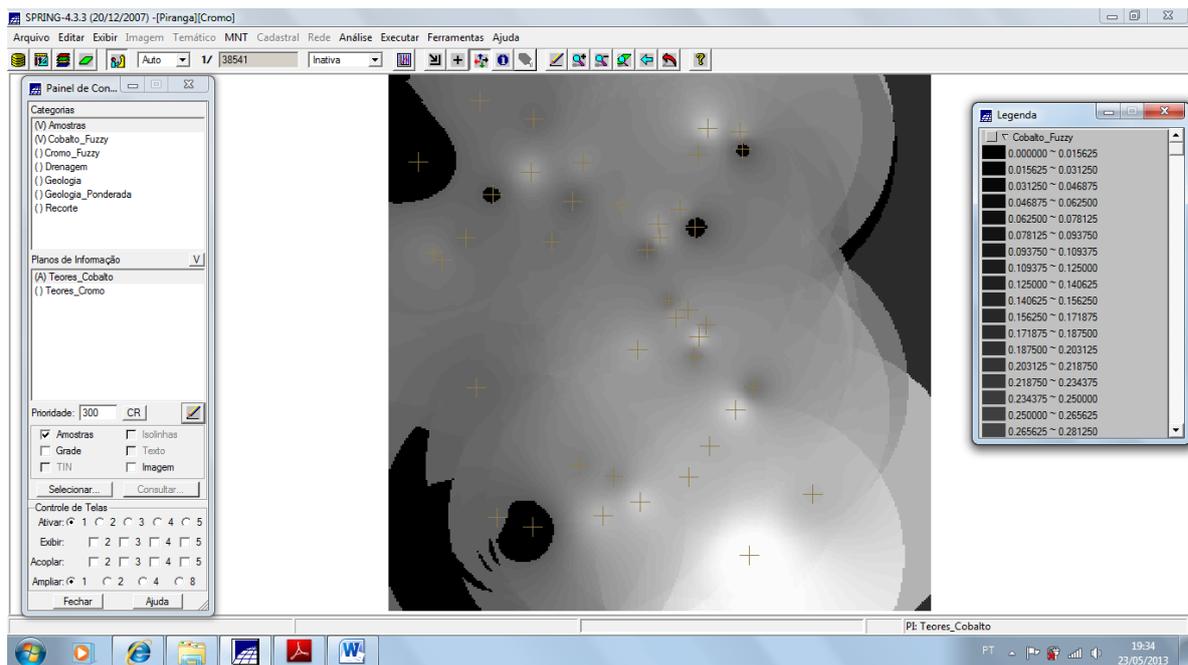


Figura 04: Mapa Cobalto\_Fuzzy.

## 2.4 Mapa ponderado dos PI's Cromo\_Fuzzy, Cobalto\_Fuzzy e Geologia Ponderada utilizando a função Fuzzy Gama.

A aplicação do método Gama Fuzzy consistiu no cruzamento entre a geologia ponderada, o cromo e o cobalto fuzzy a partir da equação utilizando  $g = 0,70$ :  

$$\text{gama} = (\text{cobal} * \text{cromo} * \text{geol})^{(1 - g)} * (1 - ((1 - \text{cobal}) * (1 - \text{cromo}) * (1 - \text{geol})^{g}))$$
 O produto dessa inferência encontra-se na Figura 5

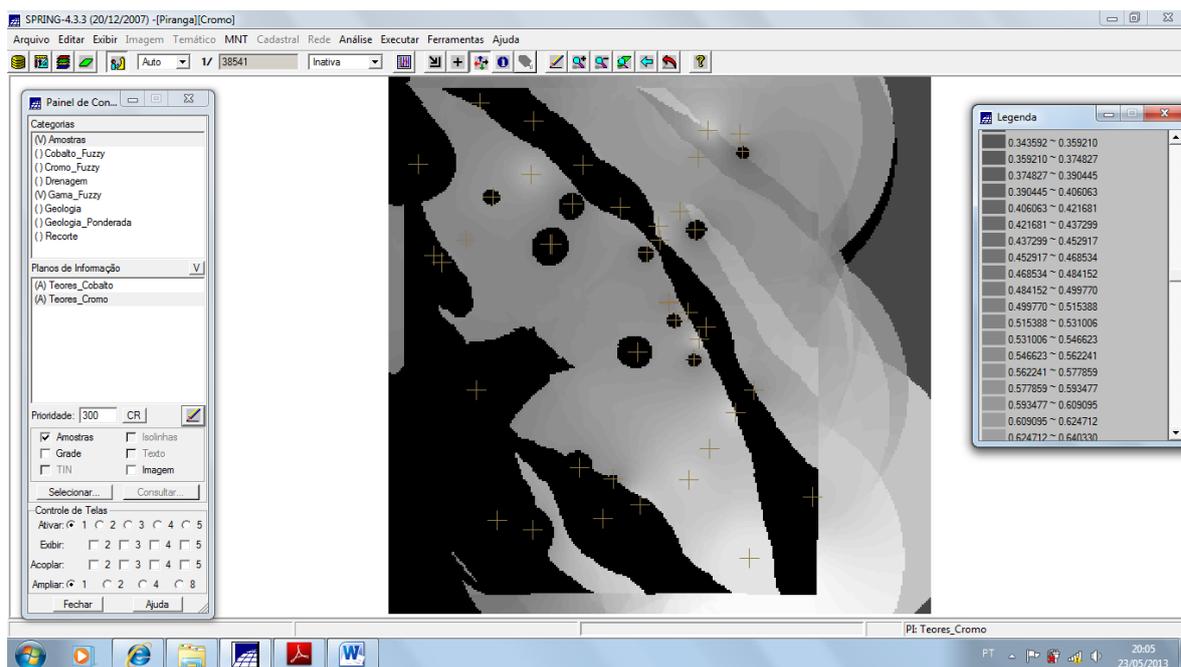


Figura 05: Cruzamento dos PI's cromo\_fuzzy e geologia\_ponderada utilizando a função Fuzzy Gama.

## 2.5 Criação do PI Cromo\_AHP utilizando Processo Analítico Hierárquico (AHP)

A aplicação do método AHP necessitou da ponderação das variáveis duas a duas quanto ao critério de importância daquela variável. As variáveis cruzadas foram: Cromo\_Fuzzy, Cobalto\_Fuzzy e Geologia\_Ponderada. Nota-se que a Razão de Consistência calculada pelo algoritmo do AHP obtida foi de 0,012, que, sendo inferior a 0,1 pode ser considerada boa. Dessa forma, os pesos foram salvos e o algoritmo gerou um programa em LEGAL para realização da inferência. Os pesos gerados pela AHP foram de: “0.333\*CROMO + 0.075\*COBALTO+ 0.592\*GEOLOGIA” (Figura 06)

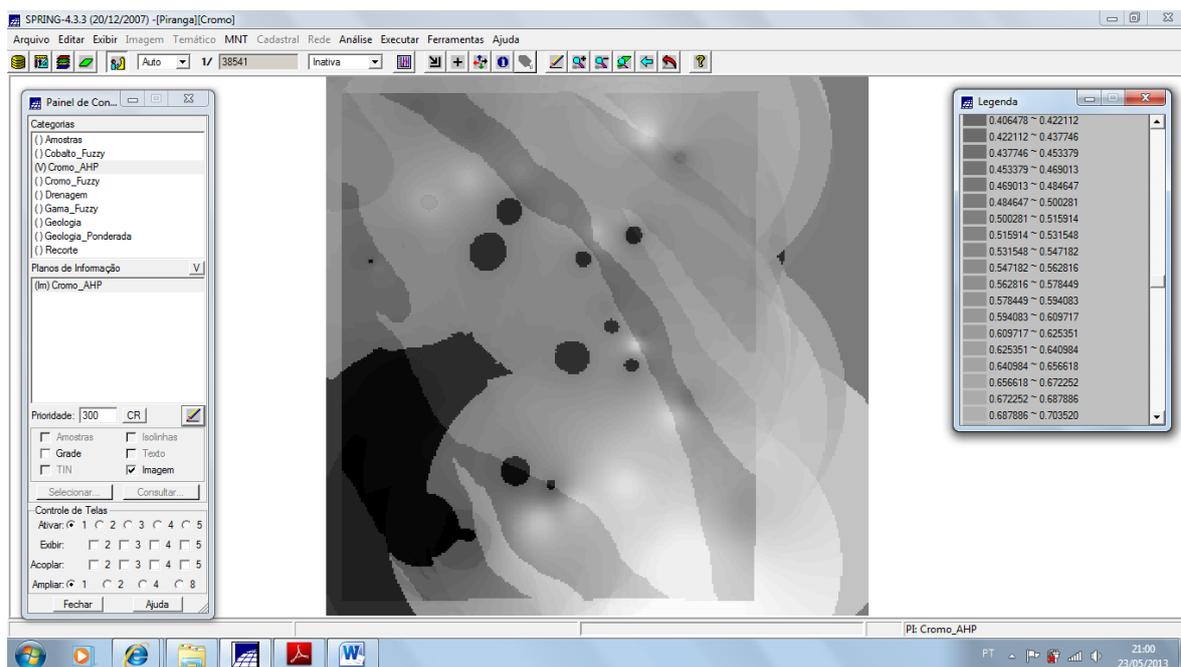


Figura 06: Cromo\_AHP

## 2.6 Fatiamento dos geo-campos Gama\_Fuzzy e Cromo\_AHP e geração dos mapas de potencialidade a extração de Cromo.

Para melhor percepção da potencialidade de detecção de cromo, os mapas foram submetidos a um fatiamento, com base no critério: 0 a 0,2 = "Background", 0,2 a 0,5 = "Baixo Potencial", 0,5 a 0,7 = "Médio Potencial" e 0,7 a 1,0 = "Alto Potencial". Os resultados foram expostos nas Figuras 07 e 08.

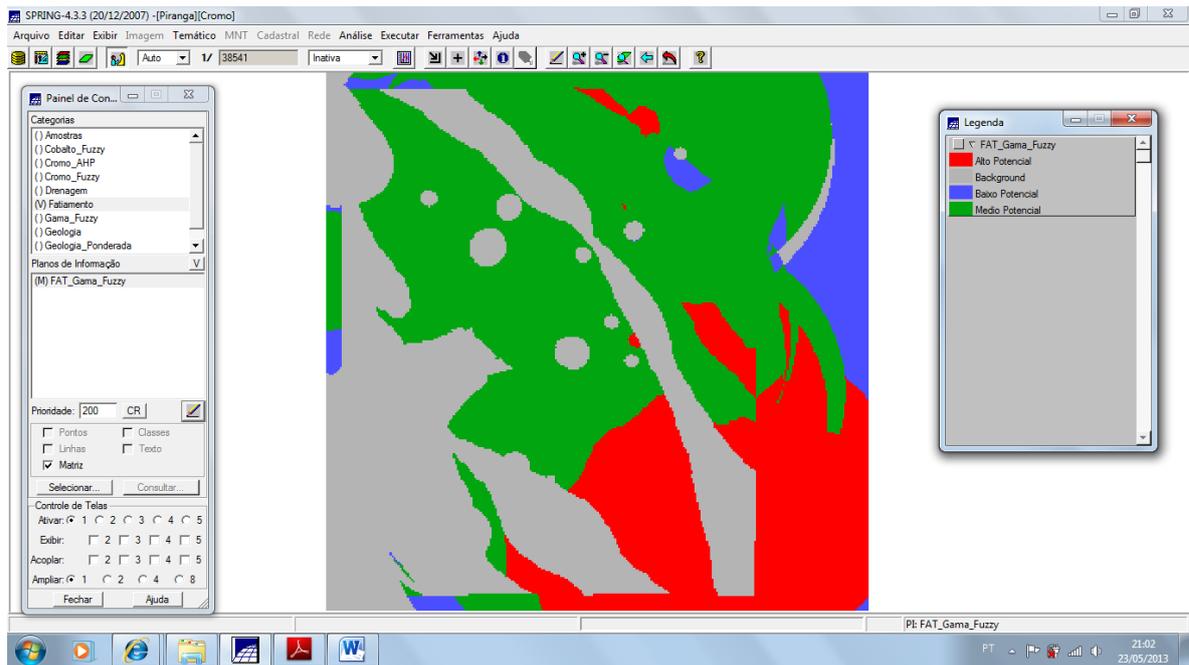


Figura 07: Fatiamento Gama\_fuzzy.

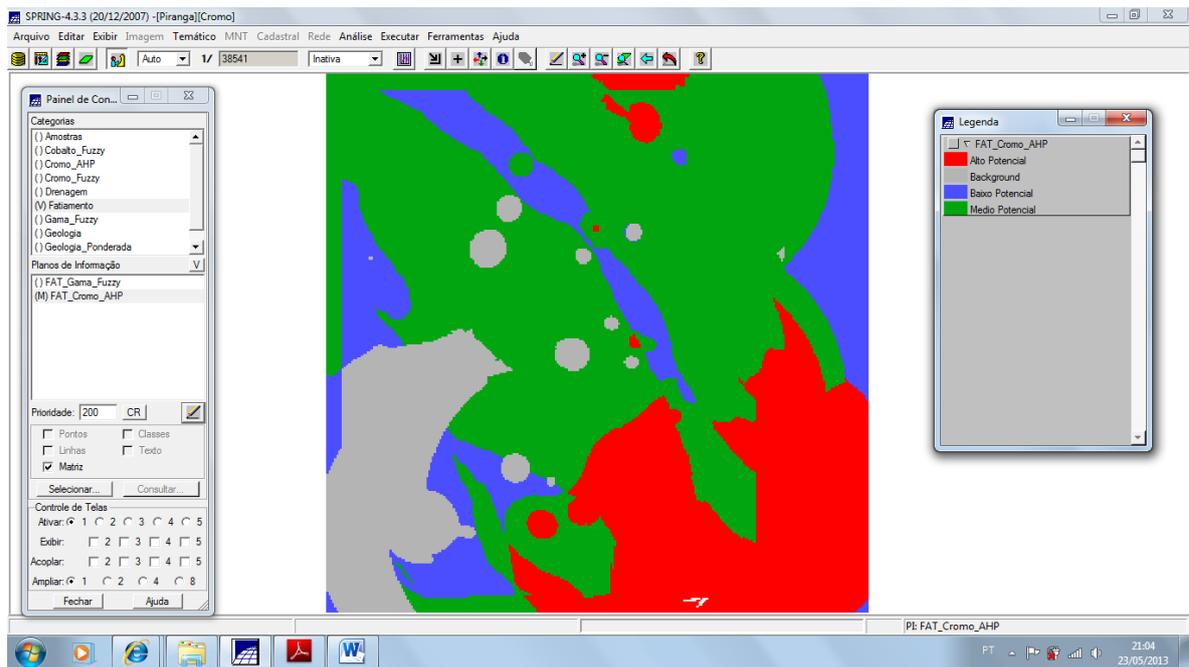


Figura 08: Fatiamento Cromo\_AHP.

### 3. UTILIZAÇÃO DO LEGAL NA ANÁLISE DE DADOS ESPACIAIS: correlação de níveis digitais médios e o volume de madeira em cada talhão.

O objetivo é investigar se há ou não a presença de relação entre a quantidade de madeira presente nos talhões de Eucalyptus e a resposta espectral obtida através de imagem de Sensoriamento Remoto.

#### 3.1 Visualização e análise exploratória dos dados

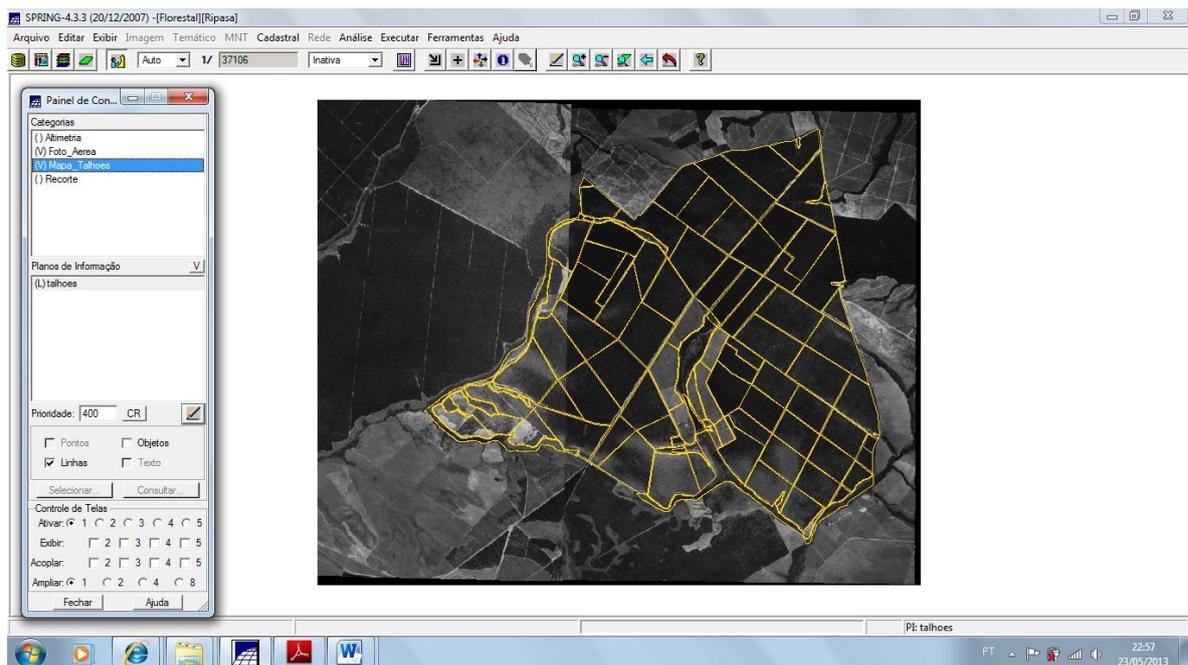


Figura 09: visualização de PI's

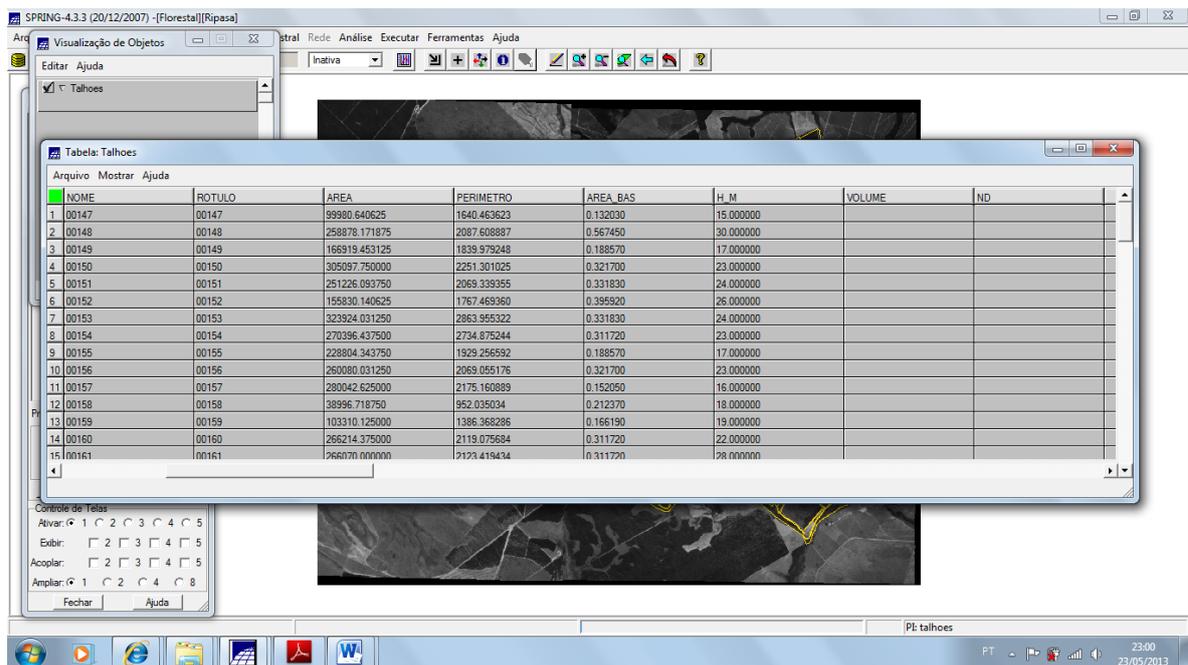


Figura 10: Exploração dos atributos

### 3.2 Espacialização e visualização dos atributos AREA\_BAS e H\_M.

Os valores dos atributos área basal e altura média foram espacializados, utilizando a linguagem LEGAL, para PI's numéricos baseando-se nos polígonos dos talhões já existentes. O comando LEGAL está descrito abaixo:

{

//DECLARAÇÕES

Cadastral cadT ("Mapa\_Talhoes");

Objeto objT ("Talhoes");

Numerico aba ("Numerico");

Numerico alt ("Numerico");

```
// INSTANCIACOES
```

```
// Recupera o PI Cadastral a ser utilizado
```

```
cadT = Recupere (Nome = "talhoes");
```

```
// Cria os Pls Numericos de saıda
```

```
aba = Novo (Nome = "Area_Basal", ResX=10, ResY=10, Escala = 10000, Min=  
0.0, Max= 100.0);
```

```
alt = Novo (Nome = "Altura", ResX=10, ResY=10, Escala = 10000, Min= 0.0,  
Max= 100.0);
```

```
//OPERACOES
```

```
aba = Espacialize ( objT."AREA_BAS" OnMap cadT);
```

```
alt = Espacialize ( objT."H_m" OnMap cadT);
```

```
}
```

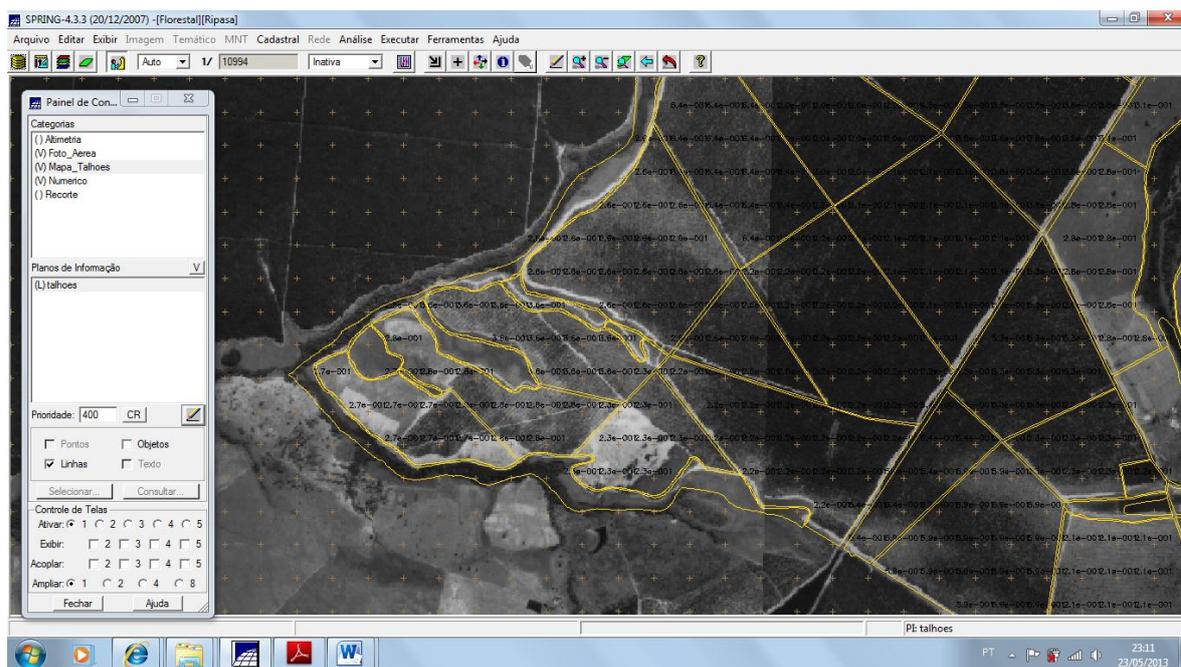


Figura 11: Visualização e espacialização dos atributos AREA\_BAS e H\_M.

### 3.3 Geração do Plano de informação de Volume e Média Zonal.

Foram realizados os cálculos de volume e Média Zonal por meio dos seguintes comandos:

- GERAÇÃO DO PLANO DE INFORMAÇÃO VOLUME

```
{
//DECLARAÇÕES
Numerico aba ("Numerico");
Numerico alt ("Numerico");
Numerico vol ("Numerico");
// INSTANCIÇÕES
// Recupera os Pis a serem utilizados
```

```

aba = Recupere (Nome = "Area_Basal");
alt = Recupere (Nome = "Altura");

// Cria o PI Numérico de saída, com nome Volume
vol = Novo (Nome = "Volume", ResX=10, ResY=10, Escala = 10000,
Min= 0.0, Max= 3000.0);

// OPERAÇÕES

vol = aba * alt;

}

```

- ATUALIZAÇÃO DO ATRIBUTO ND NO BANCO DE DADOS UTILIZANDO O OPERADOR DE MÉDIA ZONAL

```

{
//DECLARAÇÕES
Imagem ima ("Foto_Aerea");
Cadastral cadT ("Mapa_Talhoes");
Objeto objT ("Talhoes");

//INSTANCIAMENTOS
// Recupera os Pis a serem utilizados
ima = Recupere (Nome = "foto_aerea");
cadT = Recupere (Nome = "talhoes");

//OPERAÇÕES
objT."ND" = Atualize (ima, objT OnMap cadT, MedZ) ;

}

```

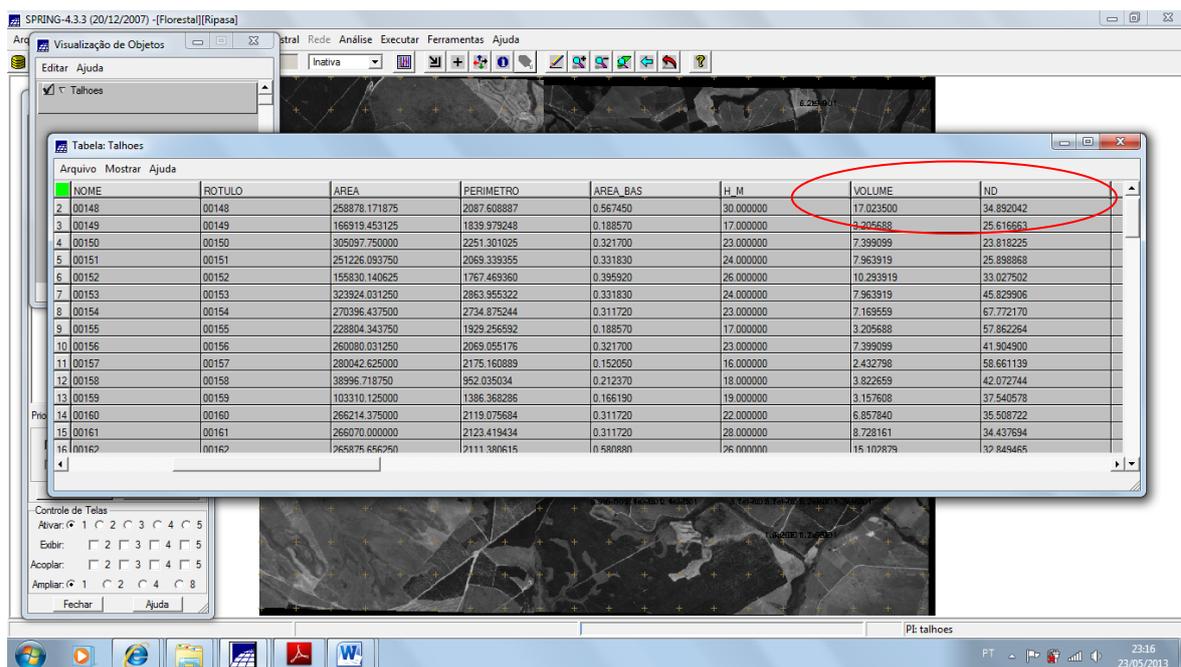


Figura 12: Criação do Plano de informação de Volume e Média Zonal.

### 3.4 Correlação dos atributos Volume e ND

A partir dos valores de Volume e ND, pode-se construir um gráfico Scatter Plot pela ferramenta Gráfico do SPRING, que fora representado na Figura 13.

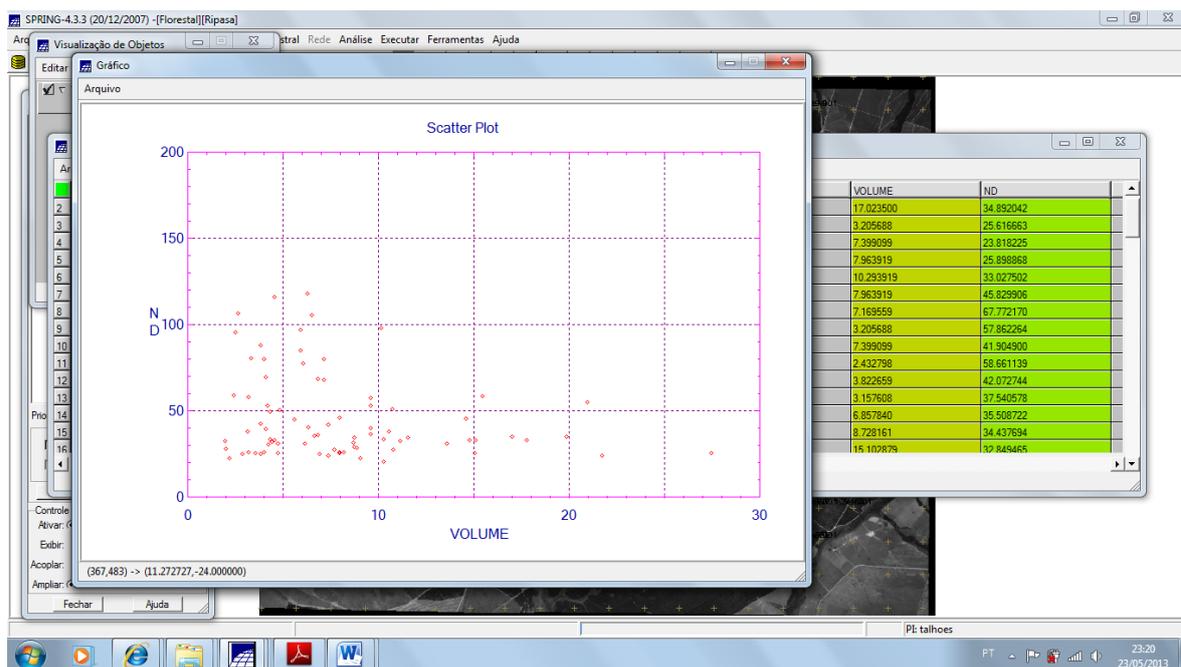


Figura 13: Verificação da correlação dos atributos Volume e ND.

#### 4. CONCLUSÃO

A modelagem de banco de dados no ambiente dos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) permite a composição de um ambiente de trabalho com a utilização de diferentes composições de informações, como imagens, mapas temáticos, redes, informações alfanuméricas, etc.

Este Laboratório possibilitando a consolidação dos conhecimentos abordados na disciplina Introdução ao Geoprocessamento no que tange a operação da Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico (LEGAL) através do SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas).