



Ministério da
**Ciência, Tecnologia
e Inovação**



SER-300 INTRODUÇÃO AO GEOPROCESSAMENTO: ÁLGEBRA DE MAPAS

Rodolfo Georjute Lotte

Relatório do Laboratório 04 apresentado na disciplina de Introdução ao Geoprocessamento (SER-300) para nota parcial no programa de doutorado em Sensoriamento Remoto (SER/INPE)

São José dos Campos-SP

<<http://urlib.net/>>

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
2.1 Geração de Grade Retangular: PI Teores_Cromo.	5
2.2 Geração de Grade Retangular: PI Teores_Cobalto.	6
2.3 Mapa Ponderado da Geologia utilizando LEGAL.	7
2.4 Mapeamento da do PI Teores_Cromo utilizando lógica <i>Fuzzy</i>	8
2.5 Grade do PI Teores_Cobalto, gerada por meio da lógica <i>fuzzy</i>	9
2.6 Cruzamento dos PIs Cromo_Fuzzy e Cobalto_Fuzzy por meio da função <i>Fuzzy Gama</i>	10
2.7 Parâmetros do Suporte à Decisão.	11
2.8 Criação do PI Cromo_AHP.	12
2.9 Fatiamento no Geo-Campo Gama_Fuzzy.	13
2.10 Fatiamento no Geo-Campo Cromo_AHP.	14
2.11 Mapa de Potencialidade de Cromo gerados pelas técnicas de AHP e <i>Fuzzy</i> <i>Gama</i>	15

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório consiste na apresentação das atividades propostas no laboratório 4 da disciplina de Introdução ao Geoprocessamento, abordando a utilização da álgebra de mapas. Objetivo deste trabalho é a seleção de áreas potenciais a prospecção de Cromo, a partir das técnicas AHP (Processo Analítico Hierárquico) e *Fuzzy Logic*. Os dados foram obtidos através de campanhas de campo realizadas na região de Pinheiros Altos, município de Piranga, Minas Gerais, no período de Abril a Julho de 1996, em uma área de $51,33Km^2$. Na próxima seção, serão apresentadas a evolução de cada etapa, seguindo o roteiro pré-estabelecido.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Exercício 1. Geração de Grade Regular para o PI: Teores_Cromo

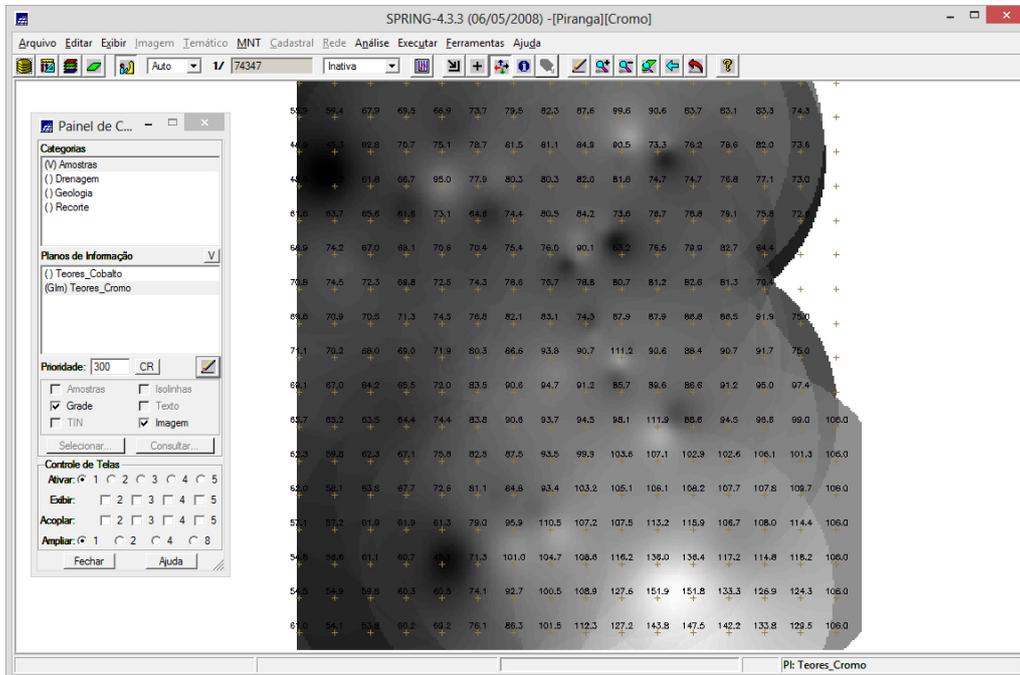


Figura 2.1 - Geração de Grade Retangular: PI Teores_Cromo.

2.2 Exercício 2. Geração de Grade Regular para o PI: Teores_Cobalto.

2.3 Exercício 3. Gerar Mapa Ponderado da Geologia.

Neste exercício é gerado o mapa ponderado da Geologia por meio da linguagem LEGAL no SPRING. Abaixo é mostrado o código utilizado para a geração do mapa exibido na Figura 2.3.

Código-Fonte 2.1 - LEGAL: Mapa Ponderado da Geologia.

```
1 {  
2 //Declaracoes  
3 Tematico geo ("Geologia");  
4 Numerico geoP ("Geologia_Ponderada");  
5 Tabela geoT (Ponderacao);  
6  
7 //Instanciacoes  
8 geo = Recuperar (Nome="Mapa_Geologico");  
9 geoP = Novo (Nome="Geologia_Ponderada" , ResX = 30, ResY = 30,  
10 Escala = 50000, Min = 0, Max = 1);
```

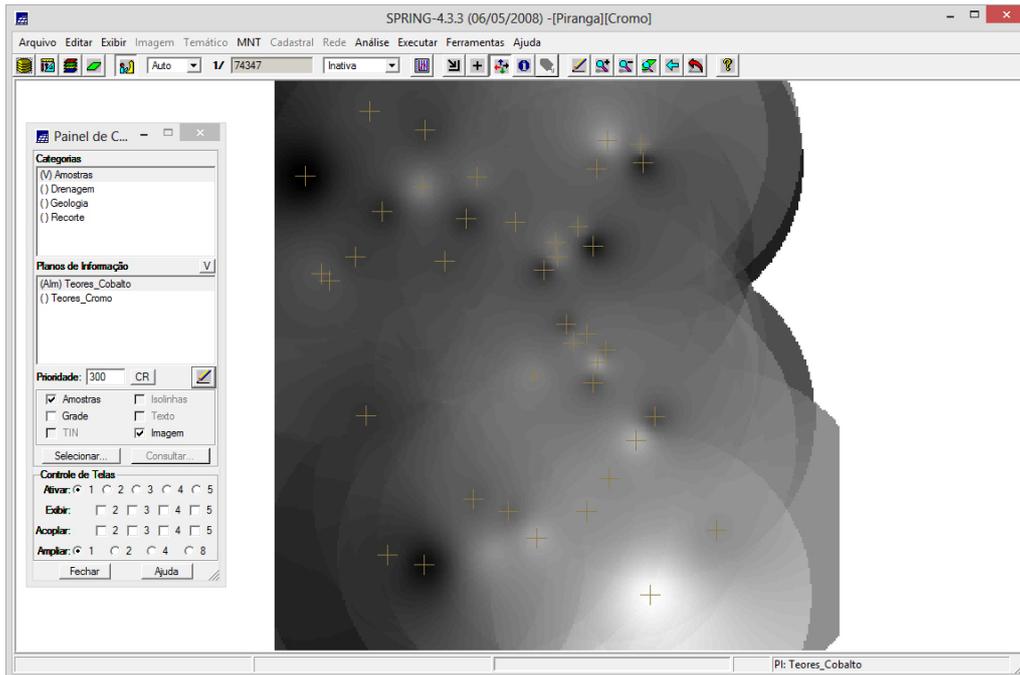


Figura 2.2 - Geração de Grade Retangular: PI Teores_{Cobalto}.

```

11 geoT = Novo ( CategoriaIni = "Geologia",
12               "Granito-Granodiorito" : 0,
13               "Arvs - Unidade Superior" : 0,
14               "Arvm - Unidade Media" : 0.7,
15               "mv1 - Sto Antonio Pirapetinga" : 1,
16               "mb - Sto Antonio Pirapetinga" : 0.5,
17               "Asap - Sto Antonio Pirapetinga" : 0.7);
18
19 //Operacao
20 geoP = Pondere ( geo , geoT);
21 }

```

2.4 Exercício 4. Mapear a grade (representação) do PI Teores_Cromo utilizando *Fuzzy Logic*.

Neste exercício é gerado o mapa da grade do PI Teores_Cromo por meio da lógica *fuzzy* na linguagem LEGAL no SPRING. Abaixo é mostrado o código utilizado para a geração do mapa exibido na Figura 2.4.

Código-Fonte 2.2 - LEGAL: Mapeamento da grade do PI Teores_Cromo utilizando *Fuzzy Logic*.

```

1 {
2   //Fuzzy cromo (ponto ideal com um teor de 1.855 e ponto de

```

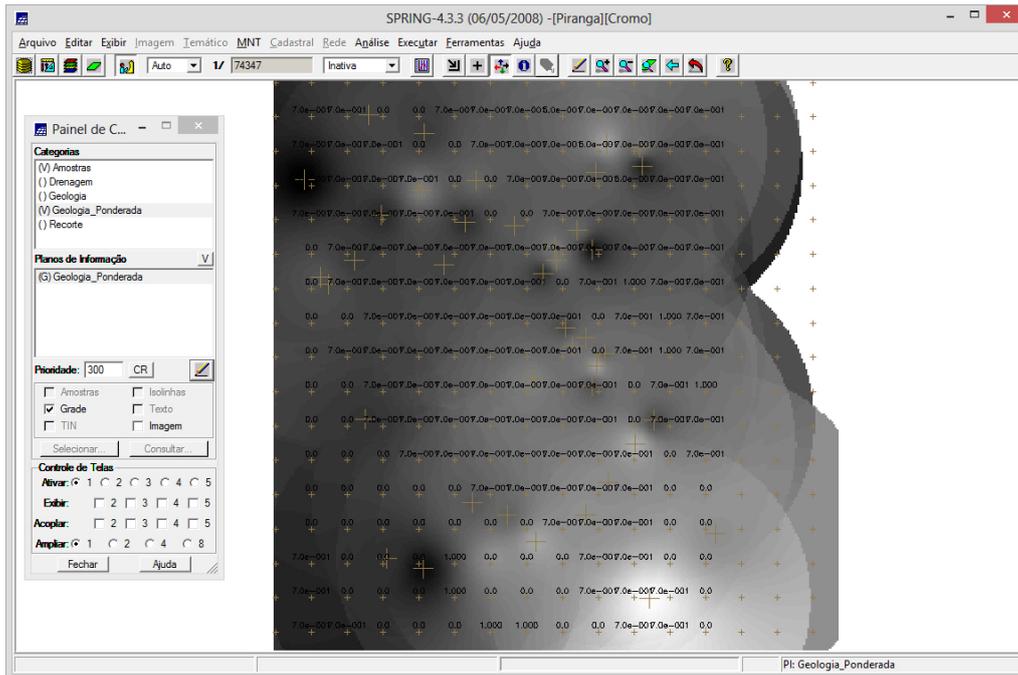


Figura 2.3 - Mapa Ponderado da Geologia utilizando LEGAL.

```

3      cruzamento em 0.32)
4      //Declaracoes
5      Numerico cromos ("Amostras");
6      Numerico cromofuzzy ("Cromo_Fuzzy");
7
8      //Instanciacoes
9      cromos = Recuperar ( Nome= "Teores_Cromo" );
10     cromofuzzy = Novo (Nome = "Cromo_Fuzzy", ResX=30, ResY=30, Escala
11     =50000,
12     Min=0, Max=1);
13
14     //Operacoes
15     cromofuzzy = (cromos < 0.20)? 0 : (cromos > 1.855)? 1 : 1/(1 + (0.424
16     * ((cromos -
17     1.855)^2)));
18 }

```

2.5 Exercício 5. Mapear a grade (representação) do PI Teores_Cobalto utilizando *Fuzzy Logic*.

Neste exercício é gerado a grade do PI Teores_Cobalto por meio da lógica *fuzzy* na linguagem LEGAL no SPRING. Abaixo é mostrado o código utilizado para a

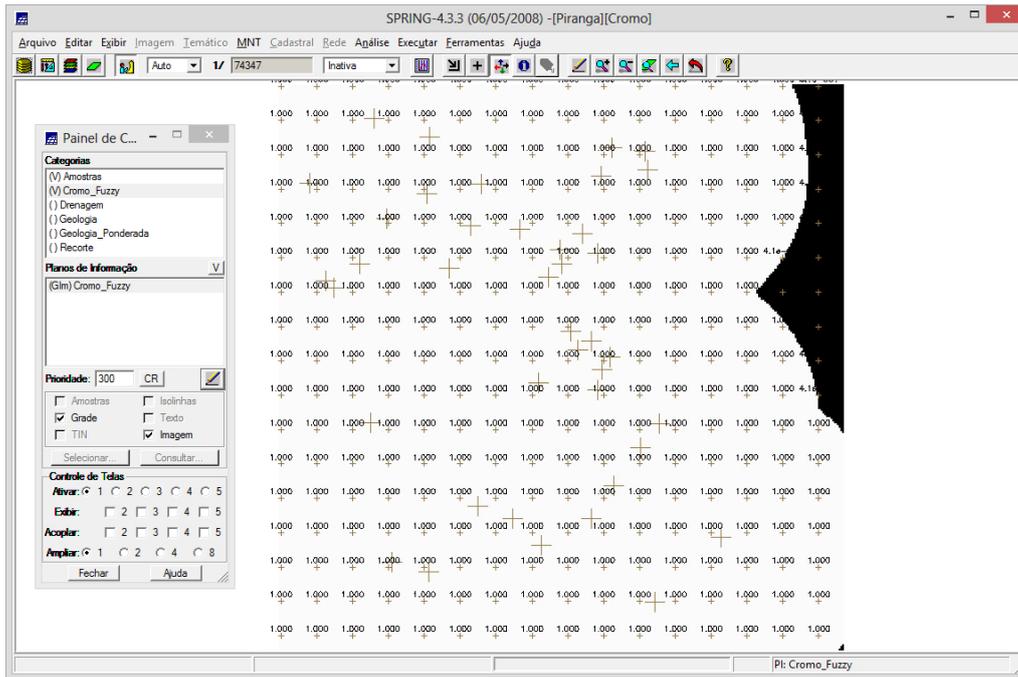


Figura 2.4 - Mapeamento da do PI Teores_Cromo utilizando lógica *Fuzzy*.

geração do mapa exibido na Figura 2.5.

Código-Fonte 2.3 - LEGAL: Mapeamento da grade do PI Teores_Cobalto utilizando *Fuzzy Logic*.

```

1  {
2  // Fuzzy cobalto ( ponto ideal com um teor de 150.92 ppm e ponto de
   // cruzamento em 80ppm)
3  //Declaracoes
4  Numerico cobal ("Amostras");
5  Numerico cobalfuzzy ("Cobalto_Fuzzy");
6
7  //Instanciacoes
8  cobal = Recupere ( Nome= "Teores_Cobalto" );
9  cobalfuzzy = Novo( Nome = "Cobalto_Fuzzy" , ResX = 30, ResY = 30,
   Escala = 50000, Min = 0, Max = 1 );
10
11 //Operacoes
12 cobalfuzzy= ( cobal <60) ? 0 : ( cobal>150.92)? 1 : 1/( 1
   +(0.000198*((cobal - 150.92)^2 ) ) );
13 }

```

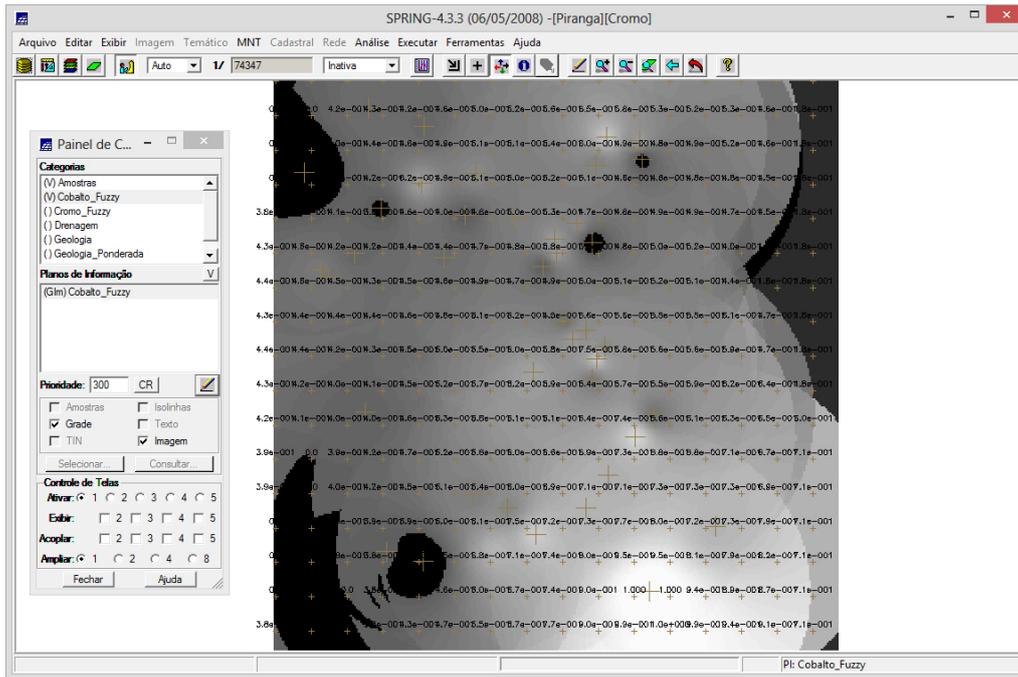


Figura 2.5 - Grade do PI Teores_Cobalto, gerada por meio da lógica *fuzzy*.

2.6 Exercício 6. Cruzar os PIs Cromo_Fuzzy e Cobalto_Fuzzy utilizando a função *Fuzzy Gama*.

Neste exercício é realizado o cruzamento dos PIs Cromo_Fuzzy e Cobalto_Fuzzy por meio da função *Fuzzy Gama* na linguagem LEGAL no SPRING. Abaixo é mostrado o código utilizado para a geração do mapa exibido na Figura 2.6.

Código-Fonte 2.4 - LEGAL: Cruzamento dos PIs Cromo_Fuzzy e Cobalto_Fuzzy utilizando a função *Fuzzy Gama*.

```

1 {
2   //Declaracoes
3   Numerico cobal("Cobalto_Fuzzy"), crom("Cromo_Fuzzy"), geol
4   ("Geologia_Ponderada");
5   Numerico gama ("Gama_Fuzzy");
6
7   //Instanciacoes
8   cobal = Recupere (Nome= "Cobalto_Fuzzy");
9   crom = Recupere (Nome= "Cromo_Fuzzy");
10  geol = Recupere (Nome= "Geologia_Ponderada");
11  gama=Novo (Nome="Gama_Fuzzy", ResX=30, ResY= 30, Escala=50000, Min
12         =0, Max=1);
13
14  //Operacoes

```

```

14     g=0.70;
15     gama = (cobal*cromo*geol)^(1 - g) * (1 - ( (1 - cobal) * (1- cromo)
16         * (1- geol) )^g);

```

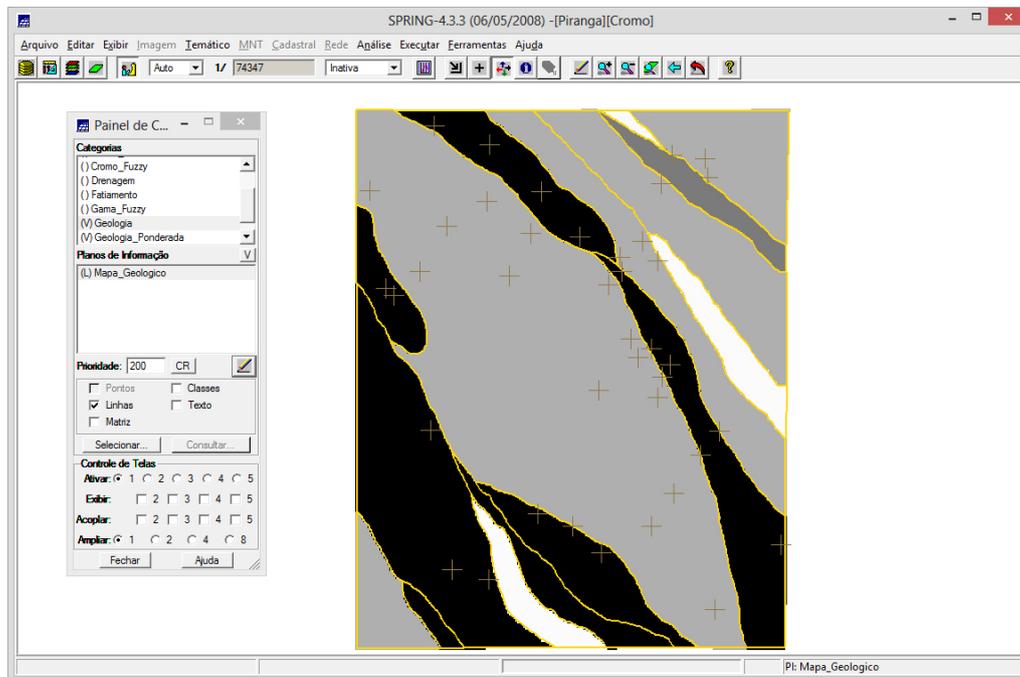


Figura 2.6 - Cruzamento dos PIs Cromo_Fuzzy e Cobalto_Fuzzy por meio da função *Fuzzy Gama*.

2.7 Exercício 7. Criar o PI Cromo_AHP utilizando a técnica de suporte à decisão AHP (Processo Analítico Hierárquico).

Para a criação do PI Cromo_AHP, neste exercício, é utilizado a ferramenta de Suporte à Decisão (AHP), Figura 2.7.

Utilizando-se a linguagem LEGAL (Código-Fonte 2.5), é possível gerar o mapa de Cromo_AHP, Figura ??.

Código-Fonte 2.5 - LEGAL: PI Cromo_AHP utilizando a técnica de suporte à decisão AHP (Processo Analítico Hierárquico).

```

1 {
2     // Pesos a ser aplicados
3     // Cromo_Fuzzy = 0.733
4     // Cobalto_Fuzzy = 0.199
5     // Geologia_Ponderada = 0.068

```

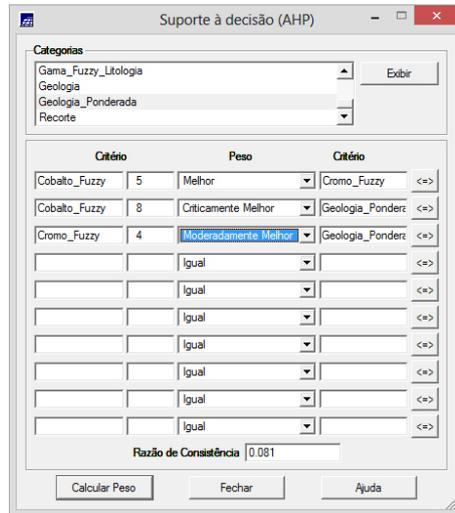


Figura 2.7 - Parâmetros do Suporte à Decisão.

```

6 // Razao de consistencia
7 // CR = 0.081
8 // Programa em LEGAL
9 // Este programa deve ser completado
10 // pelo usuario para incluir os dados
11 // apresentados entre os sinais de <> IMPORTANTE !
12 // Definicao dos dados de entrada
13 Numerico var1 ("Cromo_Fuzzy");
14 Numerico var2 ("Cobalto_Fuzzy");
15 Numerico var3 ("Geologia_Ponderada");
16
17 // Definicao do dado de saida
18 Numerico var4 ("<Cromo_AHP>");
19
20 // Recuperacao dos dados de entrada
21 var1 = Recupere (Nome="<Cromo_Fuzzy>");
22 var2 = Recupere (Nome="<Cobalto_Fuzzy>");
23 var3 = Recupere (Nome="<Geologia_Ponderada>");
24
25 // Criacao do dado de saida
26 var4 = Novo (Nome="<Cromo_AHP>", ResX=<30>, ResY=<30>, Escala
    =<50000>, Min=0, Max=1);
27
28 // Geracao da media ponderada
29 var4 = 0.733*var1 + 0.199*var2+ 0.068*var3;
30 }

```

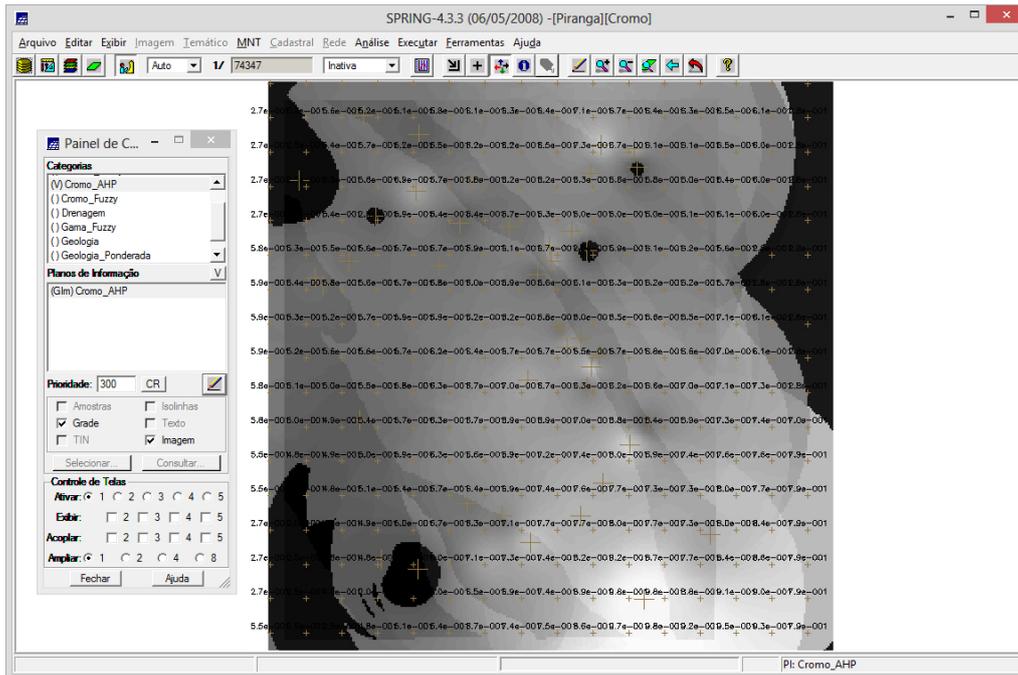


Figura 2.8 - Criação do PI Cromo_AHP.

2.8 Exercício 8. Realizar o Fatiamento no Geo-Campo Gama_Fuzzy.

Neste exercício é realizado o fatiamento no Geo-Campo Gama_Fuzzy na linguagem LEGAL no SPRING. Abaixo é mostrado o código utilizado para a geração do mapa exibido na Figura 2.9.

Código-Fonte 2.6 - LEGAL: Fatiamento no Geo-Campo Gama_Fuzzy.

```

1 {
2     //Declaracoes
3     Numerico num ("Gama_Fuzzy");
4     Tematico tem ("Fatiamento");
5     Tabela tab(Fatiamento);
6
7     //Instanciacoes
8     num = Recuperar (Nome = "Gama_Fuzzy");
9     tab = Novo (CategoriaFim = "Fatiamento",
10    [0.0, 0.2] : "Background",
11    [0.2, 0.5] : "Baixo Potencial",
12    [0.5, 0.7] : "Medio Potencial",
13    [0.7, 1.0] : "Alto Potencial" );
14
15    tem = Novo (Nome = "FAT_Gama_Fuzzy", ResX=30, ResY=30, Escala=50000)
        ;

```

```

16
17 //Operacoes
18 tem = Fatie (num, tab);
19 }

```

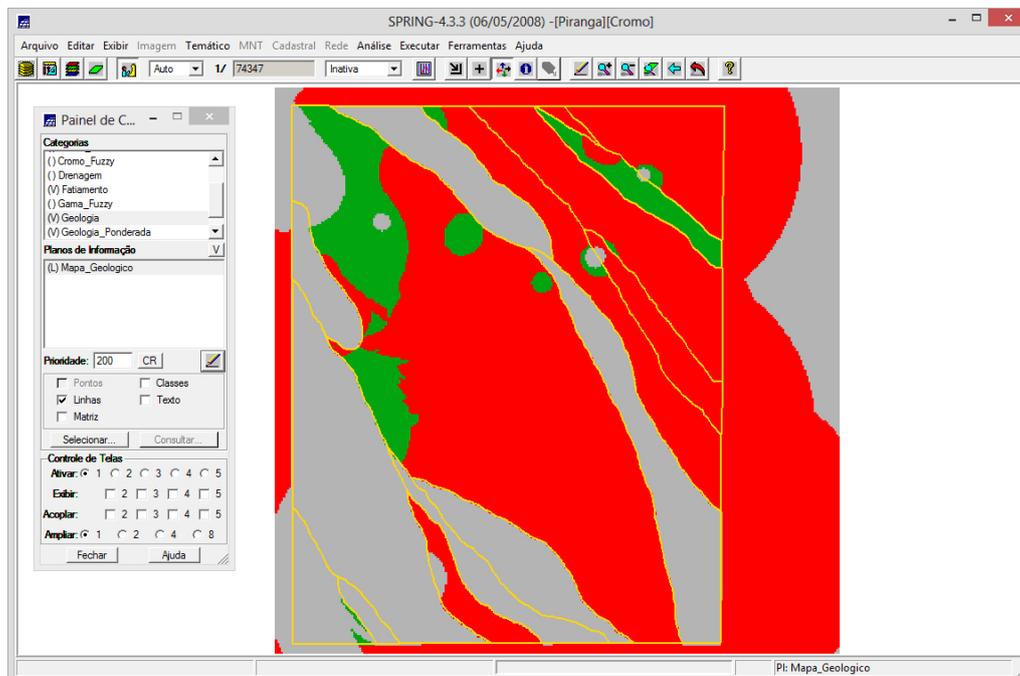


Figura 2.9 - Fatiamento no Geo-Campo Gama_Fuzzy.

2.9 Exercício 9. Realizar o Fatiamento no Geo-Campo Cromo_AHP.

Neste exercício é realizado o fatiamento no Geo-Campo Cromo_AHP na linguagem LEGAL no SPRING. Abaixo é mostrado o código utilizado para a geração do mapa exibido na Figura 2.10.

Código-Fonte 2.7 - LEGAL: Fatiamento no Geo-Campo Cromo_AHP.

```

1 {
2 //Declaracoes
3 Numerico num ("Cromo_AHP");
4 Tematico tem ("Fatiamento");
5 Tabela tab(Fatiamento);
6
7 //Instanciacoes
8 num = Recupere (Nome = "Cromo_AHP");
9 tab = Novo (CategoriaFim = "Fatiamento",
10 [0.0, 0.2] : "Background",

```

```

11 [0.2, 0.5] : "Baixo Potencial",
12 [0.5, 0.7] : "Medio Potencial",
13 [0.7, 1.0] : "Alto Potencial" );
14
15 tem = Novo (Nome = "FAT_Cromo_AHP", ResX=30, ResY=30, Escala=50000);
16
17 //Operacoes
18 tem = Fatie (num, tab);
19 }

```

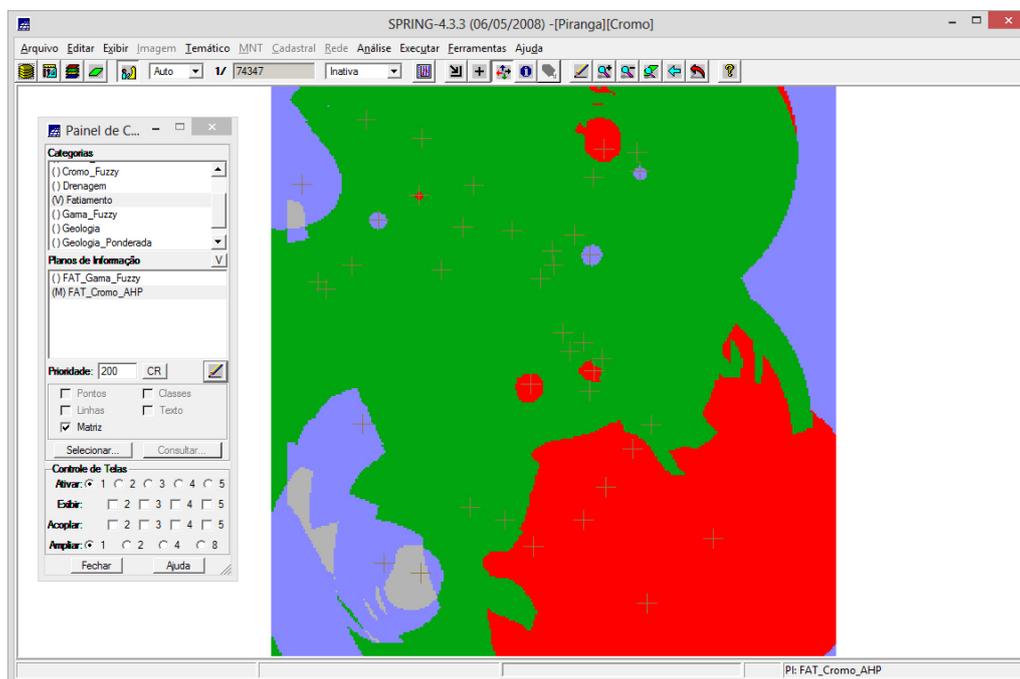


Figura 2.10 - Fatiamento no Geo-Campo Cromo_AHP.

2.10 Exercício 10. Etapa Final

Na Figura 2.11 é exibido o mapa geológico de Piranga, tal que são exibidos as potencialidades de Cromo.

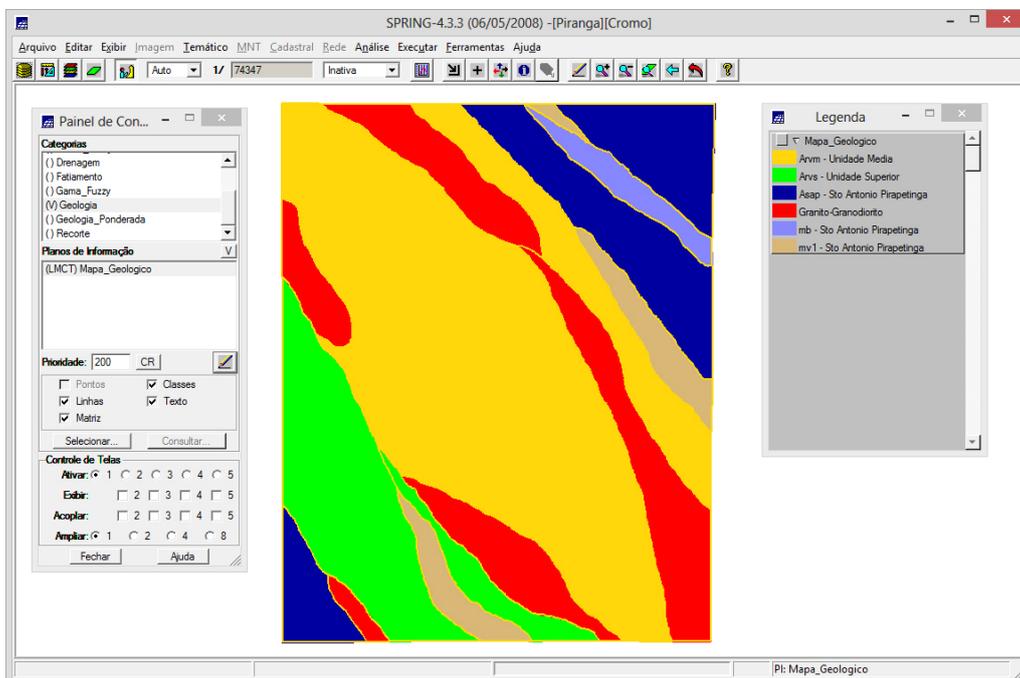


Figura 2.11 - Mapa de Potencialidade de Cromo gerados pelas técnicas de AHP e *Fuzzy Gama*.

3 Considerações finais

Observou-se algumas diferenças entre os mapas temáticos gerados pela técnica de *Fuzzy* e a AHP. Dentre elas pode-se citar que as classes de médio potencial foram mais concordantes. Entretanto, as de baixo e alto foram bastante diferentes entre si. A técnica por lógica *fuzzy* mostrou-se mais tolerante ao mapa geológico, enquanto a AHP mostrou efeitos maiores das grades interpoladas de Cromo e Cobalto.