



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

Introdução ao Geoprocessamento (SER-300)
Docentes responsáveis: Antônio Miguel Vieira Monteiro e Claudio Barbosa

Laboratório 4 – LEGAL pt.1

Alguns aspectos importantes da prospecção mineral de cromo usando técnicas de Geoprocessamento

Professor Responsável pelo Laboratório: João Pedro

Nariane Marselhe Ribeiro Bernardo

INPE
São José dos Campos
2016

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	3
2 DESENVOLVIMENTO.....	4
2.1 EXERCÍCIO 1 – EXERCÍCIO 1 – GERAÇÃO DE GRADE REGULAR PARA TEORES DE CROMO E DE COBALTO.....	5
2.2 EXERCÍCIO 2 – GERAÇÃO DE MAPA PONDERADO DE GEOLOGIA.....	6
2.3 EXERCÍCIO 3 – MAPEAMENTO DA GRADE DO PI TEORES DE CROMO COM A LÓGICA FUZZY.....	7
2.4 EXERCÍCIO 4 – MAPEAMENTO DA GRADE DO PI TEORES DE COBALTO COM A LÓGICA FUZZY.....	9
2.5 EXERCÍCIO 5 - CRUZAMENTO DOS PI's “CROMO_FUZZY” E “COBALFUZZY” POR MEIO DA FUNÇÃO FUZZY GAMA.....	10
2.6 EXERCÍCIO 6 – CRIAÇÃO DE PI CROMO_AHP UTILIZADO MÉTODO AHP.....	11
2.7 EXERCÍCIO 7 – FATIAMENTO NO GEO-CAMPO GAMA_FUZZY.....	12
2.8 EXERCÍCIO 8 – FATIAMENTO DO GEO-CAMPO DO PI CROMO_AHP.....	13
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	15

1 INTRODUÇÃO

A combinação de dados espaciais permite descrever e analisar áreas de prospecção mineral e auxiliar na tomada de decisões quando se trata da análise de áreas com maior potencialidade de ocorrência de dado mineral.

O objetivo do laboratório é selecionar áreas potenciais à prospecção de Cromo (Cr) a partir de duas técnicas de integração de dados espaciais: AHP (Analytica Hierachy Process) e lógica nebulosa (Fuzzy). Os dados utilizados foram obtidos em campanhas de campo realizadas na região de pinheiros altos, município de Piranga em Minas Gerais, para o período de Abril a Julho de 1996, numa área de 51,33 km².

2 DESENVOLVIMENTO

O fluxo de trabalho desse laboratório está explícito na Figura 1.

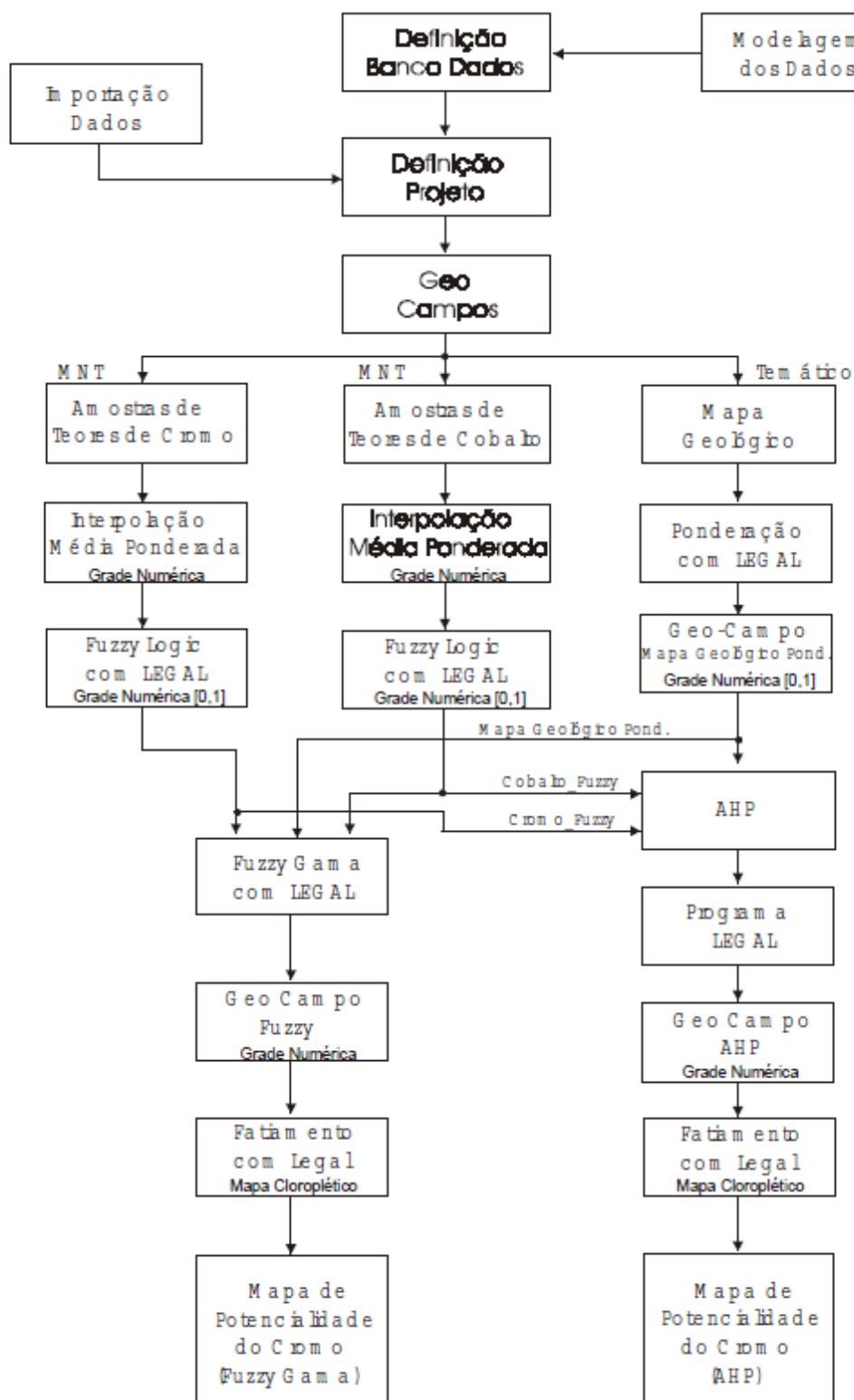


Figura 1. Fluxograma de trabalho do Laboratório 4.

2.1 EXERCÍCIO 1 – GERAÇÃO DE GRADE REGULAR PARA TEORES DE CROMO E DE COBALTO

Para desenvolvimento da proposta inicialmente os teores de Cromo e Cobalto amostrados foram interpolados para geração de grade regular. O resultado, disposto na Figura 2 e 3, mostram a grade interpolada para as amostras de Cromo e Cobalto, respectivamente, utilizando o interpolador média ponderada. A resolução adotada da grade foi de 30m x 30m, outras configurações foram raio de interpolação de 2400 metros (arbitrário) e grau de interpolação 2.

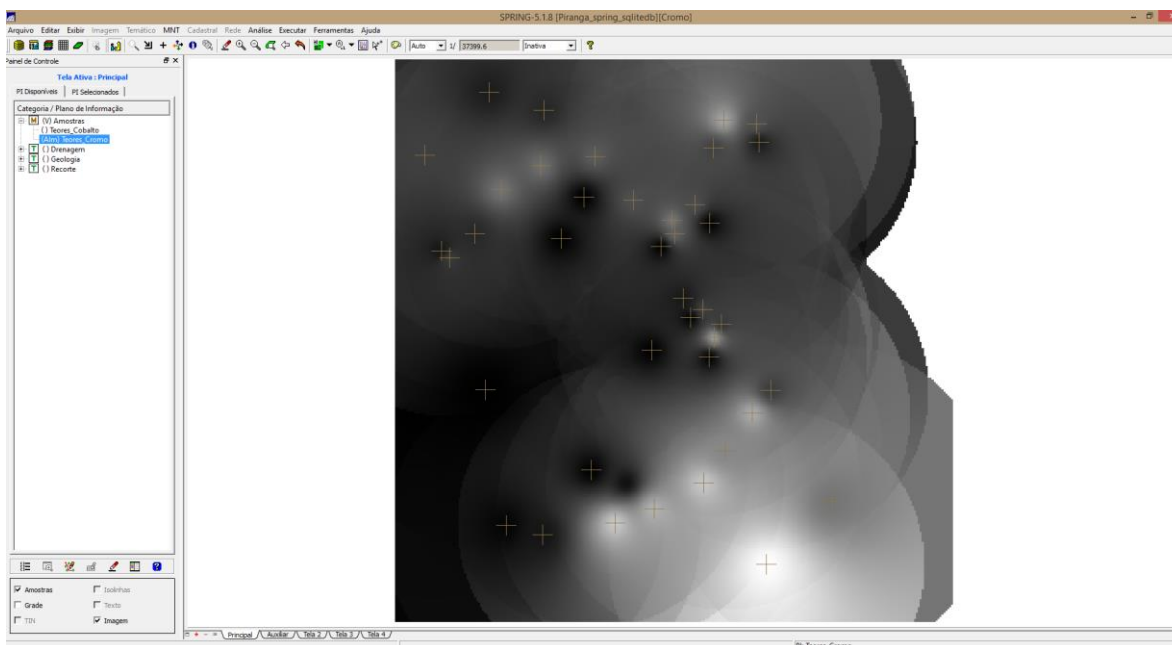


Figura 2. Grade regular de Cromo no município de Piranga, destaque para as amostras.

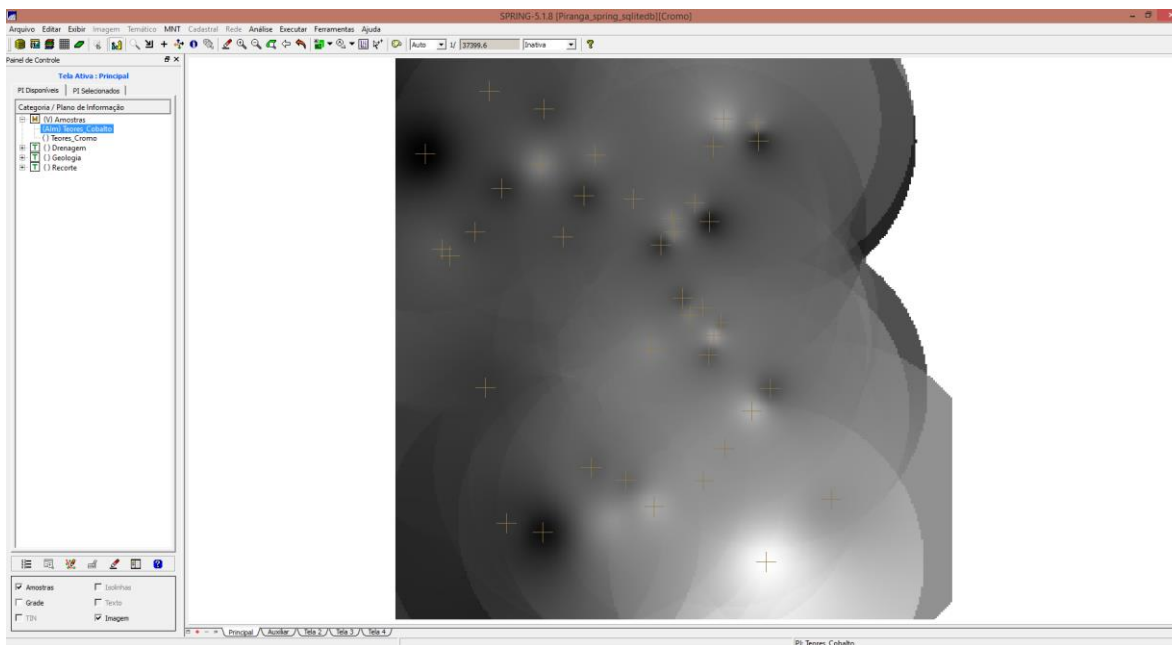


Figura 3. Grade regular de Cobalto no município de Piranga, destaque para as amostras.

2.2 EXERCÍCIO 2 – GERAÇÃO DE MAPA PONDERADO DE GEOLOGIA

A ponderação tem como função transformar dados temáticos em dados numéricos, dando pesos às classes. Na Figura 4 temos um programa em Legal que realiza esse procedimento de ponderação sobre o mapa de geologia já inserido no banco de dados. Pode-se perceber a faixa de variação da ponderação dos diferentes solos.

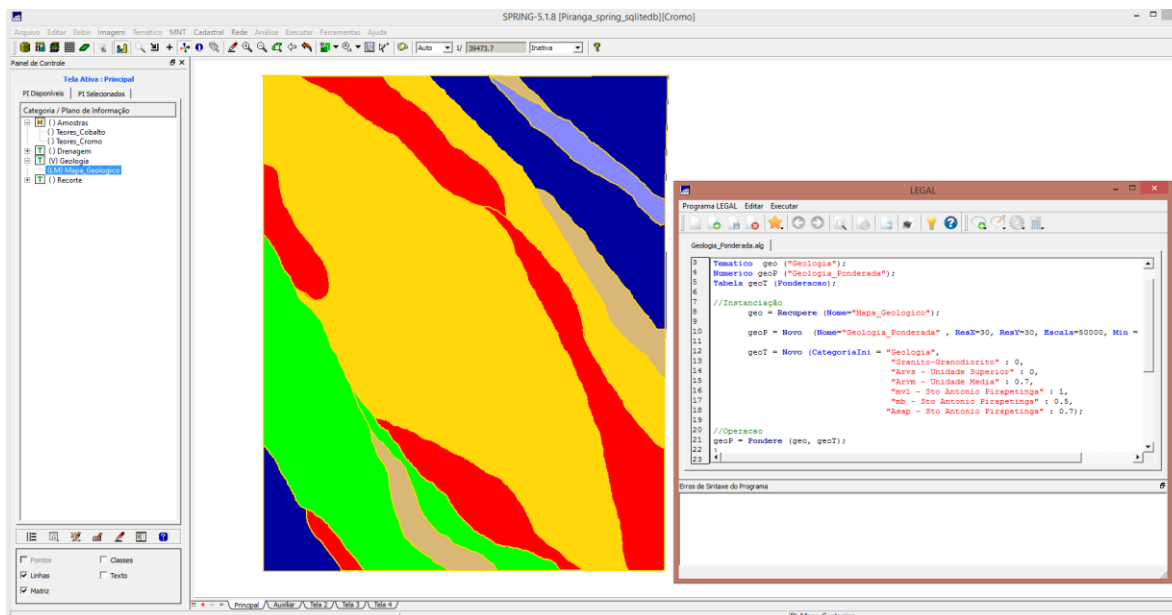


Figura 4. Mapa geológico temático e programa Legal utilizado para a ponderação das classes.

O resultado é a criação de um novo PI numérico (Geologia_Ponderada) cuja visualização está disposta na Figura 5. Nesse novo dado temático, as classes assumiram os valores estabelecidos no programa Legal.

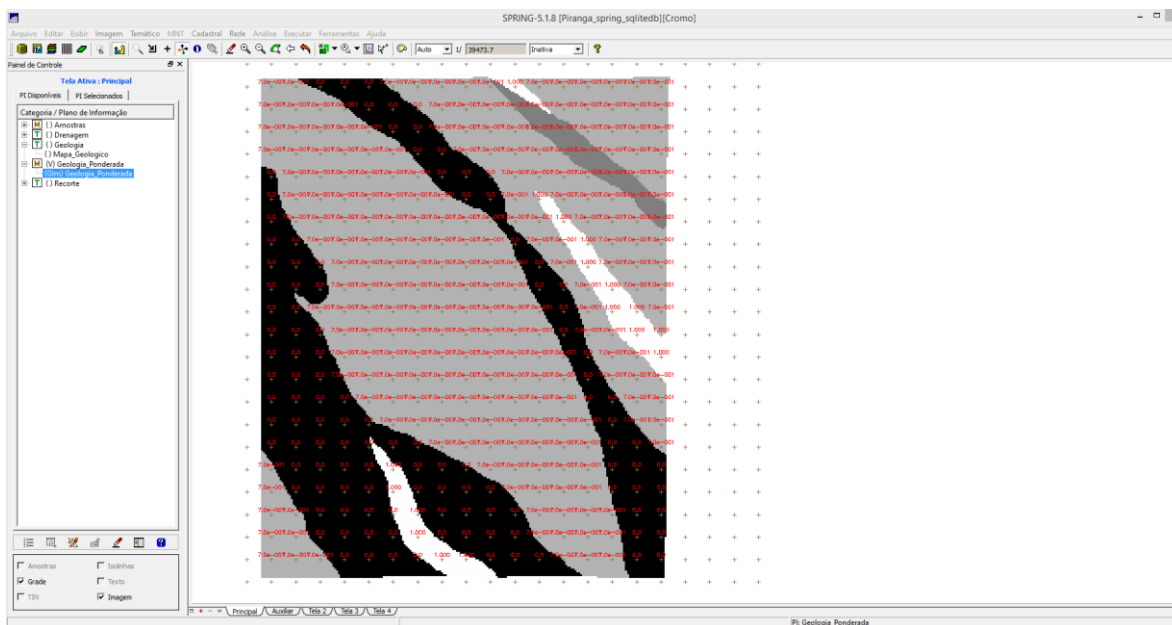


Figura 5. Resultado da ponderação – mapa numérico de Geologia.

2.3 EXERCÍCIO 3 – MAPEAMENTO DA GRADE DO PI TEORES DE CROMO COM A LÓGICA FUZZY.

Os teores de cromo foram mapeados para a lógica nebulosa por meio do algoritmo Legal (Figura 6). O resultado cria um PI “cromo_fuzzy” a partir da lógica nebulosa (Figura 7).

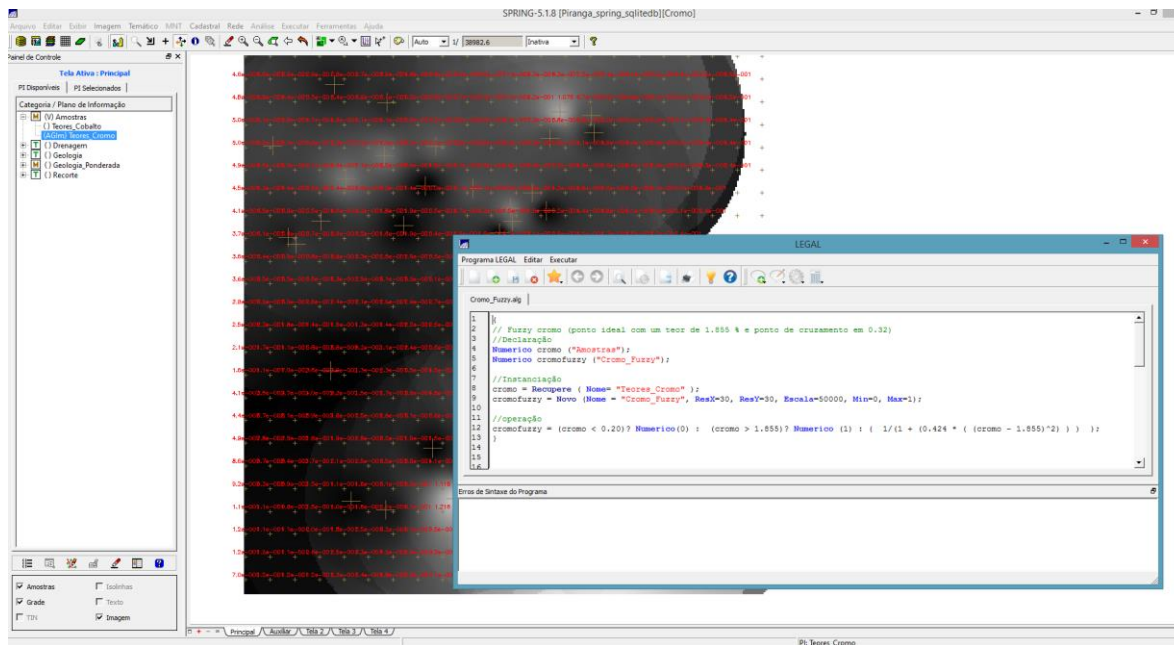


Figura 6. Geração do PI cromo_fuzzy pela lógica nebulosa.

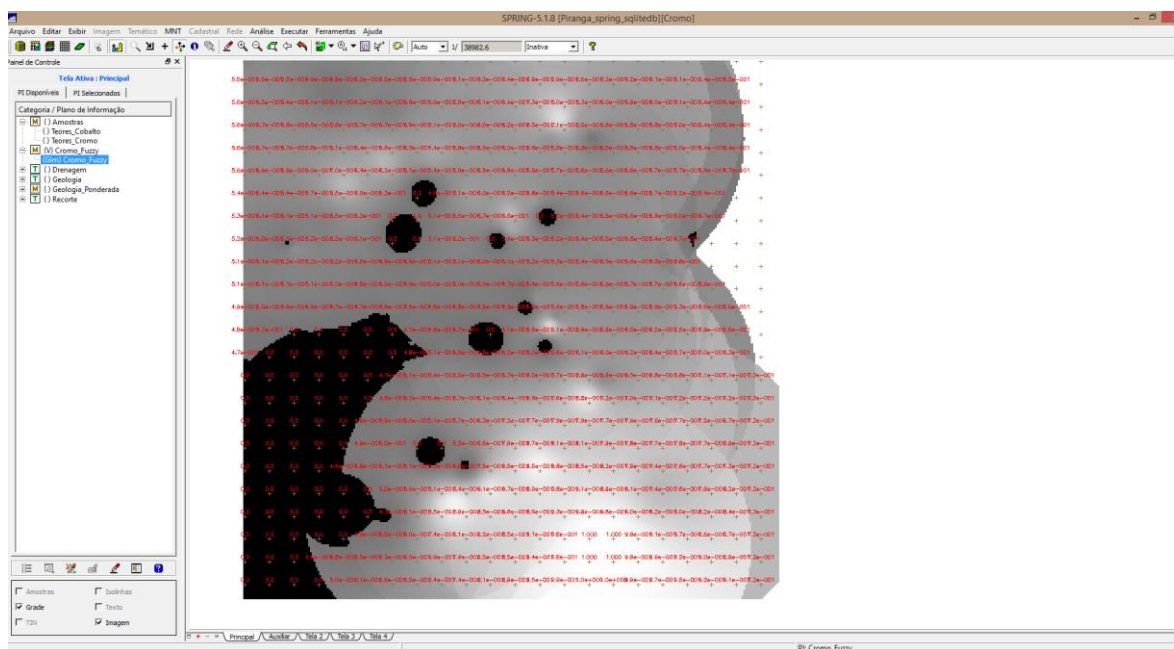


Figura 7. Mapeamento do teor de Cromo utilizando a Lógica Fuzzy.

2.4 EXERCÍCIO 4 – MAPEAMENTO DA GRADE DO PI TEORES DE COBALTO COM A LÓGICA FUZZY.

O algoritmo para a geração da grade retangular com base no mapa de Cobalto utilizando a lógica nebulosa se encontra na Figura 8. O resultado se encontra na Figura 9.

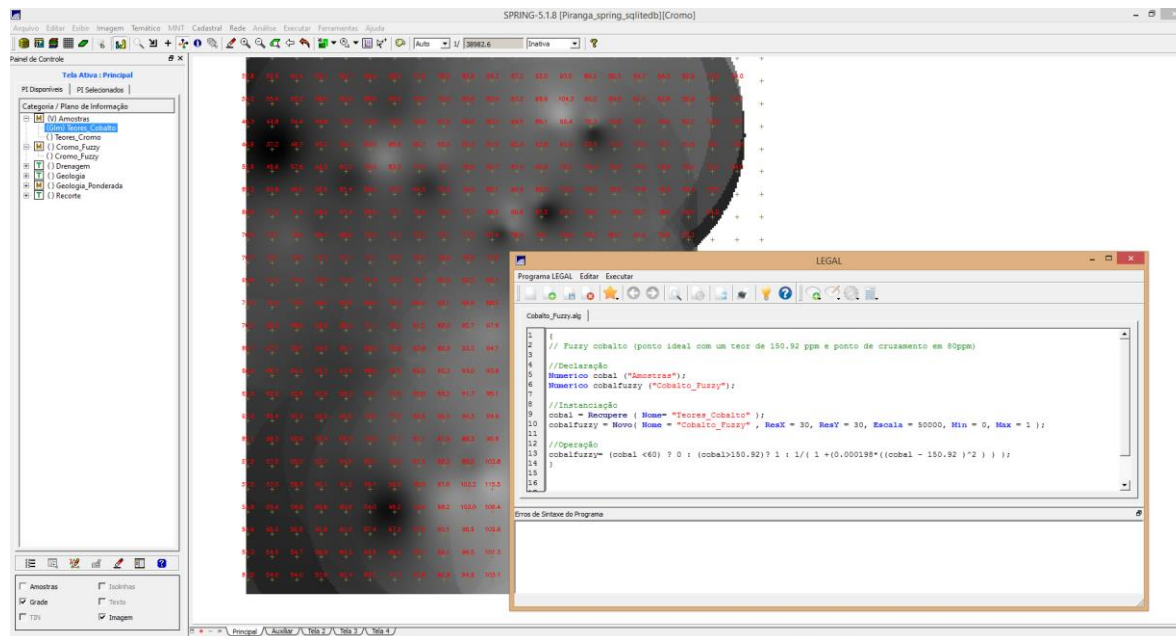


Figura 8. Geração do PI cobalfuzzy pela lógica nebulosa.

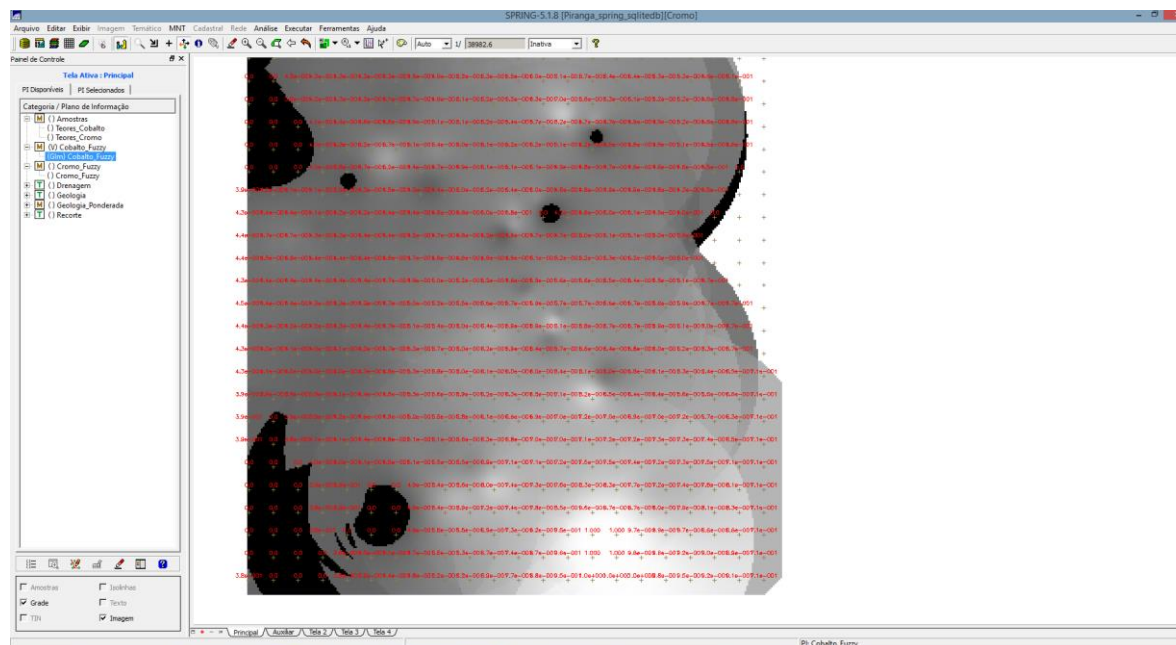


Figura 9. Mapeamento do teor de Cobalto utilizando a Lógica Fuzzy.

2.5 EXERCÍCIO 5 – CRUZAMENTO DOS PI'S “CROMO_FUZZY” E “COBALFUZZY” POR MEIO DA FUNÇÃO FUZZY GAMA

O programa Fuzzy Gama utilizado para cruzar os PIs de Cobalto e Cromo gerados pela lógica Fuzzy se encontra na Figura 10. Os resultados são apresentados na Figura 11.

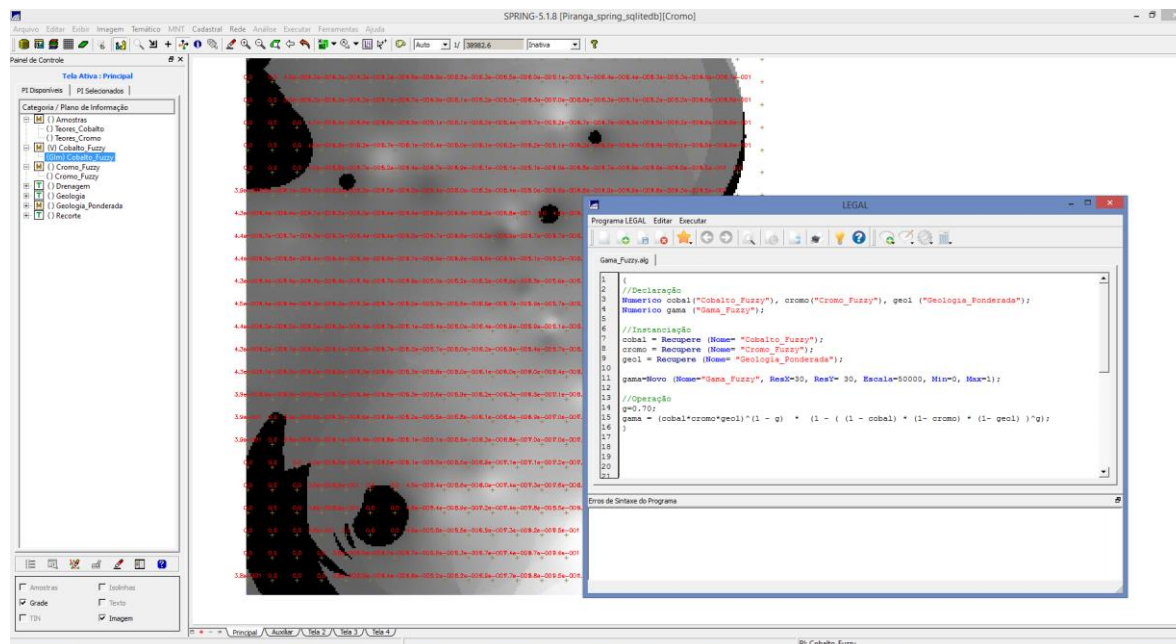


Figura 10. Algoritmo de cruzamento de dados de Cromo e Cobalto por meio da aplicação Fuzzy Gama.

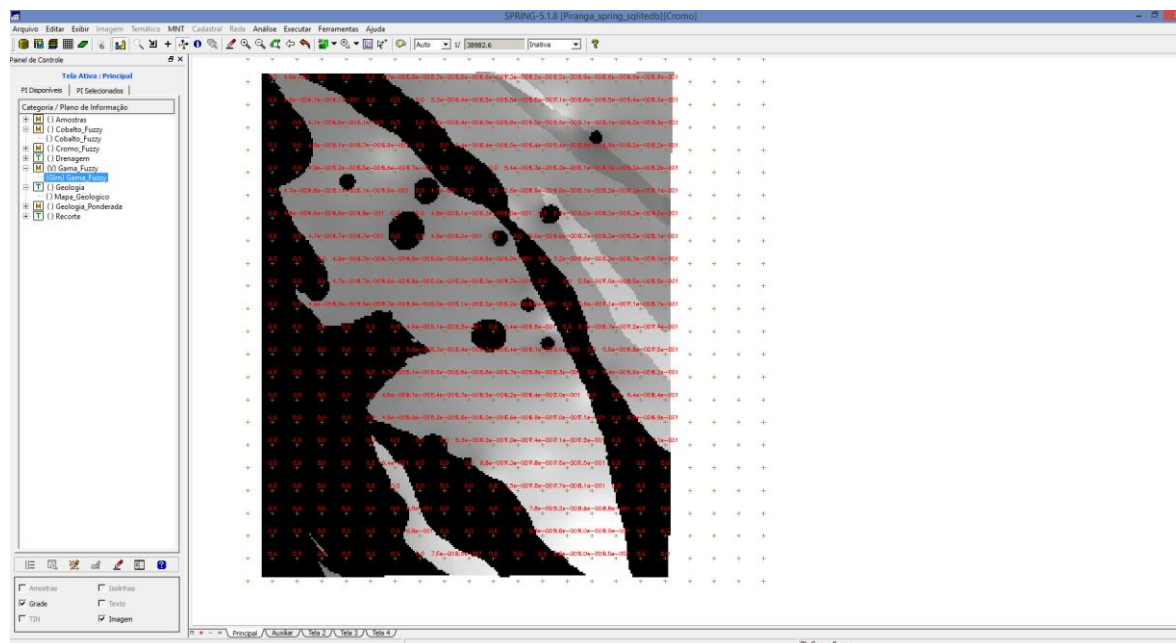


Figura 11. Mapa de cruzamento dos PIs de Cromo e Cobalto resultante da análise Fuzzy Gama.

2.6 EXERCÍCIO 6 – CRIAÇÃO DE PI CROMO_AHP UTILIZADO MÉTODO AHP

A definição dos pesos foi realizada conforme as informações repassadas. O valor de consistência avalia o grau de consistência dos pesos atribuídos na comparação pareada. Nesse caso, o valor de consistência deve ser próximo à 0.10 para ser aceitável. A comparação pareada realizada resultou em um valor de 0,081, como pode ser visualizado na Figura 12.

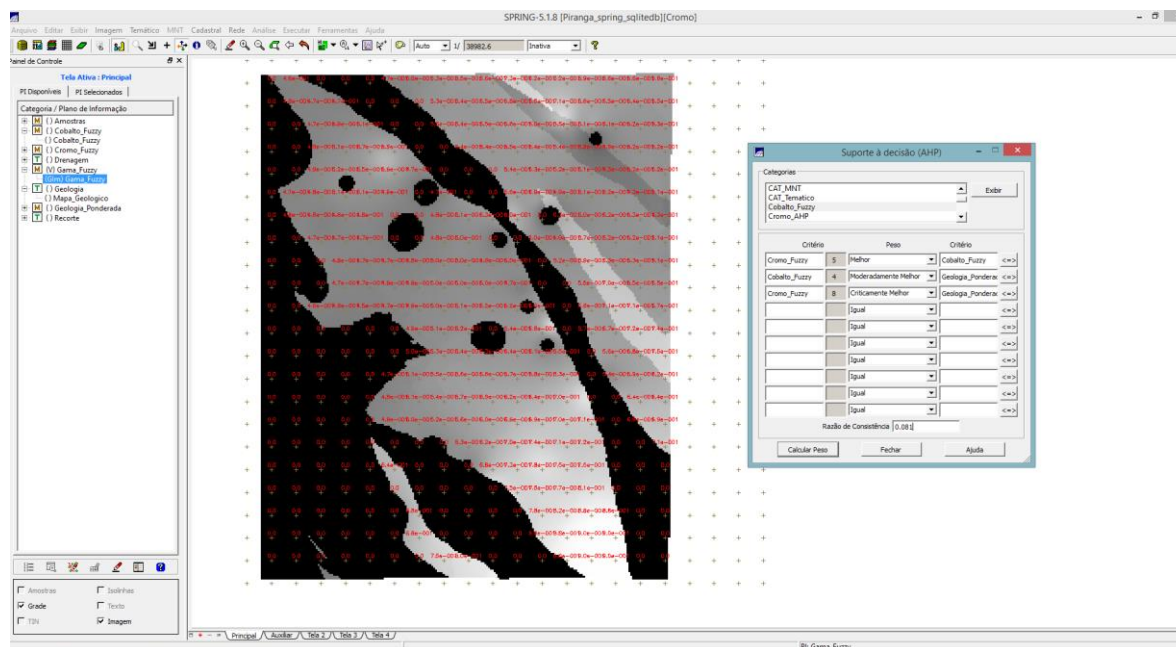
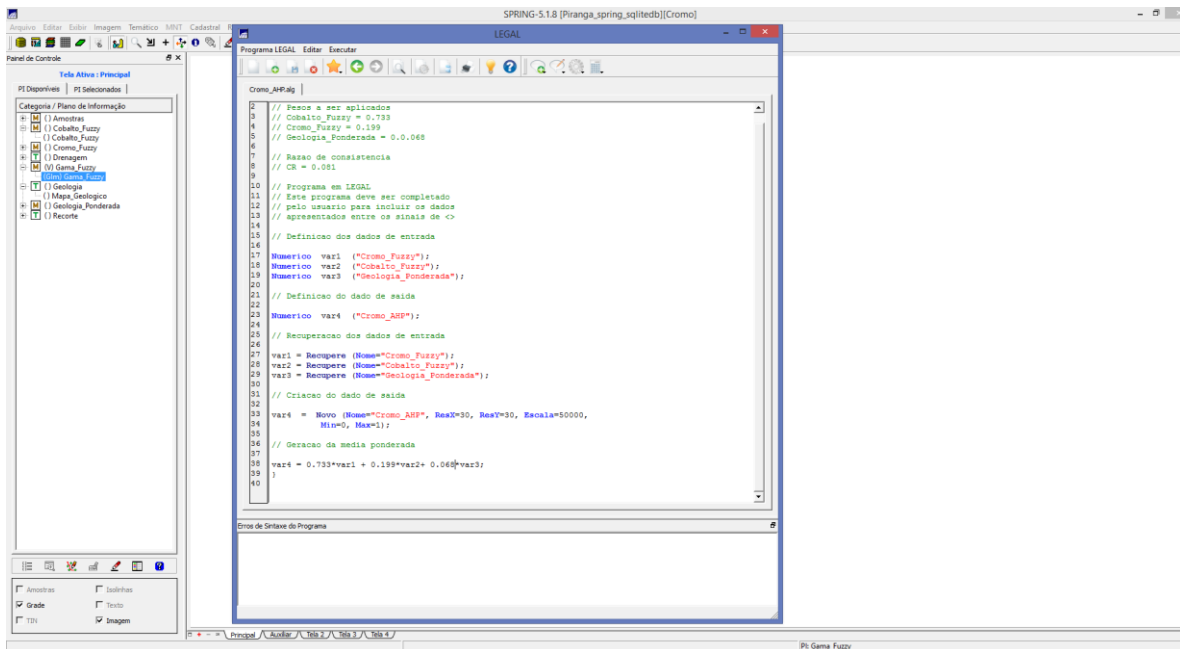


Figura 12. Configuração dos pesos atribuídos na comparação pareada.

O resultado calcula os pesos e salva as informações em um algoritmo do programa LEGAL (Figura 13). O método AHP é uma função de média ponderada e portanto, os valores gerados ficam entre 0 e 1. A criação do PI Cromo_AHP (Figura 14) foi resultado do programa LEGAL e da sua compilação.



```

Cromo_AHP.lg
1 // Passo a ser aplicado
2 // Cobalto_Fuzzy = 0.733
3 // Cromo_Fuzzy = 0.199
4 // Geologia_Ponderada = 0.0.068
5
6
7 // Base de consistencia
8 // CS = 0.981
9
10 // Programa em LEGAL
11 // Este programa deve ser completado
12 // pelo usuario para incluir os dados
13 // apresentados entre os sinais de <->
14
15 // Definicao dos dados de entrada
16
17 Numerico vari1 ("Cromo_Fuzzy");
18 Numerico vari2 ("Cobalto_Fuzzy");
19 Numerico vari3 ("Geologia_Ponderada");
20
21 // Definicao do dado de saida
22
23 Numerico vari4 ("Cromo_AHP");
24
25 // Recuperacao dos dados de entrada
26
27 vari = Recupere (Nome="Cromo_Fuzzy");
28 vari2 = Recupere (Nome="Cobalto_Fuzzy");
29 vari3 = Recupere (Nome="Geologia_Ponderada");
30
31 // Criacao do dado de saida
32
33 vari4 = Novo (Nome="Cromo_AHP", ResX=30, ResY=30, Escala=50000,
34             W=100, H=100);
35
36 // Geracao da media ponderada
37
38 vari4 = 0.733*vari + 0.199*vari2 + 0.068*vari3;
39
40

```

Figura 13. Complemento do algoritmo AHP.

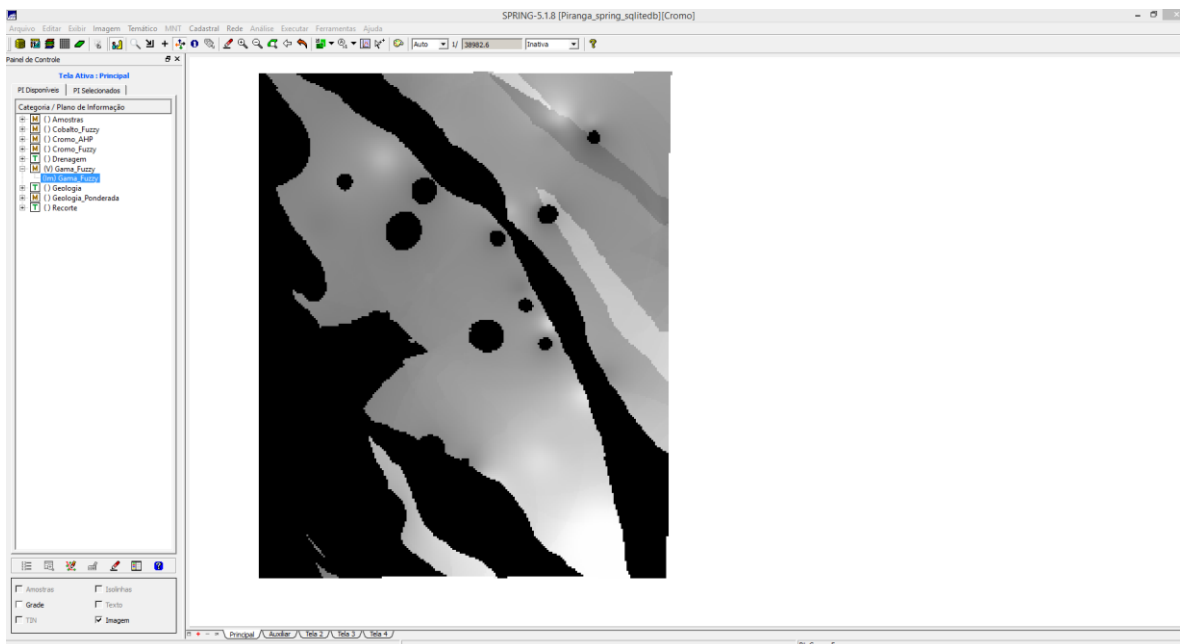


Figura 14. Mapa gerado por meio do suporte à decisão AHP.

2.7 EXERCÍCIO 7 – FATIAMENTO NO GEO-CAMPO GAMA_FUZZY

O fatiamento por meio do uso do LEGAL gerou um mapa temático a partir do resultado do cruzamento de dados teor de cobalto e cromo feito pela lógica Fuzzy. O resultado permitiu encontrar as áreas de alto, médio, baixo potencial, além de um background, como visualizado na Figura 15.

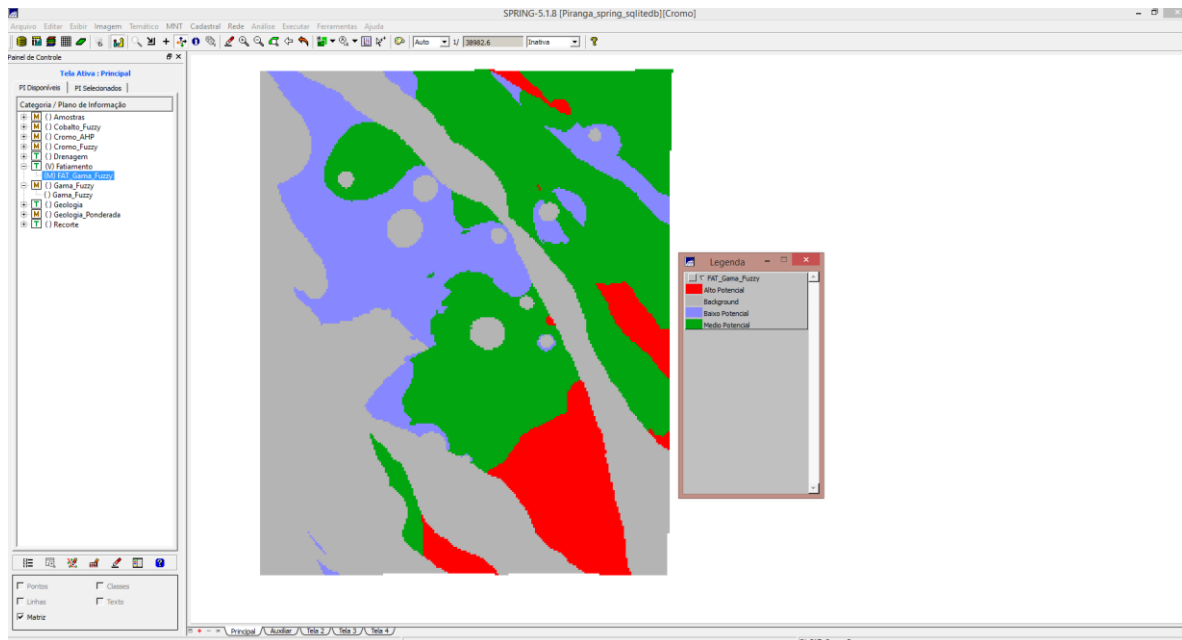


Figura 15. Fatiamento do PI gerado com a lógica fuzzy gama.

2.8 EXERCÍCIO 8 – FATIAMENTO DO GEO-CAMPO DO PI CROMO_AHP

O resultado da aplicação do suporte à decisão AHP gerou um mapa, o qual foi submetido ao fatiamento (Figura 16).

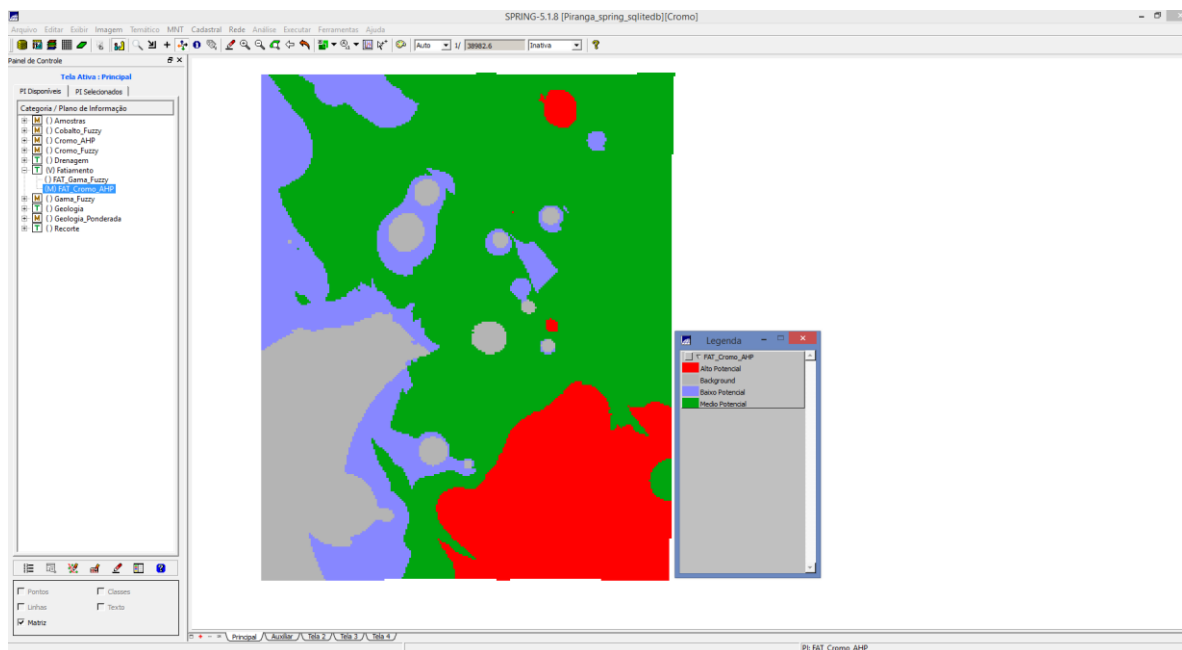


Figura 16. Resultado do fatiamento aplicado ao PI Cromo_AHP.

Foram gerados dois mapas para apresentação da potencialidade de Cromo – pela técnica AHP e pela técnica Fuzzy Gama. Os resultados estão apresentados na Figura 17.

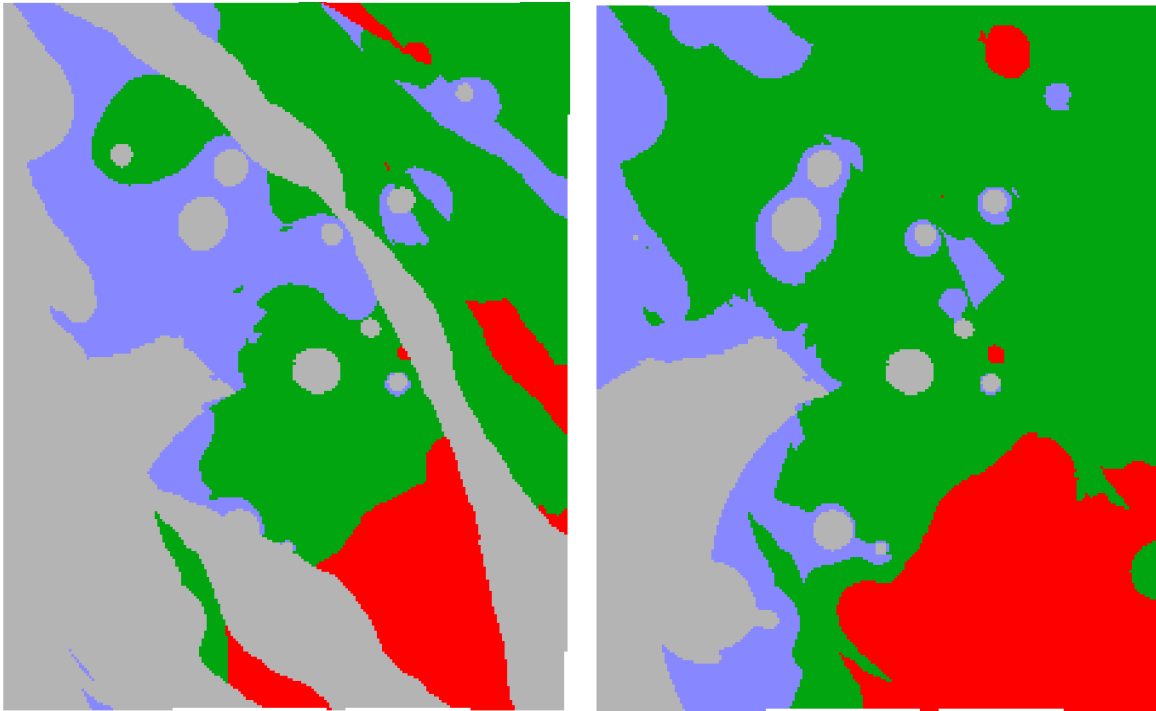


Figura 17. Resultado do fatiamento aplicado ao PI Gamma_Fuzzy (à esquerda) e ao PI Cromo_AHP (à direita), onde áreas em vermelho apresentam Alto Potencial, áreas em azul apresentam Baixo Potencial e Áreas em verde áreas de Médio Potencial. Áreas cinzas são backgrounds.

Os métodos de cruzamento de dados, média ponderada com determinação dos pesos via AHP e lógica booleana, resultaram em áreas de prospecção de Cromo diferentes. É nítida a diferença entre os métodos ao observar a Figura 17. Além disso, a técnica fuzzy se tornou mais relacionada ao mapa geológico, já a ponderação via AHP teve grande influência das grades de interpolação que as originaram.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cruzamento de dados permite que dados existentes sejam inclusos em novos contextos e, ao serem manipulados, resultem em novas informações. Nesse exercício foi possível avaliar a influência das técnicas fuzzy gama e de suporte à decisão (AHP) quanto às superfícies de existência de cromo.

É importante salientar que o cruzamento de informações não deve ser feito de forma aleatória- o analista deve ter conhecimento sobre as informações de entrada (planos de informação) e qual a relação entre as evidências e suas contribuições para o fenômeno de interesse, ou seja, entender como as evidências poderão responder ao problema inicial.