



Ministério da  
Ciência, Tecnologia  
e Inovação



---

## Introdução ao Geoprocessamento

---

### **Laboratório N° 4: Análise espacial de dados geográficos – Módulo LEGAL**

#### **INTRODUÇÃO**

Os modelos baseados em lógica fuzzy permitem uma modelagem mais representativa do gradiente de transição dos fenômenos naturais, pois não colocam bordas rígidas, mas modelam as incertezas (Burrough e McDonell, 1998). Cada variável também possui diferentes graus de influência sob o parâmetro estimado. O AHP (Processo Analítico Hierárquico) é um método de análise multi-critério que permite a interação do pesquisador na combinação de conhecimentos empíricos e teóricos para a definição dos pesos de cada variável (Saaty, 1980; Saaty, 2008). A combinação das técnicas fuzzy e AHP permite uma modelagem que também considera intervalos de incertezas inerentes à determinação dos pesos no processo AHP (Vahidnia *et al.*, 2008).

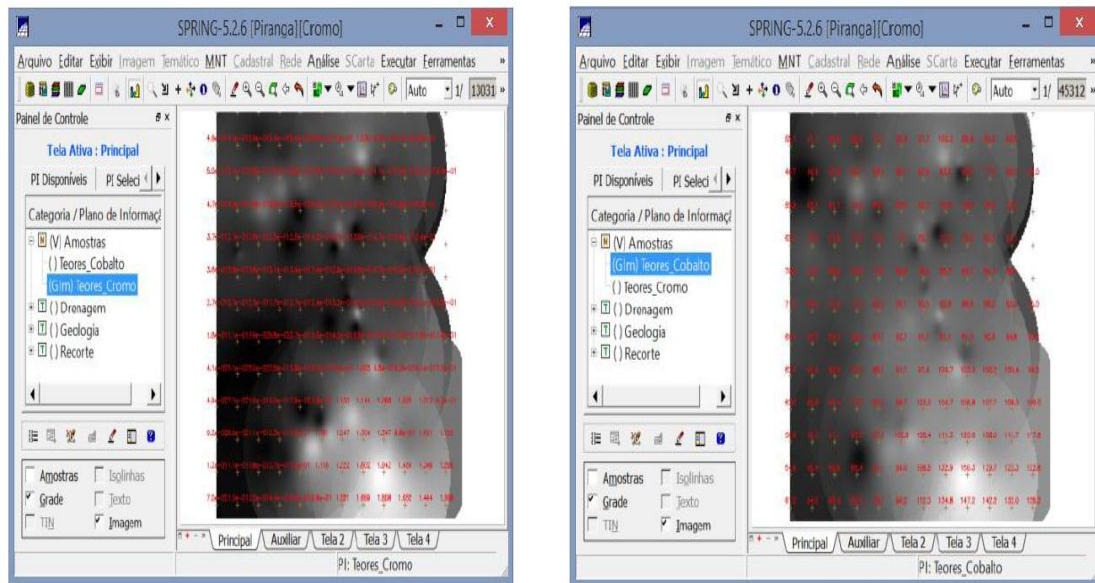
O objetivo do laboratório é elaborar e implementar duas bases de dados de análise espacial através da linguagem LEGAL. As bases de dados objetivam a identificação de potenciais à prospecção de Cromo, a partir do método AHP e y Lógica Fuzzi, e a verificação da correlação entre valores de números digitais e volume de madeira.

#### **MATERIAIS E MÉTODOS**

Usou se uma base de dados referentes à região de Pinheiros Altos, Município de Piranga –MG. O software SPRING foi utilizado na análise dos dados.

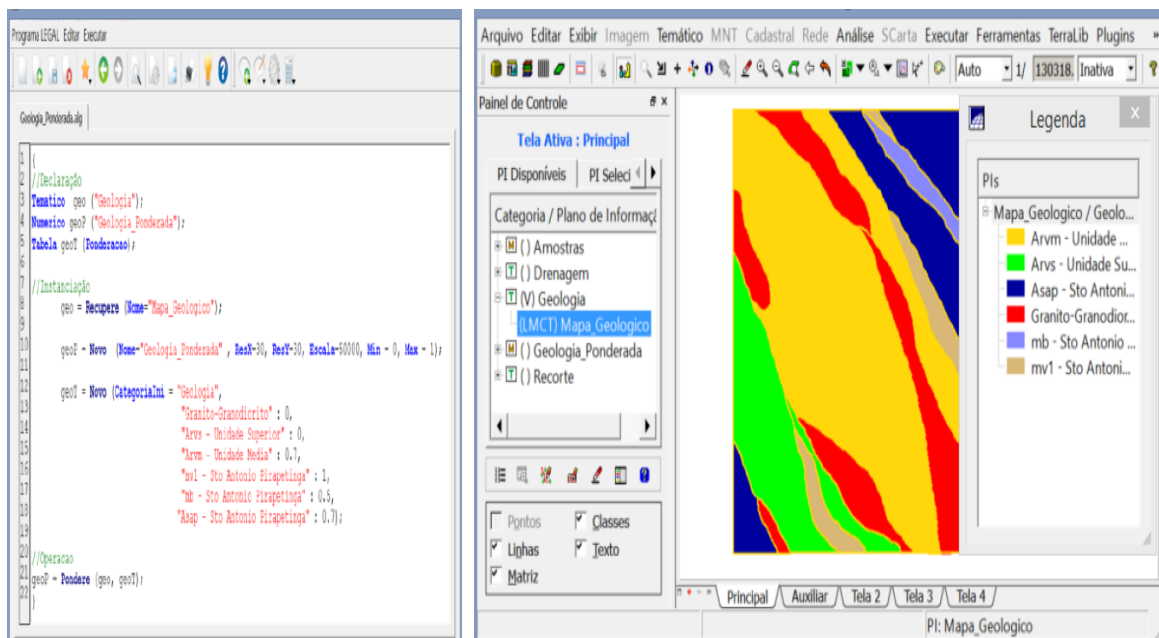
## RESULTADOS

Foi gerada uma grade regular para o PI: Teores\_Cromo e PI: Teores\_Cobalto



Posteriormente, foi gerado o Mapa Ponderado da Geologia utilizando um programa

LEGAL.



## Modelagem Fuzzy

Na modelagem fuzzy os valores discretos são convertidos numa escala de 0 a 1, que gera intervalos de incerteza e suaviza os gradientes de transição característicos dos fenômenos naturais. Existem diversos tipos de funções fuzzy, mas os mais utilizados são o linear, gaussiano e senoidal. Os parâmetros das funções que determinam os modelos vão depender da distribuição das amostras e do conhecimento do pesquisador a respeito dos valores limites para inferência da variável (Burrough e McDonell, 1998).

Os valores mínimos e máximos de possível influência sob a CEU foram analisados por diagramas de dispersão. O valor médio correspondente à  $z$  (0,5) e o tipo de função foram determinados pela análise de gráficos de distribuição das variáveis. A função que melhor se ajustou em todas as variáveis foi a senoidal, descrita pela seguinte equação:

$$f(z) = \frac{1}{1 + (\alpha(z - \beta)^2)}.$$

onde,  $z$  é o valor referente à medida da variável,  $\beta$  é o valor máximo estipulado para a função e  $\alpha$  é o parâmetro que determina a forma da função, sendo descrito pela equação:

$$\alpha = \frac{1}{(z_{(0.5)} - \beta)^2}.$$

Por meio de um programa em LEGALM conseguiu-se mapear a grade “Teores\_Cromo” e “Teores\_Cobalto” utilizando a Lógica Fuzzy

```

Programa LEGAL: Editor Escrita

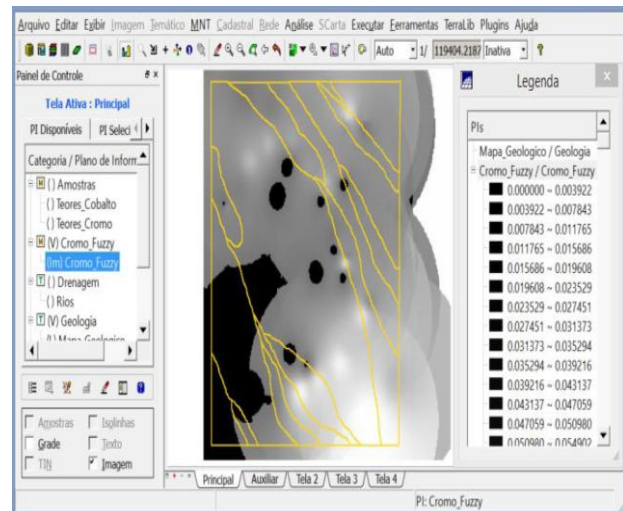
Cromo_Fuzzy

// Fuzzy cromo (ponto ideal com um teor de 1.155 % e ponto de cruzamento em 0,20)
//Declaração
Numerico cromo ("Amostras");
Numerico cromofuzzy ("Cromo_Fuzzy");

//Instanciação
cromo = Recupere ( Nome= "Teores_Cromo" );
cromofuzzy = Novo ( Nome = "Cromo_Fuzzy", ResX=30, ResY=30, Escala=50000, Min=0, Max=1 );

//Operação
cromofuzzy = (cromo < 0,20) ? Numerico(0) : (cromo > 1,855) ? Numerico(1) : ( 1/(1 + ((cromo - 1,155)^2) ) );

```



```

Programa LEGAL: Editor Escrita

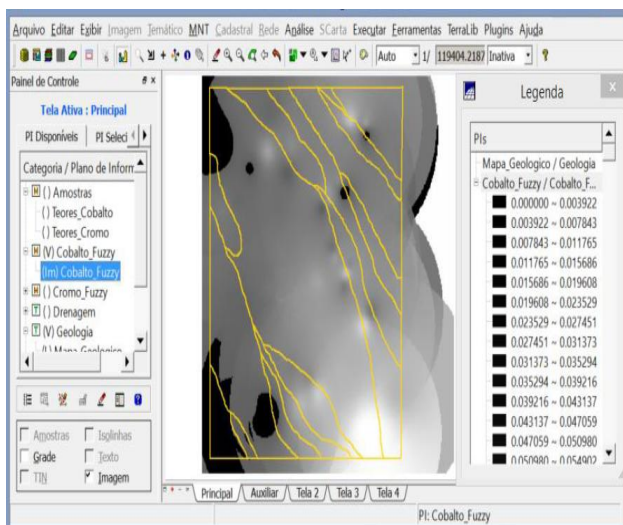
Cobalto_Fuzzy

// Fuzzy cobalto (ponto ideal com um teor de 150.92 ppm e ponto de cruzamento em 0,0pm)
//Declaração
Numerico cobal ("Amostras");
Numerico cobalfuzzy ("Cobalto_Fuzzy");

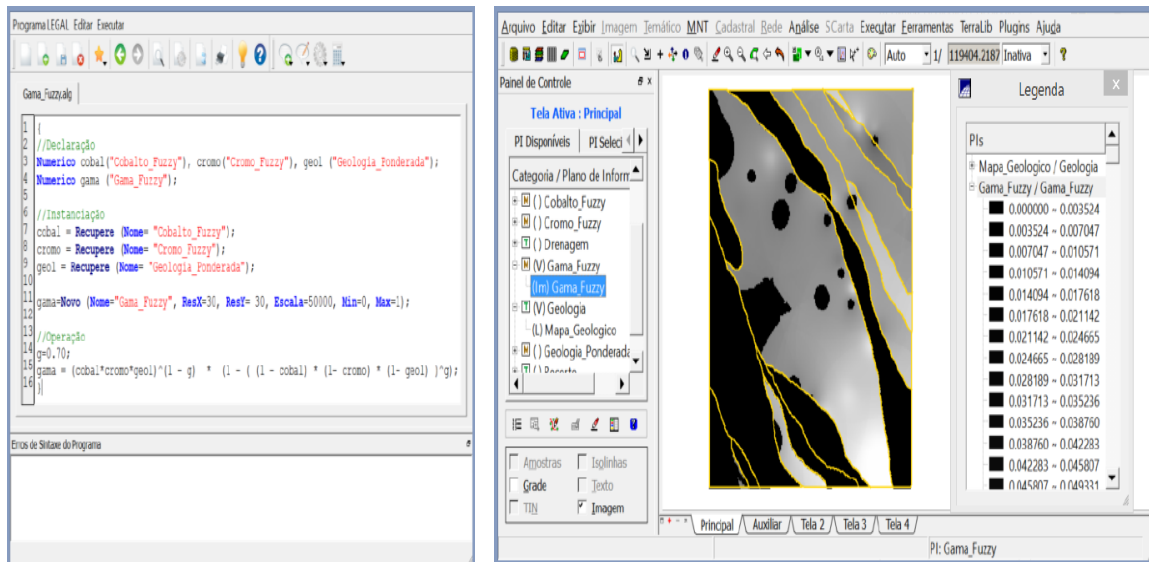
//Instanciação
cobal = Recupere ( Nome= "Teores_Cobalto" );
cobalfuzzy = Novo ( Nome = "Cobalto_Fuzzy", ResX= 30, ResY= 30, Escala = 50000, Min = 0, Max = 1 );

//Operação
cobalfuzzy = (cobal < 60) ? 0 : (cobal > 150.92) ? 1 : 1/( 1 + (0.000198*((cobal - 150.92)^2) ) );

```



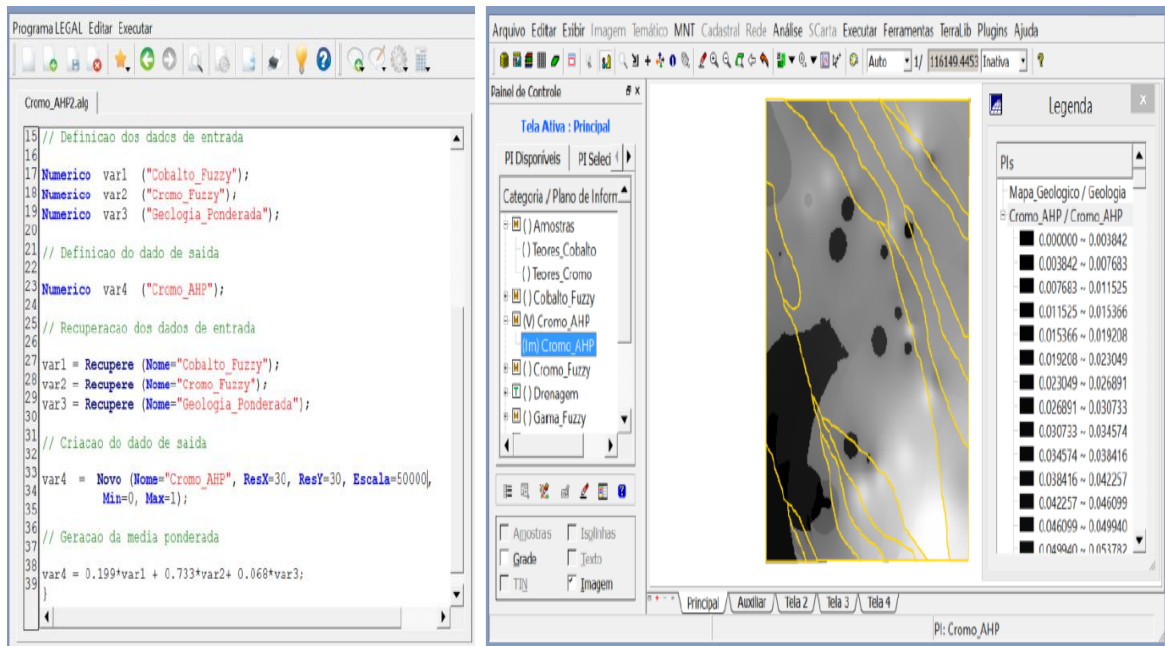
Utilizando a função Fuzzy Gama, foram cruzados os Cromo\_Fuzzy e Cobalto\_Fuzzy, obtidos anteriormente.



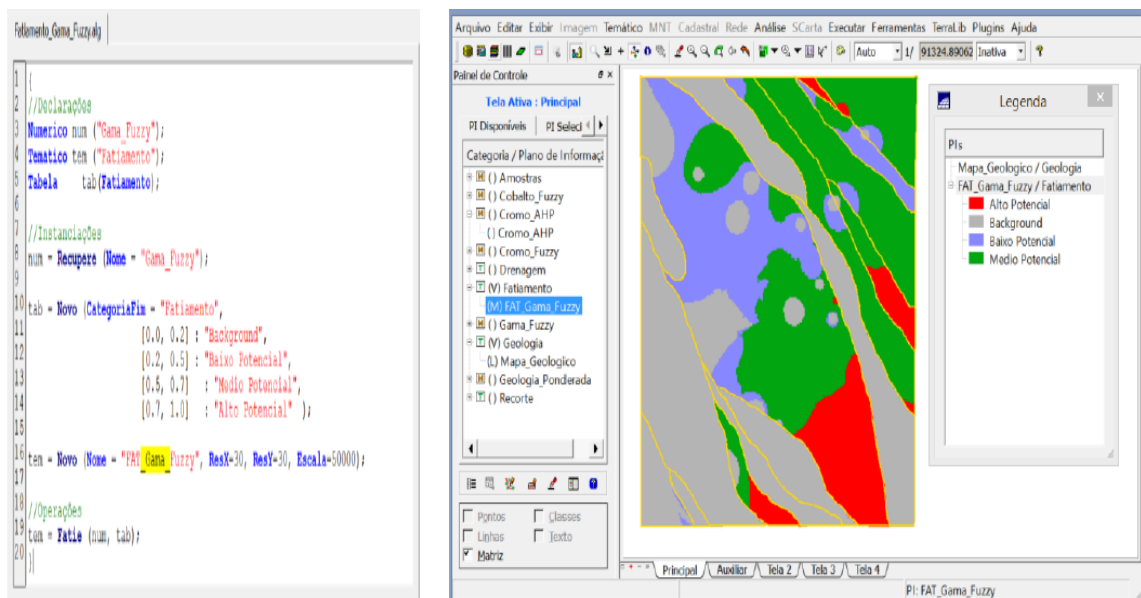
## Processo Analítico Hierárquico

O AHP é uma técnica de análise multi-critério que possibilita integrar diferentes informações atribuindo a estas importâncias relativas para inferir num determinado problema. Os níveis de informação são comparados dois a dois e a importância relativa é definida pelo usuário de acordo com critérios por ele mesmo estabelecidos, com base no conhecimento do problema. Nesta comparação hierárquica, os pesos vão ser definidos de acordo com o nível de importância de cada variável na determinação do nível mais alto que é o problema em questão (Saaty, 1980; Saaty, 2008). A consistência dos pesos é avaliada por um índice de Razão de Consistência (RC), que mede a probabilidade da matriz de comparação ser aleatória.

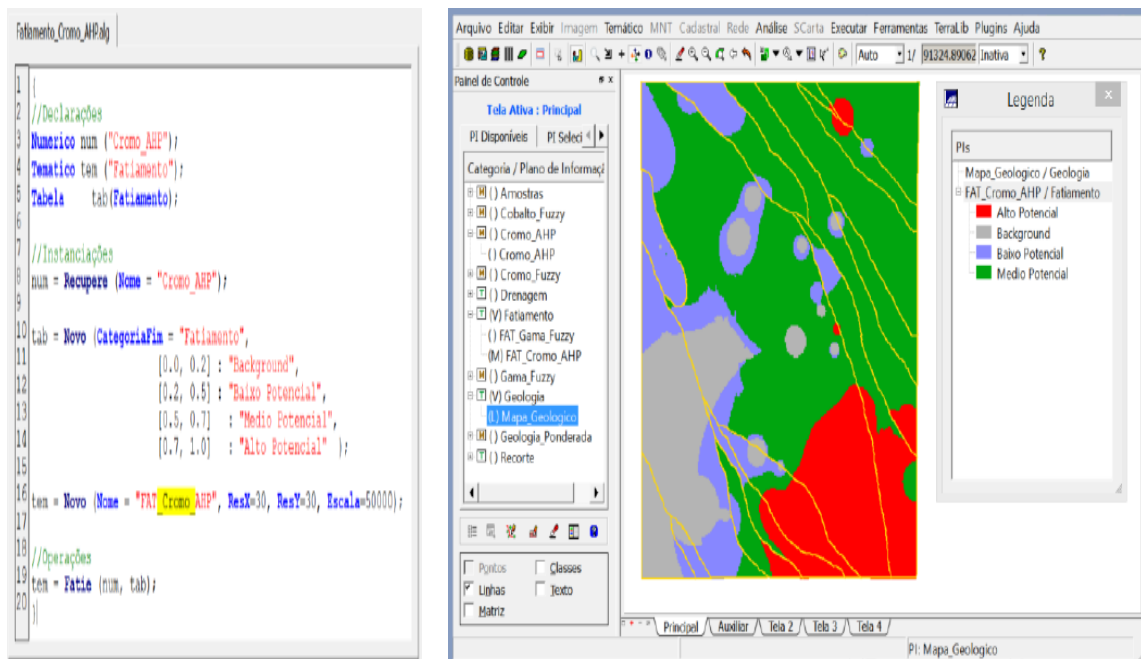
Criou-se o PI Cromo\_AHP utilizando a técnica de suporte à decisão AHP (Processo Analítico Hierárquico) num programa LEGAL



Realizou-se o fatiamento no Geo-Campo Gama\_Fuzzy e Cromo\_AHP, utilizando um programa LEGAL







Observando as imagens pode-se observar que na Lógica Fuzzy o resultado foi bastante distinto do obtido pela AHP.

## Conclusões

No presente trabalho foram aplicadas diferentes técnicas de geoprocessamento para a modelagem.

Em relação ao mapa geológico (linhas em amarelo), a técnica de Lógica Fuzzy apresentou um comportamento mais aproximado do mapa, se comparado com a técnica de AHP.

As ferramentas de geoprocessamento apresentaram grande potencial para o desenvolvimento deste tema de pesquisa, com possibilidade de aprimoramento dos modelos propostos, assim como a elaboração de novos.