



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

USO DE OPERADOR *Fuzzy* PARA CRIAÇÃO DE CENÁRIOS DE DEGRADAÇÃO FLORESTAL EM MATO GROSSO

Vinicius do Prado Capenama¹

vinicius.capanema@inpe.br

Junho de 2015

INTRODUÇÃO

- Processo de ocupação da Amazônia:
 - Degradação por exploração seletiva;
 - Desmatamento (pecuária e agricultura)
 - Etapas:.

PROCESSO DE OCUPAÇÃO DA AMAZÔNIA EM MT:

Exploração seletiva predatória



PROCESSO DE OCUPAÇÃO DA AMAZÔNIA EM MT:

Degradação por fogo



PROCESSO DE OCUPAÇÃO DA AMAZÔNIA EM MT:

Pecuária



PROCESSO DE OCUPAÇÃO DA AMAZÔNIA EM MT:

Agricultura



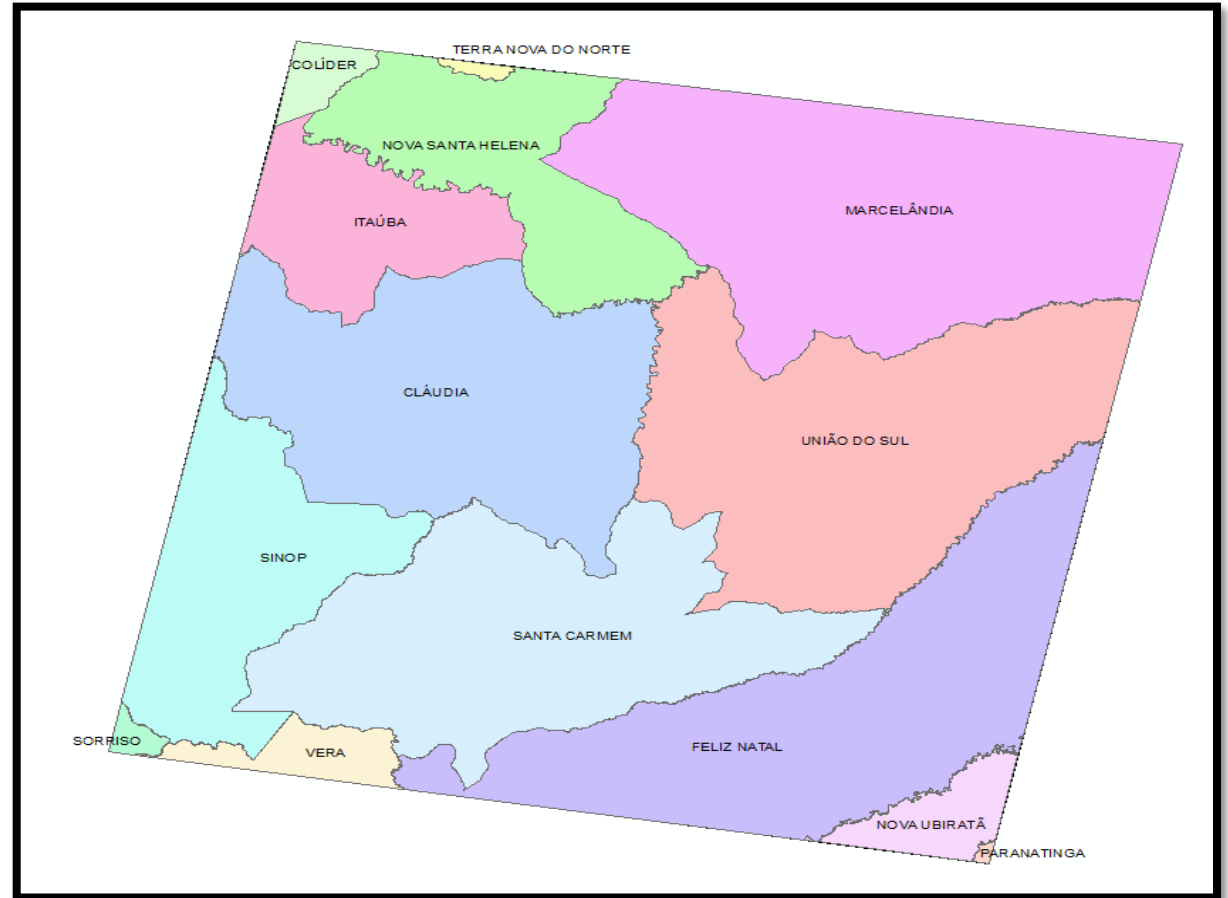
OBJETIVO/MOTIVAÇÃO

- Inferir sobre suscetibilidade a degradação florestal utilizando operador Fuzzy Gamma para o ano 2000;
- Gerar diferentes cenários com diferentes valores de gamma;
- Comparar os cenários gerados.

METODOLOGIA

Área de Estudo:

- Órbita/ponto 226/068 do sensor TM do Landsat;
- Localiza-se no estado de Mato Grosso;
- Principal município: Sinop;
- Histórico de ocupação: Surgimento da BR 163.



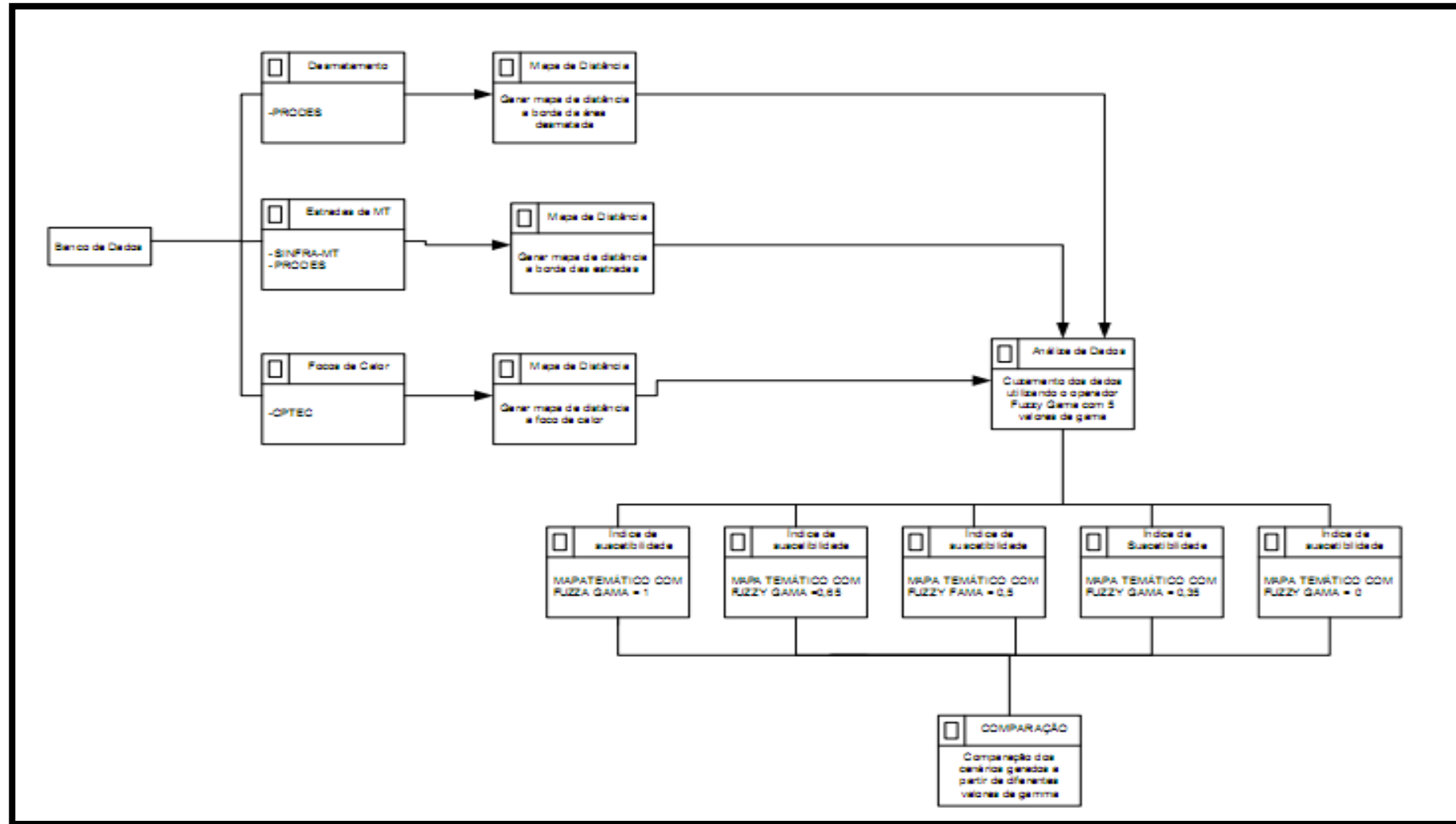
METODOLOGIA

Seleção, modelagem e preparação dos dados:

Seleção:

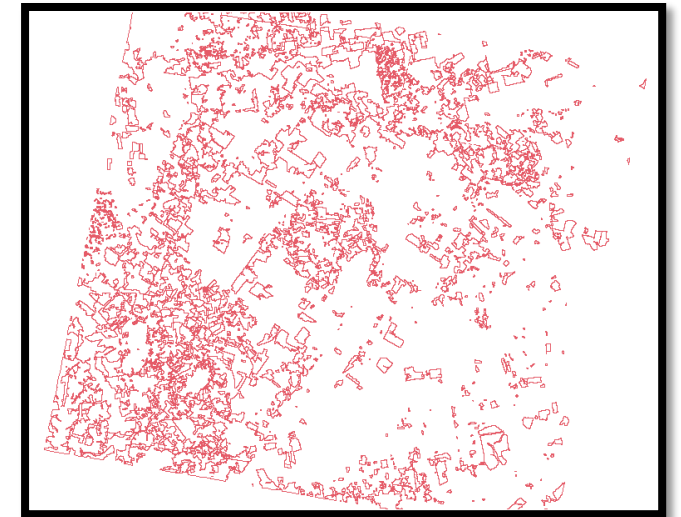
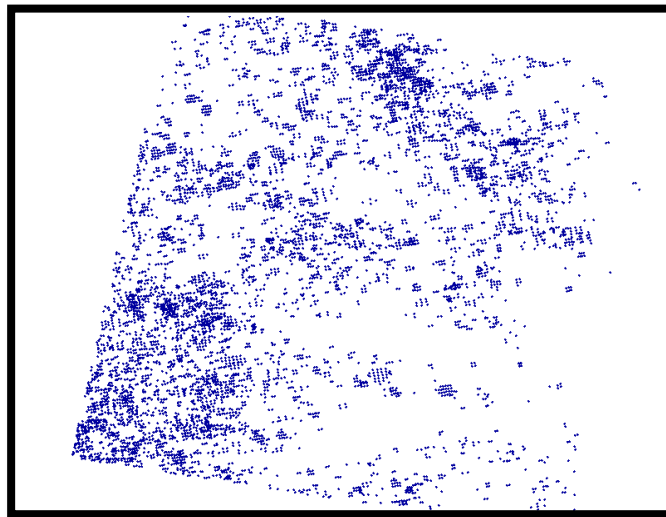
- Malha viária do Estado;
- Dados de foco de calor de 1997 a 2000 (NOAA-15, sensor AVHRR);
- Dados de desmatamento do ano 2000 – PRODES.

METODOLOGIA – Modelagem (OMT-G)

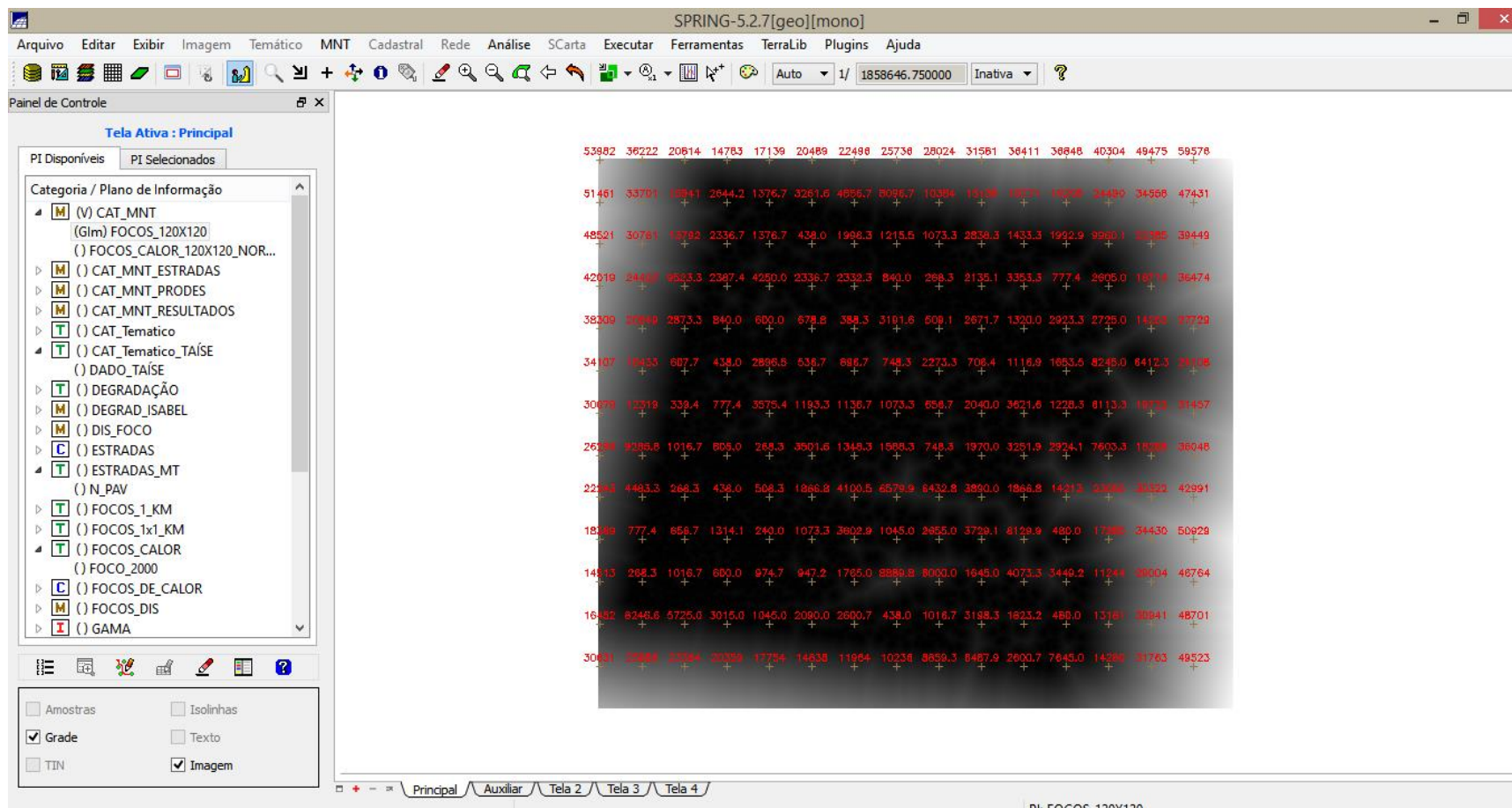


METODOLOGIA – preparação dos dados

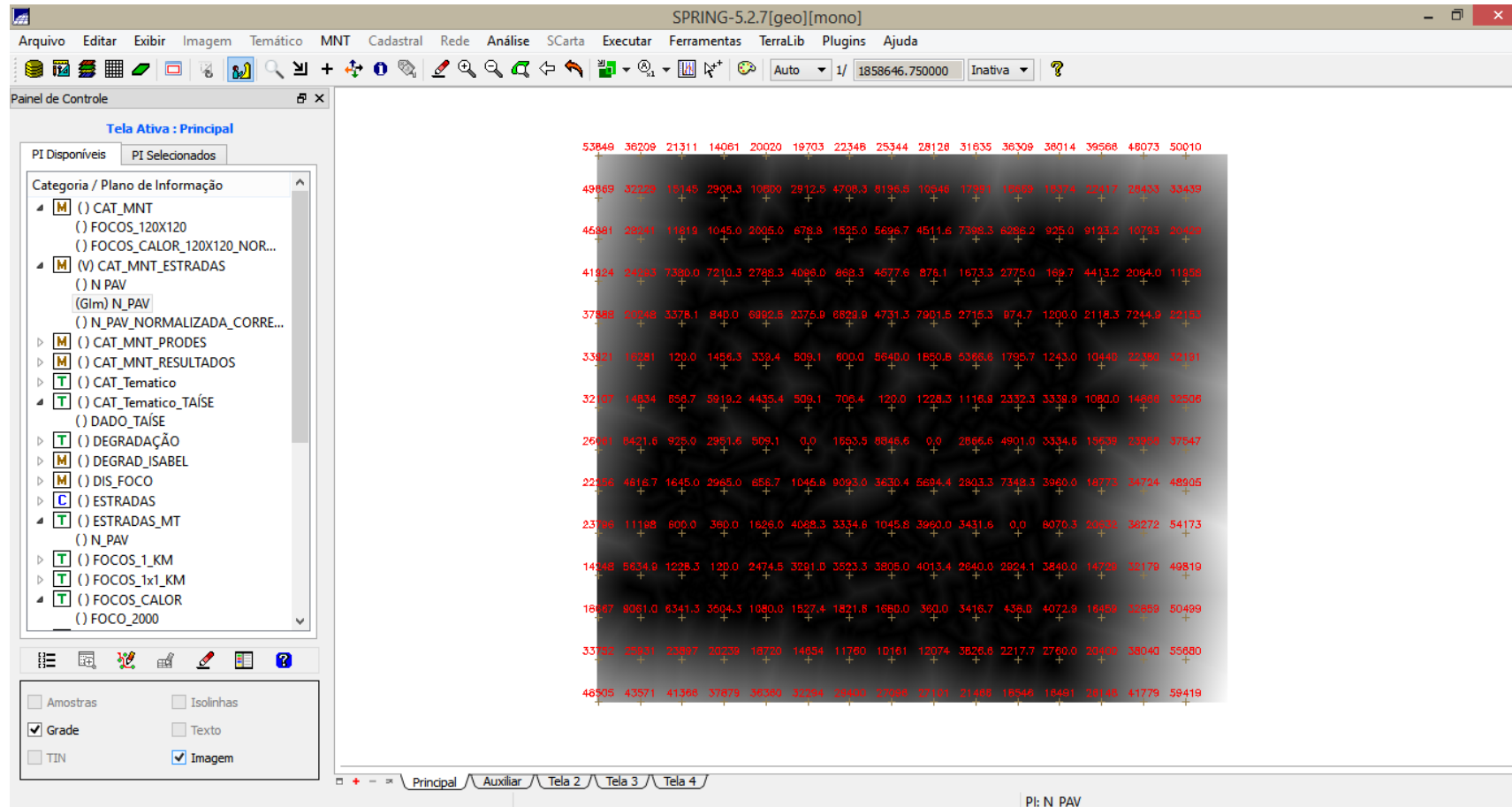
- Verificação de datum, projeção e unidade;



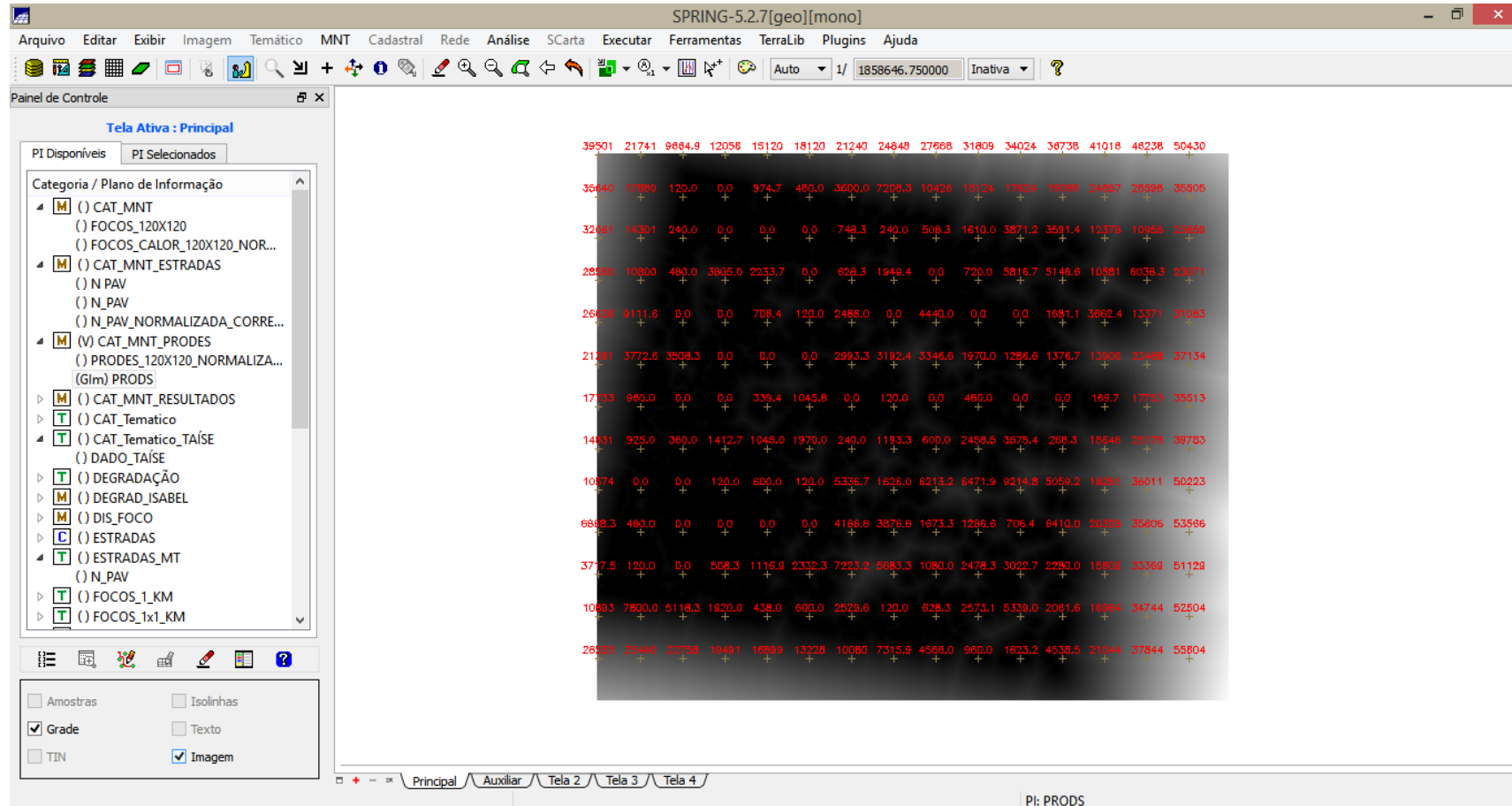
METODOLOGIA – gerando mapas de distância foco de calor



METODOLOGIA – gerando mapas de distância Estradas



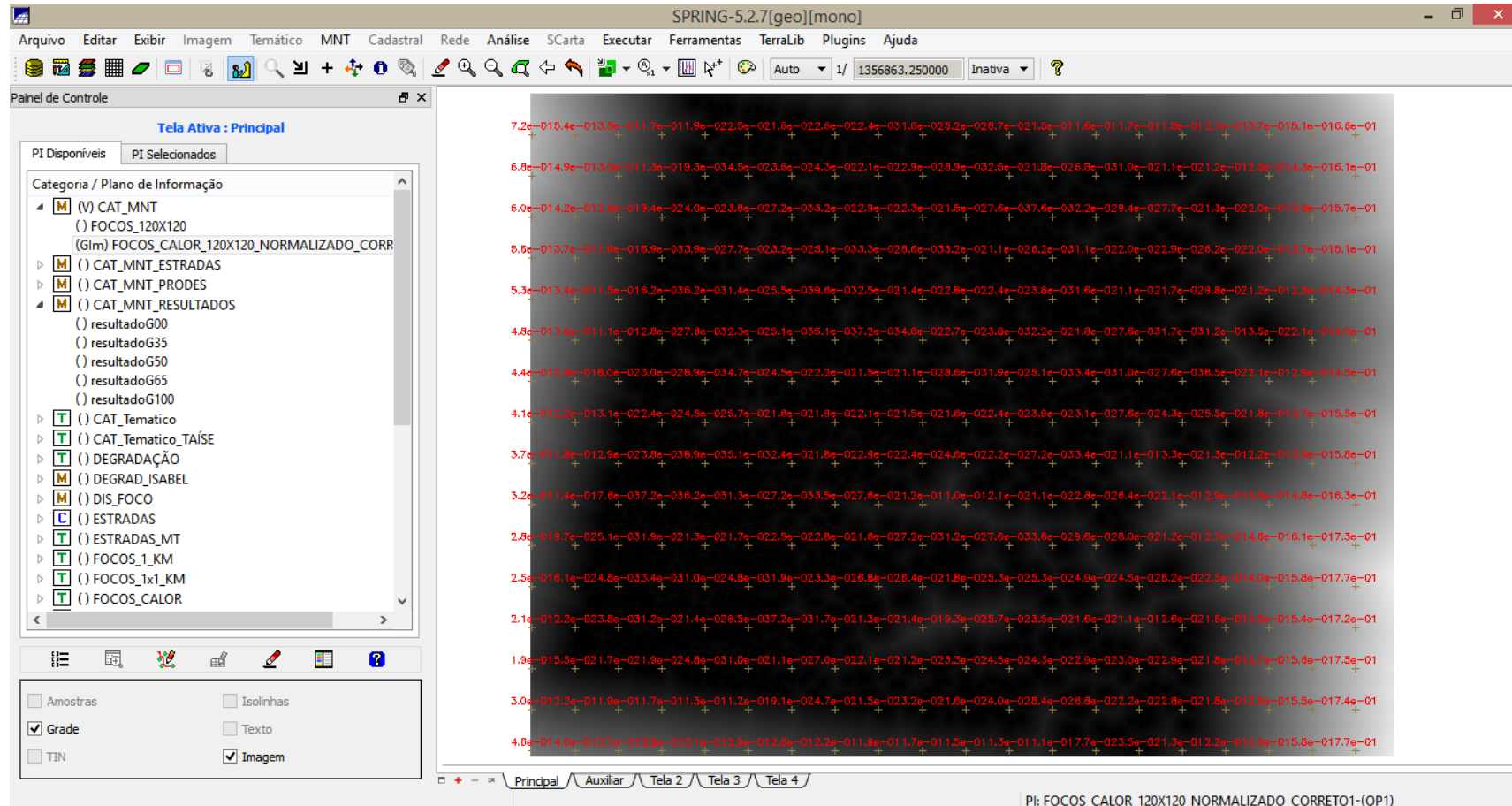
METODOLOGIA – gerando mapas de distância polígono de desmatamento



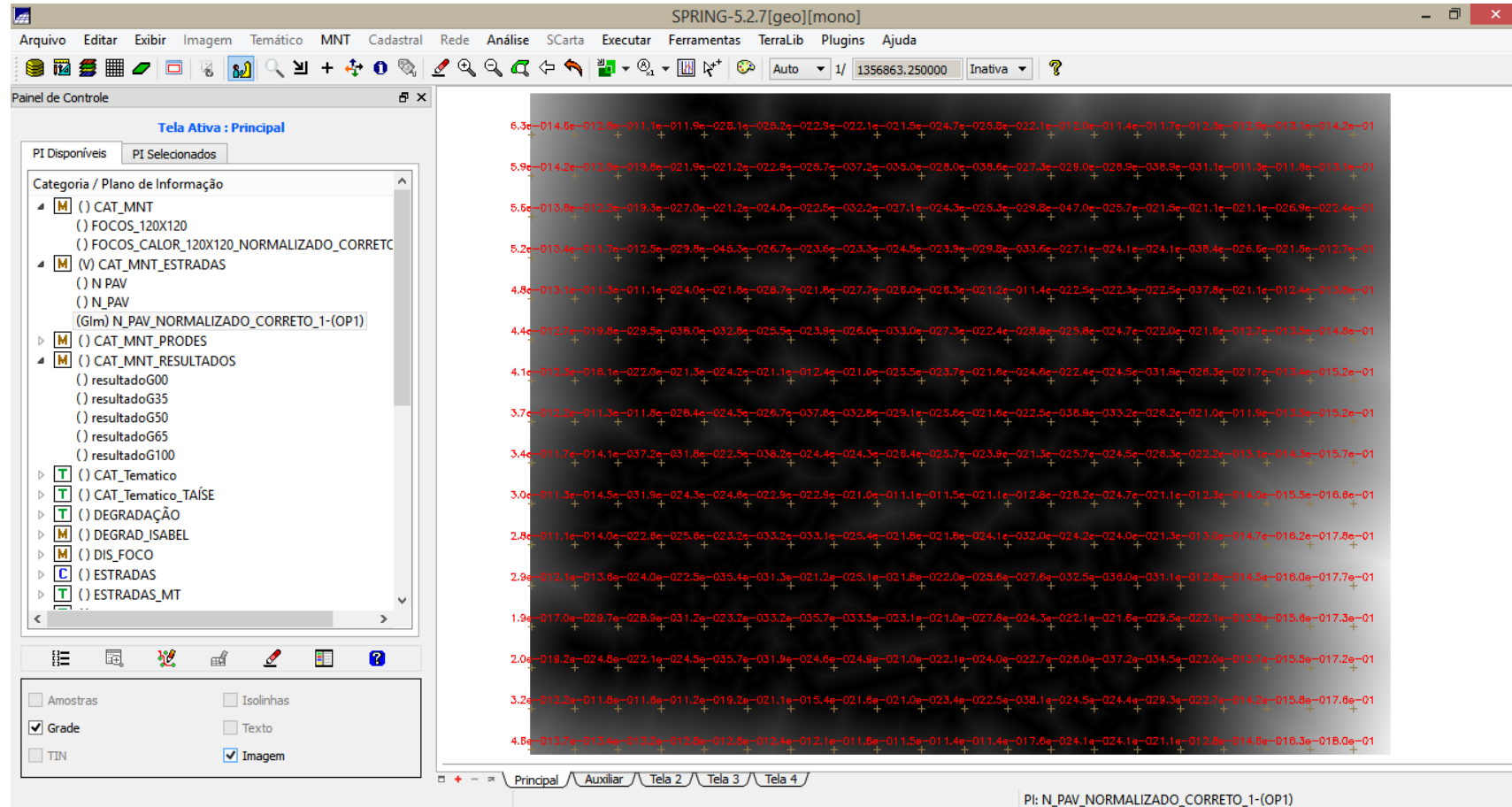
METODOLOGIA – normalização dos valores

- Transformação linear dos valores da grade para valores entre zero e um.
- Achar equação da reta.
- Aplicar o ganho e o offset

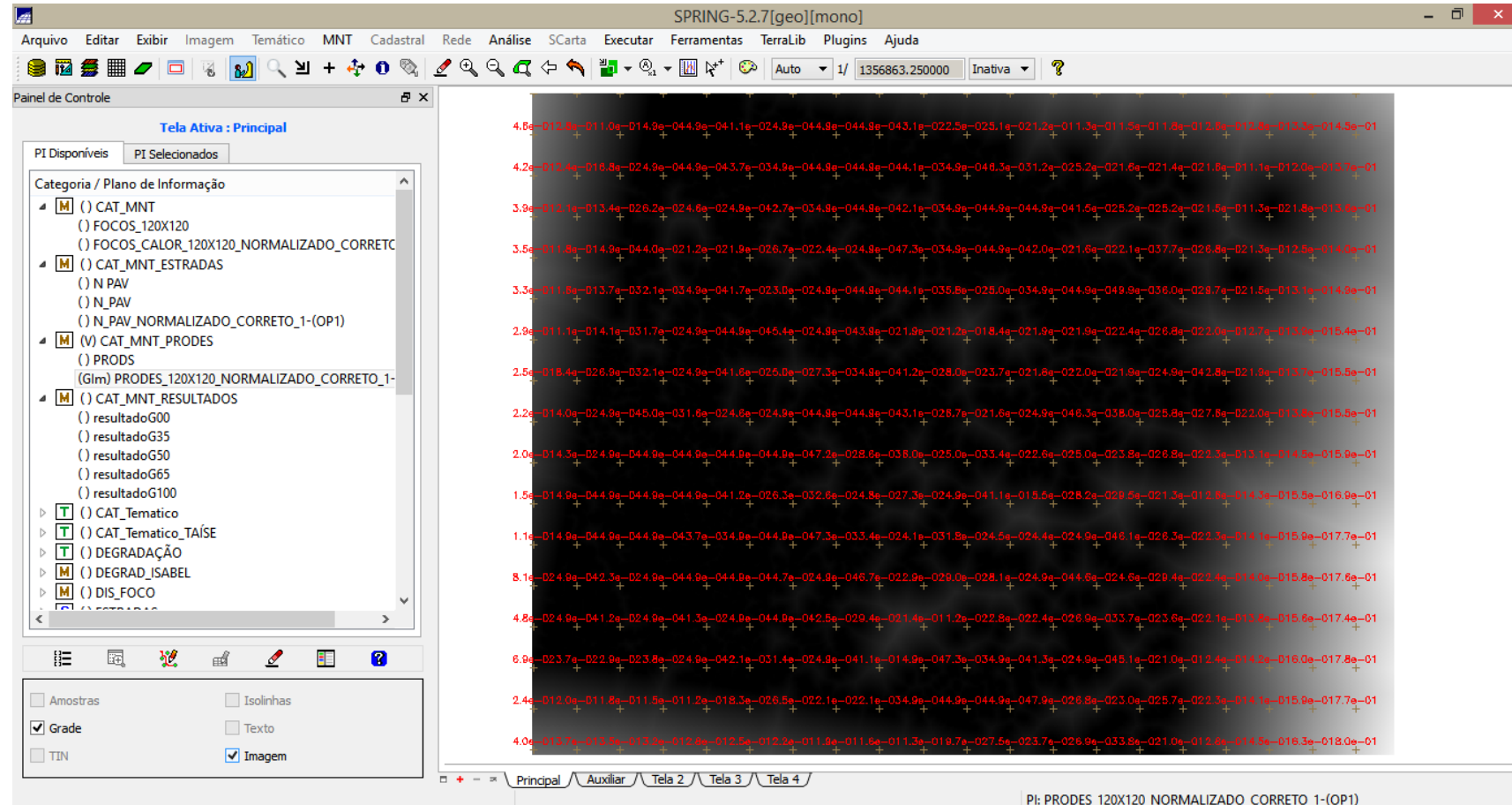
METODOLOGIA – Grades normalizadas



METODOLOGIA – Grades normalizadas



METODOLOGIA – Grades normalizadas



METODOLOGIA – aplicando operador Fuzzy Gama

Considerações:

- Na teoria dos conjuntos *Fuzzy*, a pertinência de um elemento a um conjunto *Fuzzy* é apresentada como uma questão de grau;
- As fronteiras entre as classes são desconhecidas;
- Define-se um operador *Fuzzy* como aquele que utiliza conjuntos *Fuzzy* ou lógica *Fuzzy* durante sua criação ou operação.

METODOLOGIA – *operadores Fuzzy*

- Fuzzy AND (interseção) – saída é controlada pelo menor valor de pertinência Fuzzy;
- Fuzzy OR (união) - saída é controlada pelo maior valor de pertinência Fuzzy;
- Produto algébrico – a saída é sempre menor que a menor contribuição;
- Soma algébrica – a saída é sempre maior ou igual a maior contribuição do valor de pertinência Fuzzy;
- Fuzzy Gama – operação realizada entre o produto algébrico multiplicado pela soma algébrica elevado a um expoente gama (de 0 a 1).

METODOLOGIA – aplicando *operador Fuzzy gamma*

- $\mu = (\text{soma algébrica Fuzzy})^\gamma * (\text{produto algébrico Fuzzy})^{1-\gamma}$

Valores de gamma utilizados:

0

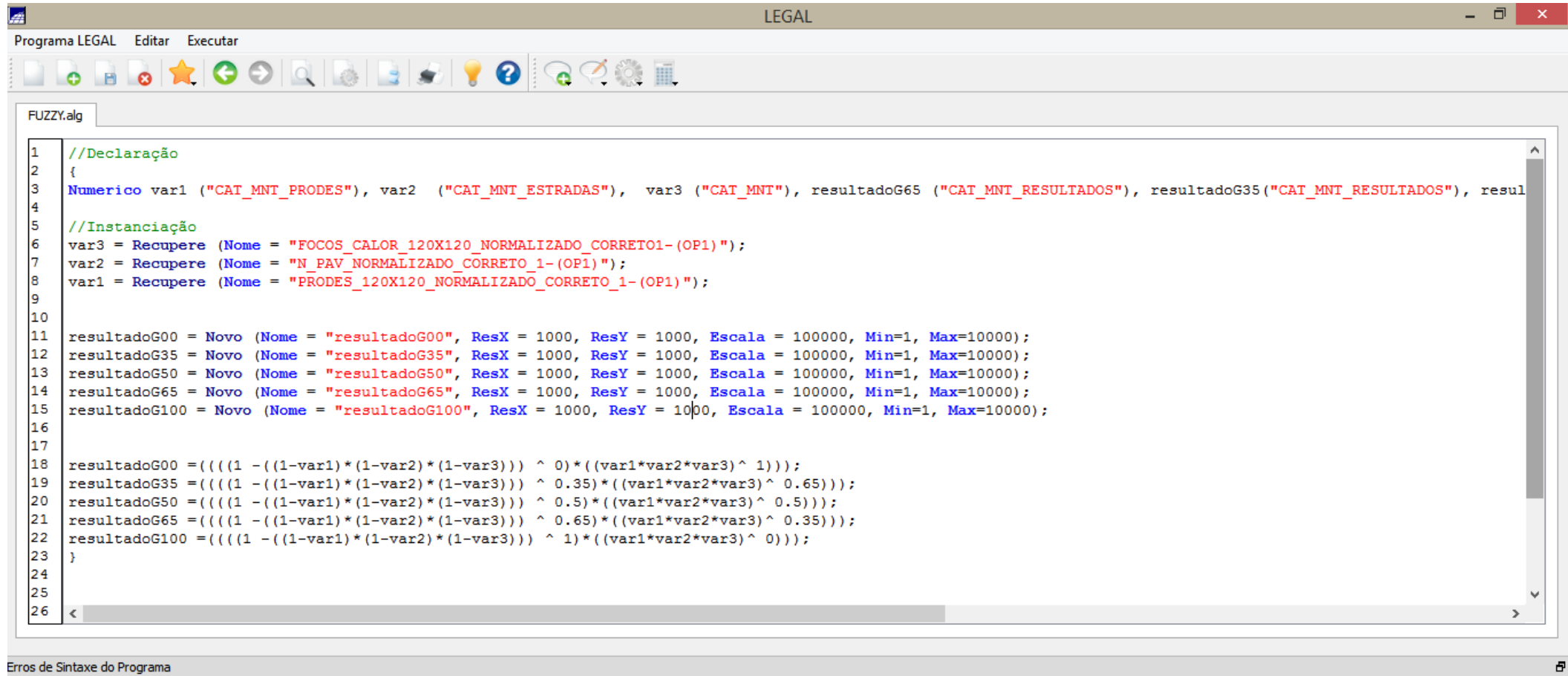
0,35

0,5

0,65

1

METODOLOGIA – aplicando *operador Fuzzy gamma* em LEGAL - SPRING



The image shows a screenshot of the LEGAL SPRING IDE. The window title is "LEGAL". The menu bar includes "Programa LEGAL", "Editar", and "Executar". The toolbar contains various icons for file operations, navigation, and execution. The main editor displays a file named "FUZZY.alg" with the following code:

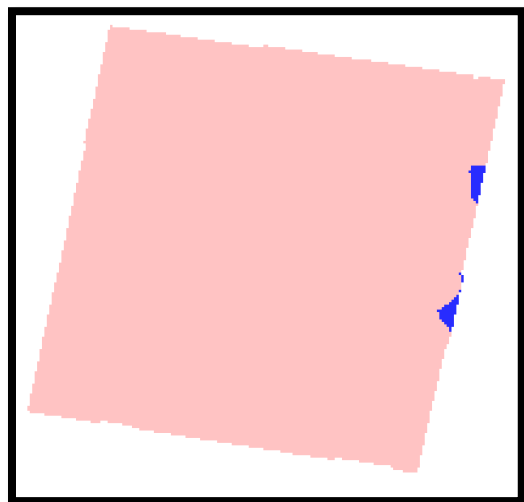
```
1 //Declaração
2 {
3   Numerico var1 ("CAT_MNT_PRODES"), var2 ("CAT_MNT_ESTRADAS"), var3 ("CAT_MNT"), resultadoG65 ("CAT_MNT_RESULTADOS"), resultadoG35("CAT_MNT_RESULTADOS"), resul
4
5 //Instanciação
6   var3 = Recupere (Nome = "FOCOS_CALOR_120X120_NORMALIZADO_CORRETO1-(OP1)");
7   var2 = Recupere (Nome = "N_PAV_NORMALIZADO_CORRETO_1-(OP1)");
8   var1 = Recupere (Nome = "PRODES_120X120_NORMALIZADO_CORRETO_1-(OP1)");
9
10
11   resultadoG00 = Novo (Nome = "resultadoG00", ResX = 1000, ResY = 1000, Escala = 100000, Min=1, Max=10000);
12   resultadoG35 = Novo (Nome = "resultadoG35", ResX = 1000, ResY = 1000, Escala = 100000, Min=1, Max=10000);
13   resultadoG50 = Novo (Nome = "resultadoG50", ResX = 1000, ResY = 1000, Escala = 100000, Min=1, Max=10000);
14   resultadoG65 = Novo (Nome = "resultadoG65", ResX = 1000, ResY = 1000, Escala = 100000, Min=1, Max=10000);
15   resultadoG100 = Novo (Nome = "resultadoG100", ResX = 1000, ResY = 1000, Escala = 100000, Min=1, Max=10000);
16
17
18   resultadoG00 = (((1 - ((1-var1)*(1-var2)*(1-var3))) ^ 0)*((var1*var2*var3)^ 1));
19   resultadoG35 = (((1 - ((1-var1)*(1-var2)*(1-var3))) ^ 0.35)*((var1*var2*var3)^ 0.65));
20   resultadoG50 = (((1 - ((1-var1)*(1-var2)*(1-var3))) ^ 0.5)*((var1*var2*var3)^ 0.5));
21   resultadoG65 = (((1 - ((1-var1)*(1-var2)*(1-var3))) ^ 0.65)*((var1*var2*var3)^ 0.35));
22   resultadoG100 = (((1 - ((1-var1)*(1-var2)*(1-var3))) ^ 1)*((var1*var2*var3)^ 0));
23 }
24
25
26 <
```

The status bar at the bottom indicates "Erros de Sintaxe do Programa".

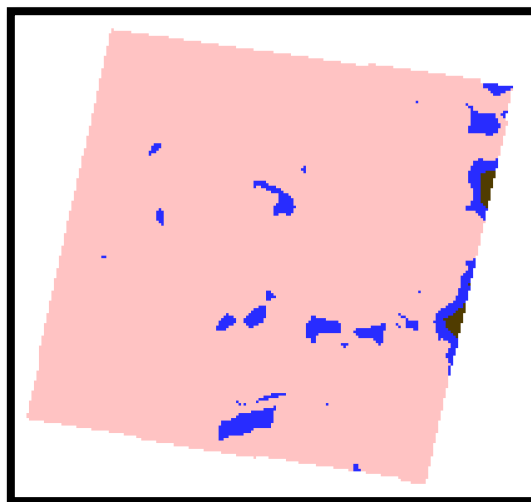
METODOLOGIA – FATIAMENTO

- Fatiamento dos resultados em classes:
- 0,0 a 0,1 – extremamente suscetível;
- 0,1 a 0,2 – muito suscetível;
- 0,2 a 0,3 – muito/medianamente suscetível;
- 0,3 a 0,4 – medianamente suscetível;
- 0,4 a 0,5 – médio/moderadamente suscetível;
- 0,5 a 0,6 – moderado/ pouco suscetível;
- 0,6 a 0,7 – pouco suscetível;
- 0,7 a 0,8 – minimamente suscetível;
- 0,8 a 1,0- não suscetível.

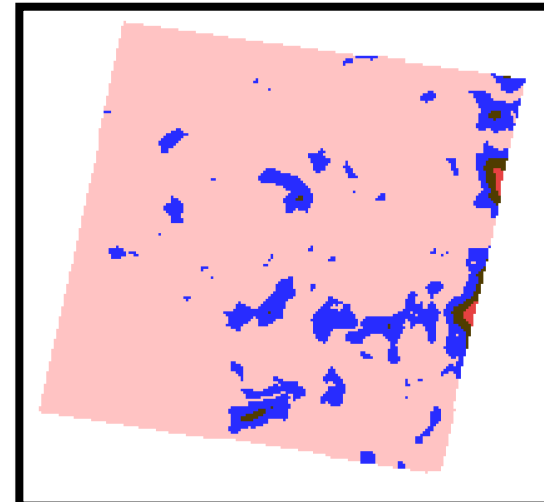
RESULTADOS



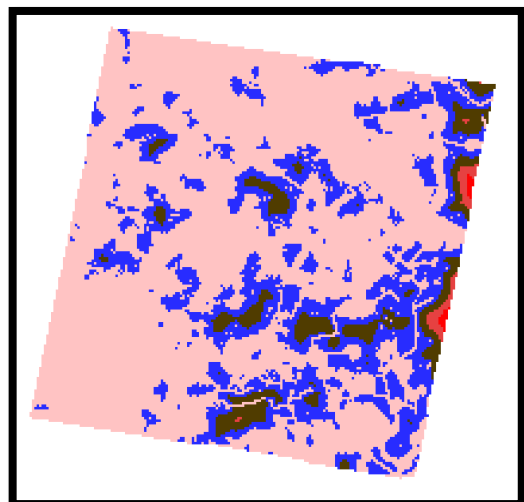
Gamma zero



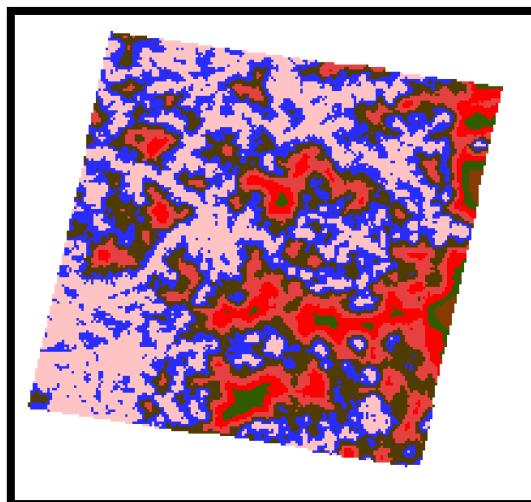
Gamma 0,35



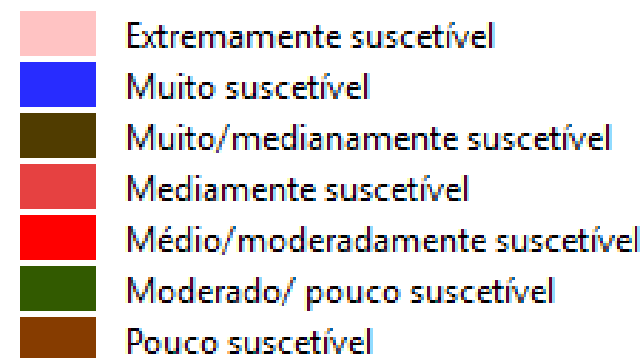
Gamma 0,50



Gamma 0,65



Gamma 1

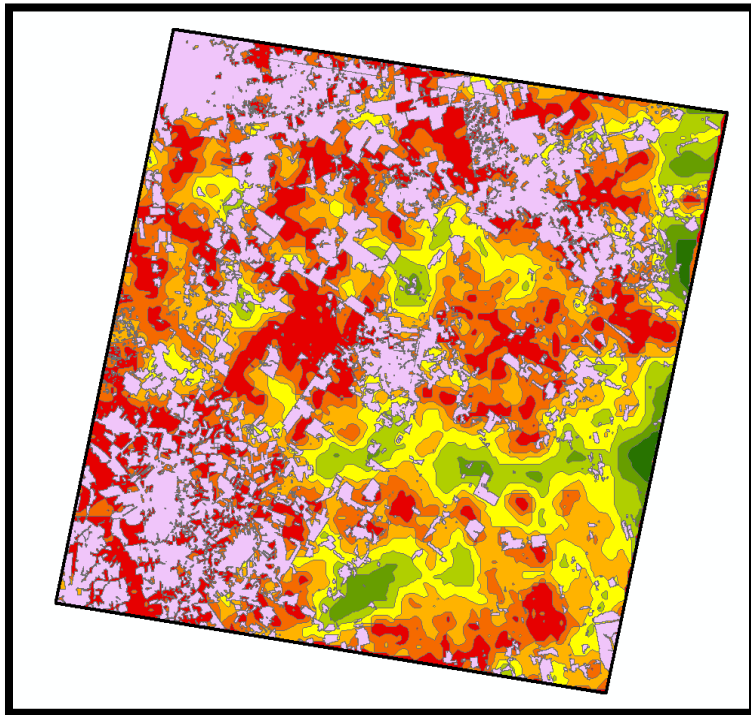


RESULTADOS - % DE CLASSES/GAMMA

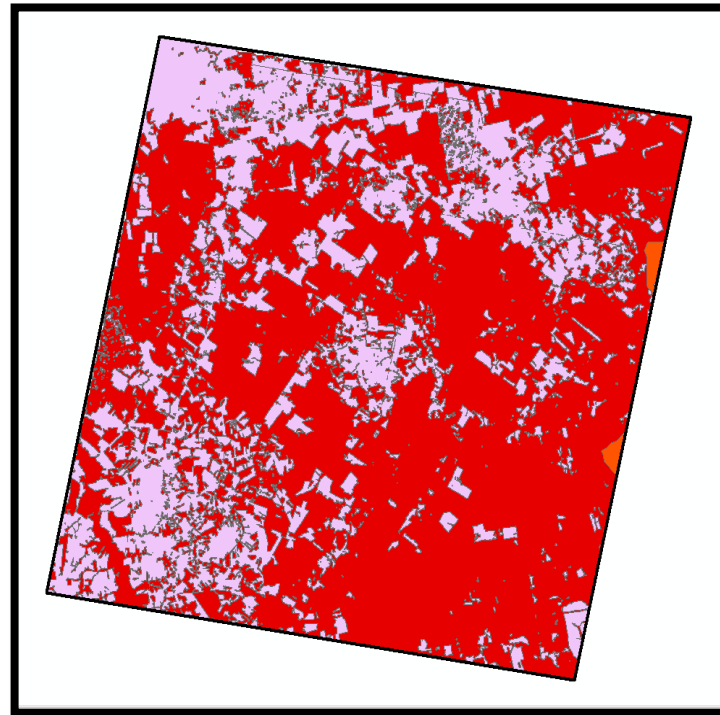
	GAMMA ZERO	GAMMA 0,35	GAMMA 0,5	GAMMA 0,65	GAMMA 1
Extremamente suscetível	99,51	95,62	89	70,72	29,19
Muito suscetível	0,49	3,93	9,84	22,95	26,84
Muito/medianamente suscetível		0,45	0,95	5,5	20,88
Mediamente suscetível			0,21	0,83	13,68
Médio/moderadamente suscetível					6,77
Moderado/ pouco suscetível					2,16
Pouco suscetível					0,48
Minimamente suscetível					
Não suscetível					

RESULTADOS

- COMPARAÇÃO DO GAMMA ZERO E GAMMA 1:



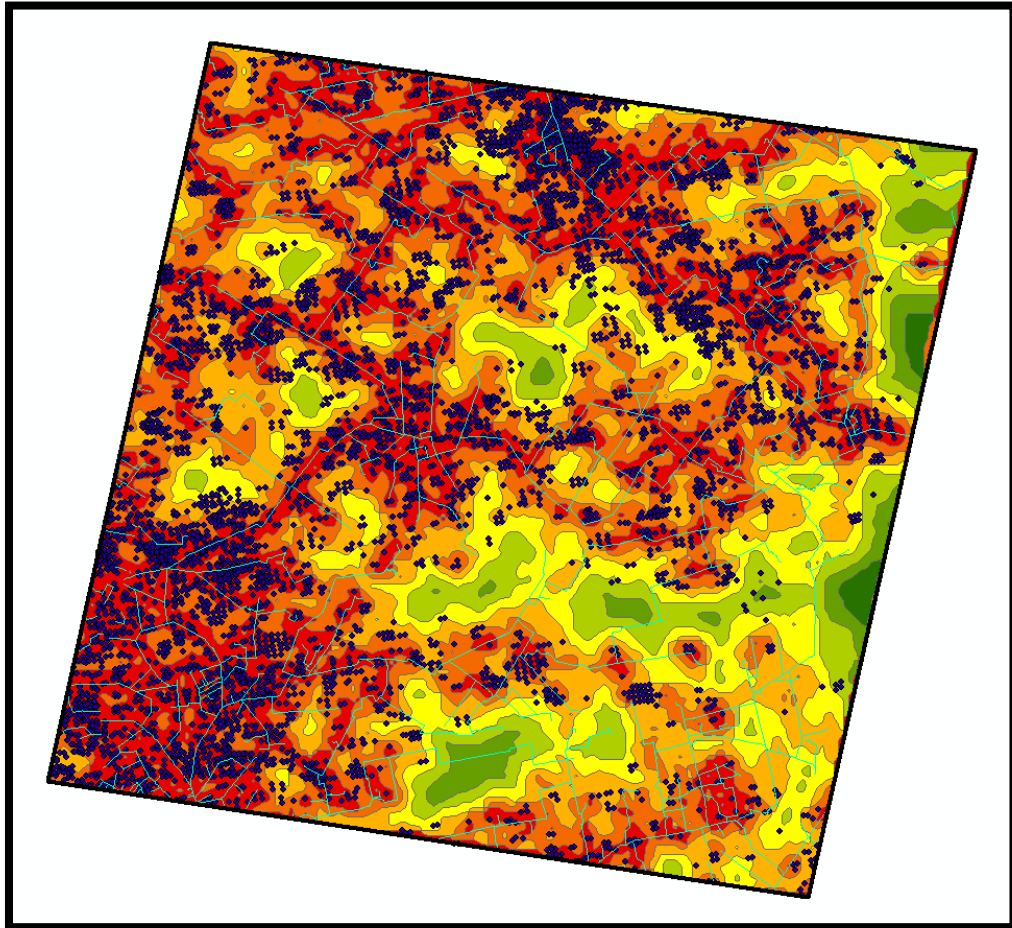
Gamma 1 = soma algébrica



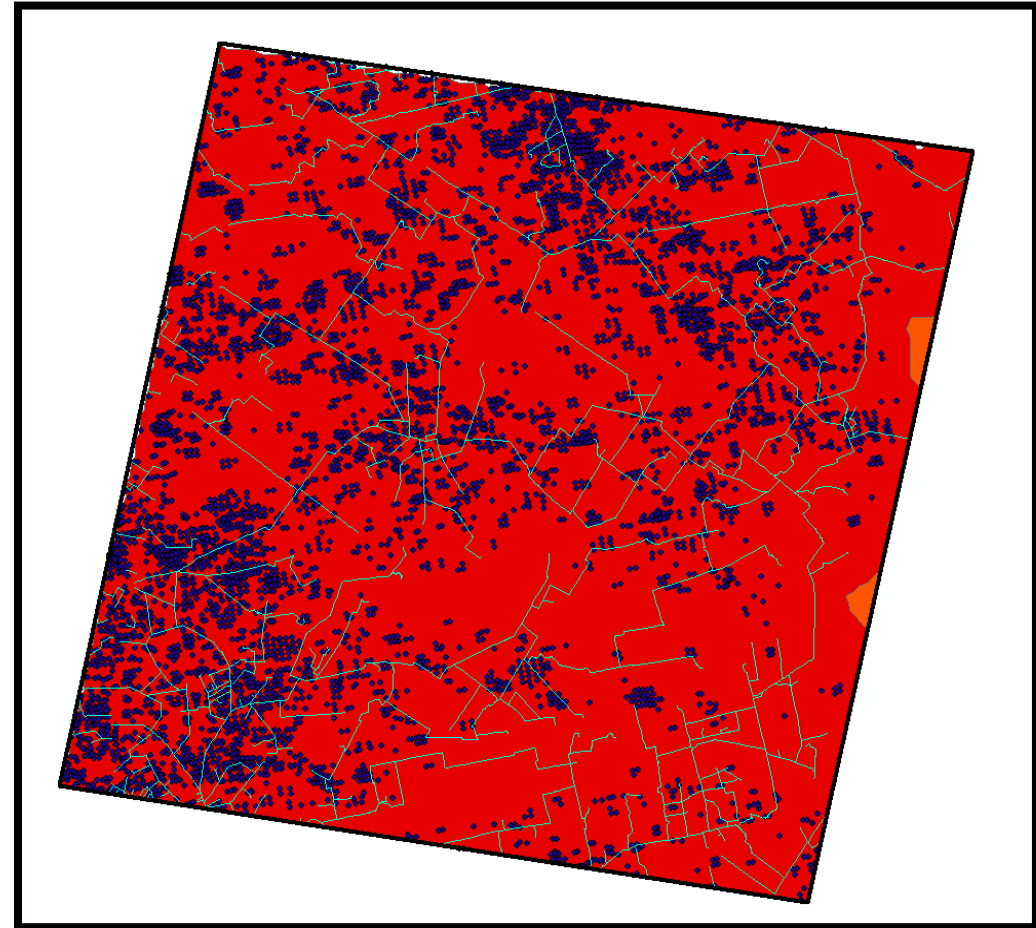
Gamma 0 = produto algébrico



RESULTADOS- comparando variáveis envolvidas



Gamma 1



Gamma zero

CONCLUSÃO

- Versatilidade (flexibilidade) do operador Fuzzy gamma;
- Fuzzy gamma = 0 (produto algébrico) – cenário mais suscetível a degradação florestal;
- Fuzzy gamma = 1 (soma algébrica) – cenário menos suscetível a degradação (maior número de classes);
- Fuzzy gamma = 1 – tendência de criação de áreas vulneráveis próximos aos focos de calor do que em estradas.
- Fuzzy gamma = 0 – tendência não obedeceu exclusivamente uma única variável envolvida.

CONCLUSÃO

- Expoente gamma: atribui pertinência aos termos envolvidos da operação:

$$\mu = (\text{soma algébrica } Fuzzy)^\gamma * (\text{produto algébrico } Fuzzy)^{1-\gamma}$$

- Versatilidade do modelo auxilia na tomada de decisão:
 - Mais ou menos suscetível;
 - Gerenciamento e planejamento do uso e ocupação do espaço geográfico.

OBRIGADO