

# AVALIAÇÃO DE CONTINUIDADE ESPACIAL PARA COLONIZAÇÃO DE PLANTAS C4

RODRIGO DE CAMPOS MACEDO  
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE  
rodrigo.macedo@ibge.gov.br

**Resumo:** O presente trabalho avaliou a continuidade espacial para a colonização de plantas C4 nas áreas com plantios de eucalipto para produção de celulose, no Vale do Paraíba e sul dos Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, utilizando dados coletados em campo desde 2005 pela Votorantim Celulose e Papel S/A. De acordo com análise do semivariograma, há continuidade espacial para a variável em questão. Recomenda-se coletar dados de outras variáveis não contempladas no estudo e realizar co-krigagem, visando avaliar correlação espacial.

**Palavras-chave :** Análise Espacial, Manejo Florestal, *Eucalyptus* ssp.

**Abstract:** This present research has evaluated the spatial continuity for C4 plants colonization in areas with eucalyptus plantation to cellulose production, in Paraíba do Sul valley and south of Minas Gerais and Rio de Janeiro states through the use of collected data in field since 2005 by Votorantim Celulose e Papel S/A. In accordance with the semivariogram analyze, there is spatial continuity to the variable of the problem. It's recommended to collect data from other variables not regarded in this research and make co-krigage to evaluate the spatial correlation.

**Key words :** Spacial Analysis, Forest Management, *Eucalyptus* ssp.

## Introdução

A eucaliptocultura é realizada com mudas e, durante o primeiro ano, ocorre competição por luz, água e nutrientes com outras plantas. O eucalipto é uma planta classificada como C3 – fixação do gás carbônico segue um ciclo de fosfato de pentose C3, ou ciclo de Calvin, assimilando o carbono do dióxido de carbono numa molécula orgânica em um único ciclo de uma reação bioquímica. Há plantas que reduzem o gás carbônico segundo um ciclo de ácido dicarboxílico C4 – envolve um ciclo adicional de assimilação do dióxido de carbono e a separação física entre o ciclo de assimilação inicial e as seqüências do ciclo de Calvin na folha – são chamadas de C4 devido à assimilação de CO<sup>2</sup> inicialmente resultar em um composto de 4 carbonos. A fotossíntese C4 confere vantagens competitivas em ambientes com temperatura alta e alta luminosidade. Estas plantas estão adaptadas a luz e altas temperaturas, superando em muito a produção das plantas C3 sob estas condições. Também utilizam mais eficientemente a água.

Além disso, onde ocorrem os tratamentos silviculturais, tais como preparo de solo, irrigação, adubação, etc., as condições tornam-se mais preferíveis para a colonização de plantas C4. Esta competição é chamada de “mato-competição”. Por este motivo, parte das plantas C4 são chamadas de ervas daninhas e/ou infestantes (BLACK, 1971; ODUM, 1983; BEGON, 1986; RICKLEFS, 1993). Nas áreas degradadas, tais como pastos sobre explorados

que ocorrem no Vale do Paraíba, esta competição é agravada, pois o banco de sementes passou por uma pressão seletiva que privilegiou as plantas C4 em detrimento das plantas C3.

O plantio de eucalipto requer cuidados com a colonização de plantas C4, devido à intensa competição por água, nutrientes e luz nas fases iniciais de plantio. Em virtude desta situação, monitora-se, localizando e quantificando estas plantas, visando-se fornecer uma recomendação para serviços e insumos e definição de dose correta para pulverização de herbicida. Na silvicultura, a identificação de plantas invasoras constitui uma tarefa bastante difícil, porém, de grande importância. Essa importância está relacionada com a prática convencional agrícola, onde são aplicadas grandes quantidades de herbicidas sem dosagem correta, podendo comprometer não só o desenvolvimento da cultura, como também resultar em um aumento do custo (GAZZIERO, 2001; PIERRE e NOWAK, 1999).

Plantas invasoras ou daninhas, como são conhecidas por muitos, podem ser vistas de formas diferentes, dependendo das conseqüências de sua existência no local. São classificadas como daninhas quando prejudicam a cultura em atividade, ou benéficas, quando atuam na proteção do solo, como por exemplo, controlando erosão e desequilíbrio de nutrientes. Existe uma grande variedade dessas plantas e inúmeras delas estão associadas à cultura em atividade (CAPELLI, 1997; RISSLER e MELLON, 1996).

A partir da identificação das plantas invasoras, pode-se estabelecer o grau de invasão através de mapas digitais que podem ser utilizados no planejamento da compra dos herbicidas necessários e também na dosagem da quantidade necessária para o controle dessas plantas, de acordo com o grau de invasão e a época de aplicação (GAZZIERO, 2001; JOSE e BARBOSA, 1999). Com base na Identificação, Altura, Estádio Fenológico e Infestação das plantas C4 (matriz decisória de 4 elementos), obtém-se uma dose técnica para aplicação de herbicida.

Como pôde ser percebido, conhecer as causas que influenciam a dinâmica de colonização das plantas C4 é importante para a gestão florestal adequada, tanto em redução de custos operacionais, quanto na melhoria da qualidade de plantio/manutenção florestal.

Devido às dificuldades operacionais de planejamento/dimensionamento de serviços relacionados à matocompetição e ausência de modelos preditivos nos planos de manejo florestal, há a necessidade de iniciar os estudos nesta área, visando a elaboração de modelos futuros para a colonização de plantas C4. Tal contexto traz as seguintes perguntas: \_é possível prever/modelar a colonização de plantas C4? \_Há continuidade espacial na colonização de plantas C4?

Os objetivos contidos no presente artigo é contribuir para o aprofundamento de teorias e modelos preditivos sobre dinâmica populacional de plantas C4 e avaliar sua continuidade espacial.

### Área de estudo

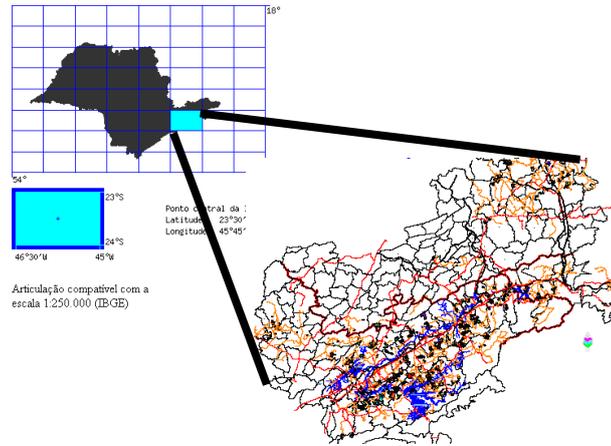
A área de estudo está localizada na Zona Fisiográfica do Paraíba, Vale do Paraíba do Sul, em altitude média de 700m. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Cwa, com média anual de 22,2°C e precipitação anual de 1600mm (CEPAGRI, 2007). Trata-se de plantações homogêneas de *Eucalyptus ssp.*, totalizando 266 fazendas, 1.250 talhões, 93.000 ha (total) e 49.000 ha (efetivo plantio).

### Dados utilizados

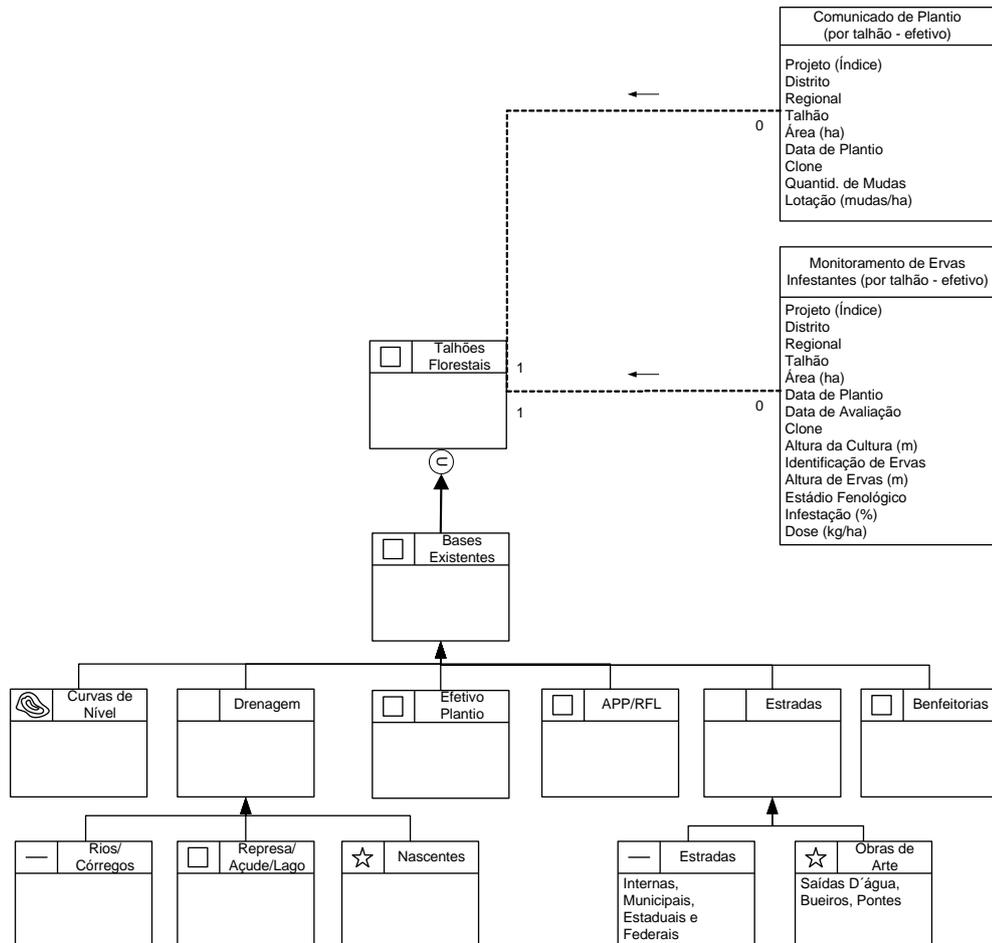
- Cadastrais – Dose de herbicida (kg/ha) por talhão monitorado;
- Vetoriais – Croqui da Unidade Vale do Paraíba, contendo todos os perímetros dos talhões com efetivo plantio.

# Avaliação de continuidade espacial para colonização de plantas C4

Os dados foram organizados de acordo com a Figura 2.



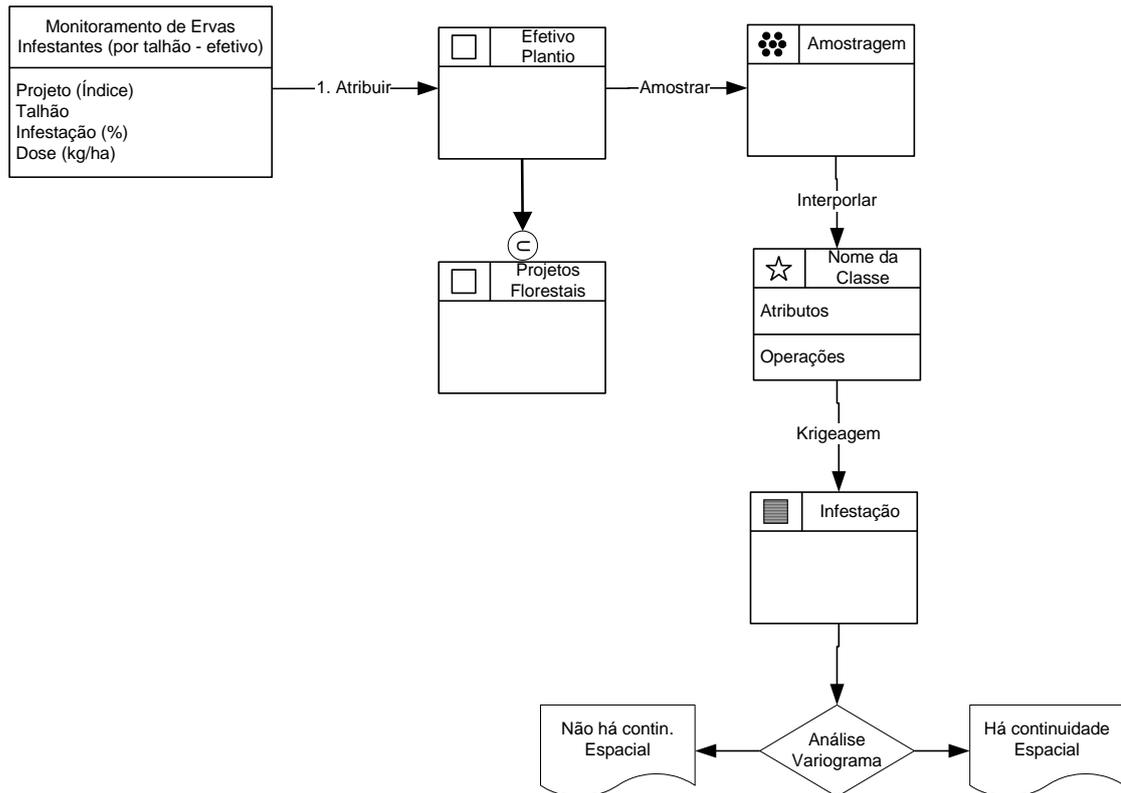
**Figura 1 – Área de estudo**  
*Figure 1 – Study area*



**Figura 2 – Organização dos dados de entrada**  
*Figure 2 – Input data organization*

**Procedimentos**

A dose técnica recomendada (dado cadastral) foi atribuída ao talhão respectivo (especialização). Após isto, foi realizada a operação de interpolação por krigagem, gerando-se um geocampo (tesselação), com características de continuidade e representação de acordo com a tendência da dose. Após a geração da carta, analisou-se a continuidade da variável, através de semivariograma (Figura 3).



**Figura 3 – Avaliação da continuidade espacial**

Figure 3 – Continuity spatial evaluation

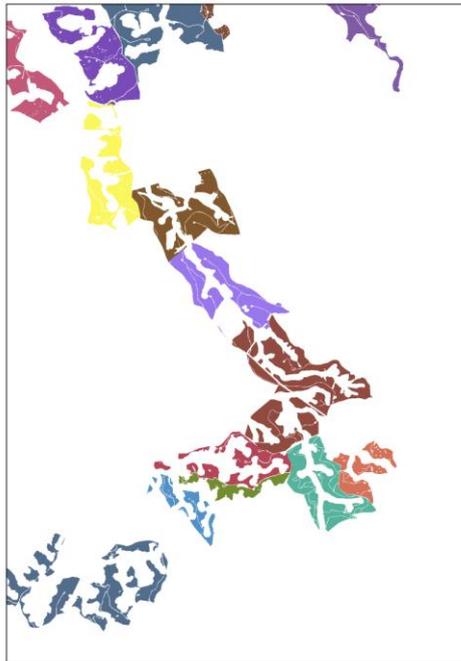
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente, excluiu-se da amostra quaisquer dados espúrios, tais como erros de digitação, valores absurdos e/ou campos incompletos. Posteriormente, analisou-se as doses realizadas e previstas e tamanhos das talhões florestais.

**Tabela 1** – Características gerais dos dados  
*Table 1* – General characteristics of data

Número de registros, avaliados desde junho de 2005	10.500
Número de registros, após seleção de confiabilidade	603
Menor dose realizada	0,2kg
Maior dose realizada	6,9kg
Média dose realizada	1,41kg
Desvio Padrão médio	0,55
Tamanho médio do talhão (efetivo plantio)	33ha
Tamanho máximo de talhão (efetivo plantio)	186ha
Tamanho mínimo de talhão (efetivo plantio)	0,4ha
Total (efetivo plantio)	49.000ha

A espacialização da dose de herbicida utilizou como critério a média das doses realizadas por talhão. Cada talhão passa a ser a menor unidade de medida (Figura 4).



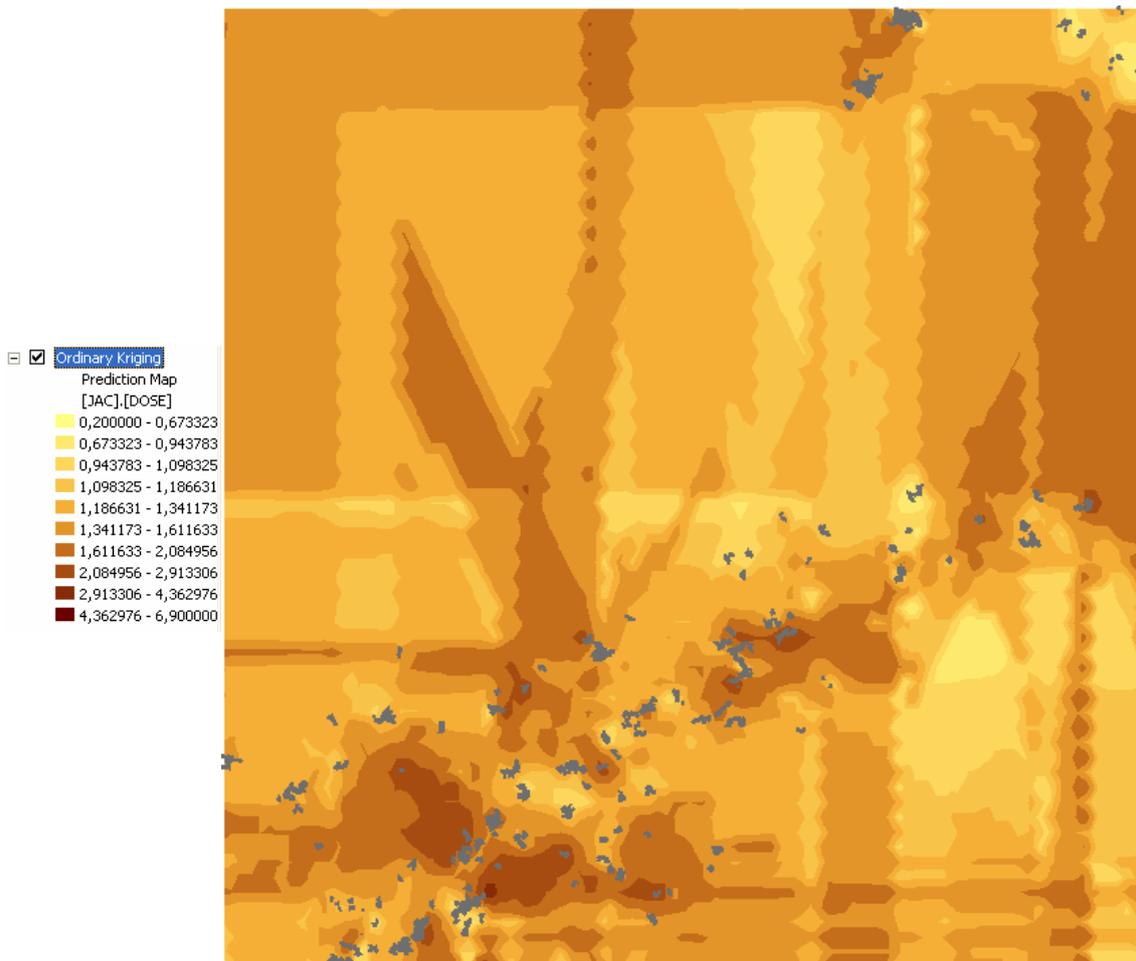
**Figura 4** – Espacialização da dose  
Figure 4 – Dose spacialization

Os valores de dose foram discretizados igualmente em 10 classes (Tabela 2);

**Tabela 2 – Discretização em classes**  
 Table 2 – Class discretization

	FID	Shape *	Classes	Value Min	Value Max
▶	0	Polygon	0	0,2	0,673323
	1	Polygon	1	0,673323	0,943783
	2	Polygon	2	0,943783	1,098325
	3	Polygon	3	1,098325	1,186631
	4	Polygon	4	1,186631	1,341173
	5	Polygon	5	1,341173	1,611633
	6	Polygon	6	1,611633	2,084956
	7	Polygon	7	2,084956	2,913306
	8	Polygon	8	2,913306	4,362976
	9	Polygon	9	4,362976	6,9

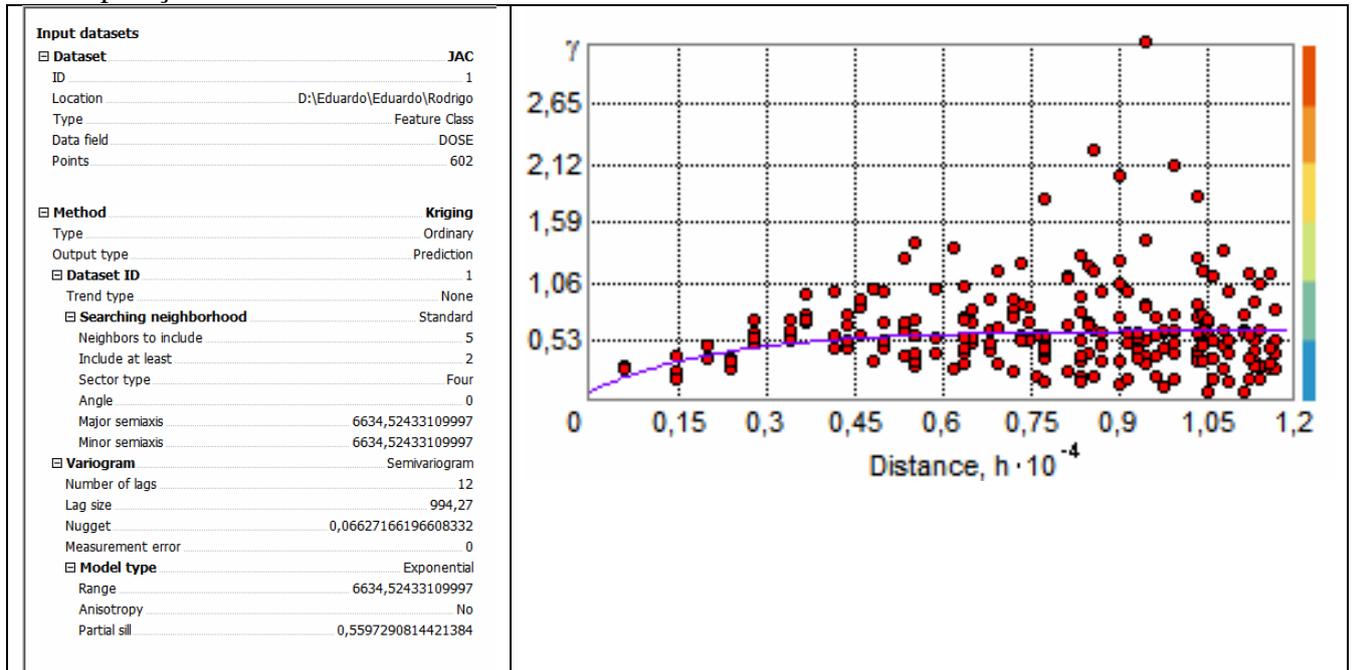
Utilizou-se interpolação Krigagem Ordinária Exponencial com 5 vizinhos, 12 *lags* de 994m cada. O resultado pode ser visualizado nas Figuras 5 e 6.



**Figura 5 – Resultado da krigagem**  
 Figure 5 – Krigage results

## Avaliação de continuidade espacial para colonização de plantas C4

Quanto mais distante dos pontos amostrais (manchas acinzentadas), menos confiável a interpolação.

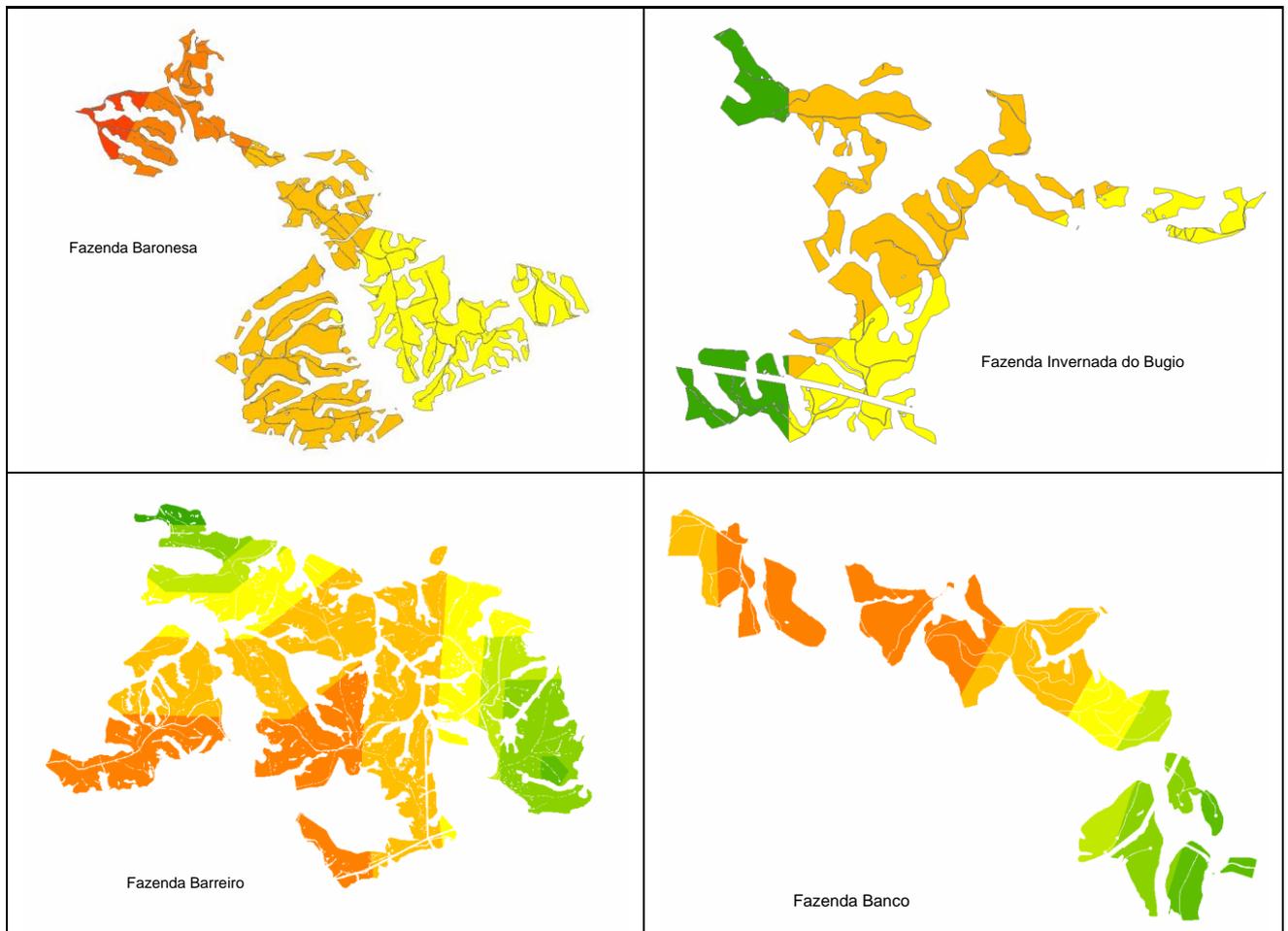


**Figura 6 – Resultados da interpolação e semivariograma**

Figure 6 – Interpolation results and semivariogram

Tal como pode ser percebido na análise do semivariograma, os dados apresentam moderada correlação espacial, possibilitando a geração de modelos preditivos.

Considerando-se áreas menores, a interpolação obtém resultados mais confiáveis e úteis. Alguns exemplos:



**Figura 7** – Exemplos de krigagem por fazenda  
*Figure 7* – Krigage examples in the farms

### Considerações Finais

De acordo com análise do semivariograma, há continuidade espacial para a variável em questão.

Recomenda-se repetir este trabalho em outras bases florestais, considerando-se espaçamento, coletar dados de outras variáveis não contempladas no estudo, realizar co-krigagem para variáveis potencialmente correlacionadas.

### Referências

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. 1986. **Ecology. From Individuals to Ecosystems.**

BLACK, C. C. 1971. Ecological Implications of dividing plants into groups with distinct photosynthetic capacities. **Adv. Ecol. Res.** v. 7, p. 87-114.

- CAPELLI, N. L. 1997. **Agricultura de Precisão. Novas Tecnologias para o Processo Produtivo.** Embrapa. Disponível em: <<http://www.bases.cnptia.embrapa.br/cria/gip/gipap/capelli.htm>>.
- CEPAGRI – Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. 2007. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br>>.
- GAZZIERO, D. L. P. 2001. **Plantas Daninhas.** Embrapa. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/plantdan.htm>>.
- JOSE, P. S.; BARBOSA, A. F. 1999. **Resistência das Plantas Daninhas aos Herbicidas.** Universidade Federal de Lavras - Núcleo de Estudo de Genética. Disponível em: <<http://www.nucleoestudo.ufla.br/gen/publicacoes/revista/semi00s/paulosergio.htm>>.
- ODUM, E. 1983. **Ecology.** Guanabara-Koogan, p.19-20. 434p.
- PIERRE, F. J.; NOWAK, P. 1999. Aspects of Precision Agriculture. **Advances in Agronomy**, v. 67, p. 1-67,
- RICKLEFS, R. E. 1993. **A Economia da Natureza.** Guanabara-Koogan, p. 45-46. 470p.
- RISSLER, J.; MELLON, M. 1996. **The Ecological Risks of Engineered Crops.** Cambridge: MIT Press.