

ESPACIALIDADE DE RESÍDUO INDUSTRIAL (VINHAÇA) DE USINAS DE CANA-DE-AÇÚCAR APLICADOS EM SOLOS DO MS

Laércio Alves de Carvalho (*), Daiane Alencar da Silva, Elaine Novak, Nélison Ferreira Corrêa, Carlos Alberto Machado Chuba

* Prof. Dr. da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul e lcarvalh@uems.br.

RESUMO

A reutilização deste subproduto do processo industrial torna-se necessário por fatores ambientais e econômico, utilizado como fonte de nutrientes do canavial. O objetivo deste trabalho foi propor um método de avaliação da uniformidade de aplicação de vinhaça, em áreas de cana de açúcar, empregando ferramentas estatísticas e geoestatística, visando auxiliar a existência ou não de homogeneidade. Método proposto de coleta utilizou 40 pontos georeferenciado posicionado em oito colunas e cinco linhas, cada ponto foi instalado um pluviômetro portátil entre a mangueira do carretel enrolador de aplicação de vinhaça. Após passagem do carretel foi anotada a quantidade observada na graduação dos pluviômetros e os dados foram submetidos a análises estatísticas e geoestatística. Constatou-se que as áreas não possuíam homogeneidade de aplicação, excetuando a área oito. As mesmas apresentaram doses diferentes dos 20 mm estipulado pela usina, necessitando ferramentas que promovam maior eficiência durante a aplicação. Os parâmetros dos modelos ajustados dos semivariogramas das aplicações de vinhaça no canavial apresentou forte dependência espacial, com ajuste principal ao modelo esférico. As distâncias a serem instalados os pontos de amostragem para futuros experimentos, ainda pertencentes à região de dependência espacial, poderão ter alcance entre 12,10 a 75,40 metros, colaborando para a economia de recursos quando necessitar de novas avaliações. Verificou que o modelo geoestatístico foi eficiente nas projeções da continuidade para pontos não amostrados, constatando a ocorrência de áreas de aplicação heterogênea. Identificou-se a ocorrência de áreas com baixa aplicação conduzindo a gastos de recursos sem a devido controle de aplicação. A usina deverá investir em sistemas de controle da aplicação ao longo da safra, para maior eficiência da adubação por fertirrigação.

PALAVRAS-CHAVE: Meio ambiente, vinhoto, qualidade ambiental.

INTRODUÇÃO

A sustentabilidade tem sido motivo de discussões nos vários setores produtivos, não sendo diferente no agronegócio, onde tornou-se uma constante nos empreendimentos, principalmente na área agrícola, equilibrando-se em três pilares o social, o econômico e o ambiental.

As atividades humanas vêm utilizando os recursos naturais de forma indiscriminada, provocando intensa degradação do meio ambiente. Essas ações descontroladas sem planejamento estão ocasionando diminuição da biodiversidade afetando a fauna e flora, contaminando a água e solo, fazendo com que haja comprometimento desses recursos no que tange a sua manutenção ao longo dos anos. (GOLDEMBERG & LUCON, 2007).

Diversos países aliados a instituições de pesquisas estão em buscas de outras fontes de energias menos poluentes e renováveis. Nesta vertente o Brasil está na dianteira com seu programa de biocombustíveis, com biodiesel e etanol. A procura por etanol, nas destilarias brasileiras, tem contribuído para o crescimento da produção, onde cerca de 60% de toda cana de açúcar produzida é transformada em álcool anidro ou hidratado.

O objetivo deste trabalho foi propor um método de avaliação da uniformidade de aplicação de vinhaça, em áreas de cana de açúcar, empregando ferramentas estatísticas e geoestatística, visando auxiliar a existência ou não de homogeneidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área agrícola da Usina Eldorado - Grupo ETH Bioenergia S/A, localizada no município de Rio Brillhante, MS, e inserida na Bacia do Rio Paraná, sub-bacia do Rio Ivinhema, cujas coordenadas estão situadas a 21° 50' 52 de Latitude sul e 53° 57' 49" de Longitude oeste, com altitude média de 650 m.

O relevo local é plano a suavemente ondulado, com solo Argissolo Vermelho distrófico arênico (Embrapa, 2006). O clima da região é caracterizado tipo Aw, tropical de savana com período chuvoso concentrado no verão e estação seca no inverno, de acordo com a classificação de Köppen, com precipitação média de 1440 mm ao ano.

As amostras foram coletadas nos meses de agosto e setembro de 2011, na fazenda São Joaquim, distando aproximadamente nove quilômetros da usina Eldorado ETH, de onde a vinhaça é transportada por meio de canais

mestres.

O método de coleta foi proposto para atender aos requisitos e número mínimo de pontos exigido para as análises geoestatística. Foram consideradas 8 áreas, sendo em cada uma delas distribuídos quarenta pontos em forma de malha, georreferenciados conforme Tabela 1, onde apresentam as coordenadas dos pontos iniciais, tomados como base para as projeções de todos os pontos da malha amostral.

A coleta consistiu em posicionar os pluviômetros entre a mangueira do sistema de irrigação da vinhaça, com o auxílio de estacas de fixação. Em cada linha foram instalados oito pluviômetros de oito em oito metros, com espaçamento entre linhas de cinquenta metros, com cinquenta metros de bordadura nos pontos iniciais e finais, segundo, conforme esquema da Figura 1. No período de coleta do experimento foram realizadas em oito áreas distintas e escolhidas aleatoriamente.

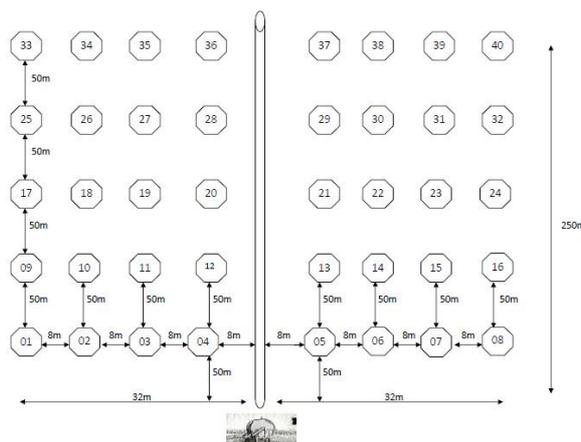


Figura 1: Esquema de posicionamento dos pluviômetros no procedimento de coleta da malha nas amostras das áreas de aplicação de vinhaça da Usina Eldorado - Grupo ETH Bioenergia S/A.

A aplicação de vinhaça na área em pesquisa foi realizada pelas frentes de trabalho da Usina Eldorado - Grupo ETH Bioenergia S/A, cuja indicação descrita pela usina para aplicação em campo foi de vinte milímetros (20 litros/m²), o que corresponde a aproximadamente duzentos metros cúbicos por hectare (200 m³/ha), em áreas pré-definidas conforme cronograma da usina em três turnos ininterruptos.

As ferramentas da estatística clássica foram utilizadas nos dados brutos para as análises de assimetria, curtose, amplitude, média, desvio padrão, coeficiente de variação, erro padrão, ambas calculadas com o auxílio do programa software BioEstat (5.3).

O dados processados pelo GS+, originaram os semivariograma experimental gerando os parâmetros: Efeito pepita (Co), Alcance (a) e Patamar (C), além do formato da curva que melhor ajusta aos pontos experimentais na região, os quais caracterizam os aspectos da dependência espacial dos modelos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme Tabela 1, podemos considerar os coeficientes de variação (CV) das amostras A3, A4, A5 e A8, como sendo menor que 35%, conforme Ortiz (2003) e Marques Jr (2008) mostrando que para estas amostras o valor de CV é baixo, sendo aceito devido aos experimentos serem provenientes de dados de campo, assim são classificados como homogêneo e as médias tem significado representativo. Por outro lado as amostras A1, A2, A6 e A7 possuem valores de CV entre 35% e 65%, o qual a literatura classifica como heterogêneo e as médias possuem pouco significado.

Tabela 1- Indica os valores dos momentos estatísticos das amostras em milímetros de vinhaça colhido em canalial de Mato Grosso do Sul.

Amostra	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Mediana	18.00	18.00	30.00	22.00	20.00	15.50	10.00	20.00
Média Aritmética	18.74	17.91	29.24	22.21	21.44	16.83	12.19	20.86
Desvio Padrão	7.64	9.46	5.02	3.69	5.35	10.06	7.47	1.86
Variância	58.32	89.43	25.23	13.62	28.63	101.30	55.75	3.47
Coefficiente de Variação	0.41	0.53	0.17	0.17	0.25	0.60	0.61	0.09

Os dados submetido à estatística convencional, conduz a considerar que todas as aplicações estão dentro dos limites recomendados de fertirrigação pela usina (20 mm). Observando as médias e seus respectivos desvios padrões, por seu princípio, os valores alcançariam a recomendação da usina, com exceção da amostra 03 que estaria acima das especificações de aplicações, mesmo considerando o menor valor possível para o desvio padrão.

A medida de variação amplitude total, sendo a diferença entre o maior valor e o menor valor medido, demonstra que existe uma grande variação, como na amostra 06 onde a amplitude foi de 45,00 mm e a amostra 07 com 30,00 mm, observando valores muito altos para uma aplicação que se espera homogênea, as quais deveriam estar próxima dos valores da amostra 08 com amplitude de 10,00 mm, conduzindo a observações de que existem variações grande entre os pontos na mesma amostra. Essa tendência pode ser visualizadas na Tabela 10 e confirmados pelos pontos de máximo e mínimo.

Os estudos de continuidade espacial dos dados amostrados, após a construção do semivariogramas experimentais, calculados nas principais direções (00, 45, 90 e 135 graus), caso em que os semivariogramas apresentaram comportamento semelhante em todas as direções testadas no programa GS⁺ (Geostatistics for the Environmental Sciences, version 7.0), configurando que as amostras possuem comportamento isotrópico, conforme descrito em Guimarães, (2004).

Os semivariogramas visualizados na Figura 2, construídos através dos ajustes dos dados aos modelos teóricos, mostrou que todas as amostras possuem dependência espacial, podendo ser classificados como transitivos ou com patamar, conforme Camargo (2001) *apud* Isaaks & Srivastava, (1989) e ajustados aos modelos esférico ou exponencial.

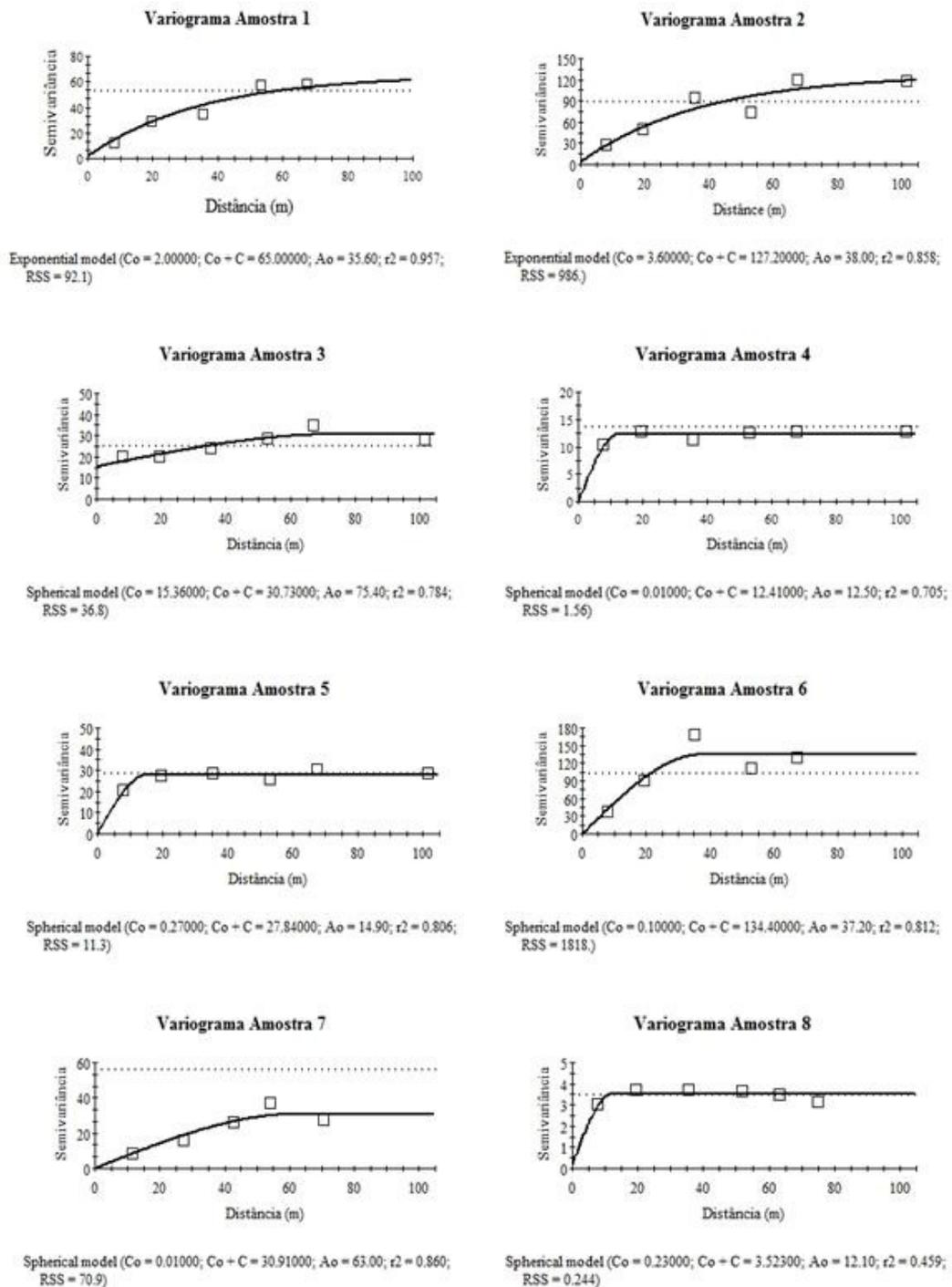


Figura 2 - Modelagem dos semivariogramas obtidos a partir dos dados experimentais.

Um parâmetro ponderado durante a comparação dos modelos foi o efeito pepita, que segundo Baú *et al.* (2006), mostra a confiabilidade nas medições de coleta dos dados e detecta erros quando existem grandes intervalos entre as amostras no campo. Conforme descrito por Corá *et al.* (2004), o efeito pepita (C_0) representa a variância não explicada ou ao acaso, frequentemente causada por erros de medições ou variações dos atributos não detectadas na amostragem.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Verificou-se que a distância a serem instalados os pontos de amostragem para futuros experimentos, ainda pertencentes à região de dependência espacial, poderão ter alcance entre 12,10 metros a 75,40 metros, colaborando para a economia de recursos quando necessitar de novas avaliações.

Verificou que o modelo geoestatístico foi eficiente nas projeções da continuidade para pontos não amostrados da aplicação de vinhaça, constatando a ocorrência de áreas de aplicação heterogênea.

A usina deverá investir em sistemas de controle da aplicação ao longo da safra, para conseguir os efeitos desejados da adubação.

AGRADECIMENTOS

À Usina, pela colaboração prestada para a realização da presente pesquisa e à Petrobras pela concessão da bolsa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BAÚ, ANTONIO LUIZ; GOMES, BENEDITO MARTINS; QUEIROZ, MANOEL MOISES FERREIRA DE; OZAPO, MIGUEL ANGEL; SAMPAIO, SILVIO CÉSAR. Comportamento Espacial da Precipitação Pluvial Mensal Provável da Mesoregião Oeste do Paraná. Irriga Botucatu. V.11, n.2, pg. 150-168, Botucatu, 2006.
2. CAMARGO, E. C. G. ; FELGUEIRAS, C. A. ; MONTEIRO, A. M. V. . A Importância da Modelagem da Anisotropia na Distribuição Espacial de Variáveis Ambientais Utilizando Procedimentos Geoestatísticos. In: X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 395-402. São José dos Campos: INPE, 2001.
3. CORÁ, J. E.; ARAUJO, A. V.; PEREIRA, G. T.; BERALDO, J. M. G. Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 28, núm. 6, 2004, pg. 1013-1021; Viçosa-MG, Brasil, 2004.
4. COSTA NETO, Pedro Luiz de Oliveira. Estatística. Editora Edgard Brucher, 226p. 2002.
5. GUIMARÃES, EDNALDO CARVALHO; **Geoestatística Básica e Aplicada**; Núcleo de Estudos Estatísticos e Biométricos, 74pg - Universidade Federal de Uberlândia - Uberlândia-MG, 2004.
6. ISAAKS, E.H. & SRIVASTAVA, R.M. An introduction to applied geostatistics. 561p - New York, Oxford University Press, 1989.