

# ESTUDO ESPACIAL DO RENDIMENTO DE GRÃOS E PORCENTAGEM DE CASCA DE DUAS VARIEDADES DE *Coffea arabica* L. VISANDO A PRODUÇÃO DE CAFÉ DE QUALIDADE

## SPATIAL STUDY OF GRAIN YIELD AND PERCENTAGE OF BARK OF TWO VARIETIES OF *Coffea arabica* L. TO THE PRODUCTION OF QUALITY COFFEE

Samuel de Assis SILVA<sup>1</sup>; Julião Soares de Souza LIMA<sup>2</sup>; Aline Inácio ALVES<sup>3</sup>

1. Doutorando em Engenharia Agrícola, Bolsista do CNPq, Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, MG, Brasil. [samuel-assis@hotmail.com](mailto:samuel-assis@hotmail.com); 2. Professor, Doutor, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Alegre, ES, Brasil. [limajss@yahoo.com.br](mailto:limajss@yahoo.com.br); 3. Graduanda em Engenharia de Alimentos – UFES, Alegre, ES, Brasil.

**RESUMO:** Objetivou-se com esse trabalho analisar espacialmente o rendimento de grãos e a porcentagem de casca de duas variedades de café arábica com vistas na produção de café de qualidade, utilizando métodos de geoestatística e estatística clássica. O experimento foi instalado durante a safra referente ao ano agrícola 2007/2008 em duas lavouras de *Coffea arabica* L., sendo uma de café catucaí e a outra catuaí. Avaliou-se a massa de café úmido, produtividade de café beneficiamento, rendimento (café úmido/café beneficiado) e porcentagem de casca. Os dados foram analisados pela estatística descritiva e em seguida pela geoestatística para verificar a existência e quantificar o grau de dependência espacial das variáveis. A produtividade da variedade catuaí foi superior à produtividade do catucaí, assim como a porcentagem de casca e rendimento, cuja variação só foi perceptível através da utilização da geoestatística, uma vez que a média não permitiu constatar tal diferença. A variedade catuaí tem maior potencial para a qualidade quando comparada à variedade catucaí devido à maior proporção de casca condição ideal para expressão dessa característica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cafés finos. Geoestatística. Produtividade. Qualidade de bebida.

### INTRODUÇÃO

Para a sobrevivência da cafeicultura brasileira, o Brasil tem que seguir o caminho da qualidade (WIEZEL, 1981), uma vez que o valor comercial dos grãos de café (*Coffea arabica* L.) está diretamente relacionado com sua qualidade, e uma importante característica econômica no que diz respeito à qualidade e, também à quantidade é o seu rendimento, ou seja, a relação entre a massa de café maduro ou seco e o de café beneficiado.

Carvalho et al. (1997) afirmam que a qualidade da bebida do café é dependente do equilíbrio entre a sua casca, polpa e semente, uma vez que essa primeira possui composição química muito parecida com a do grão sendo utilizada, em algumas regiões, como bebida na composição de café solúvel ou em formulações. Segundo esses autores a qualidade de bebida tende a ser máxima quando há um equilíbrio da composição química desses três componentes.

Existem implicações importantes decorrentes da relação entre café úmido e café beneficiado. A principal é que ela afeta a rentabilidade final do sistema produtivo em intensidade maior que aparenta (MEDINA FILHO; BORDIGNON, 2003). Segundo esses mesmos autores, no café, não raro, o custo operacional é bem próximo da receita obtida com a venda do produto, logo ao se elevar a proporção úmido/beneficiado,

sem alterações na qualidade, reduz-se a rentabilidade do sistema e consequentemente o lucro final do produtor.

Diversas cultivares de café vem sendo cultivadas ao longo dos anos e dentro desse extenso material existe grande variabilidade no que diz respeito ao rendimento dos grãos, com valores que vão de 30 a 64% o que representa uma potencialidade na seleção de cafés com maior rentabilidade e qualidade (MEDINA FILHO; BORDIGNON, 2003).

Considerando que a qualidade dos cafés está diretamente relacionada com fatores pré e pós-colheita, novas metodologias devem ser propostas para aumentar a eficiência dos sistemas agrícolas, e novas técnicas devem ser desenvolvidas para lidar com a cultura do café, a fim de reduzir prejuízos decorrentes de manejos inadequados que conduzem a quebras de produtividade e à perda da qualidade do produto, deixando de explorar os potenciais das variedades atualmente cultivadas (SILVA, 2009).

A geoestatística tem-se mostrado de grande utilidade nas diversas áreas das ciências agrárias para caracterizar e mapear a variação espacial das propriedades que norteiam os cultivos (MANZIONE et al., 2002). Queiroz et al. (2004), afirmam que a utilização dessa ferramenta pode trazer inúmeros benefícios à cultura do café, pois trata-se de uma cultura de elevada receita por área, sendo seu preço baseado na qualidade dos grãos. De

acordo com esses autores, o emprego dessas técnicas, características de agricultura de precisão, pode auxiliar na identificação de áreas com potencial para produção de frutos com melhor qualidade, e até mesmo no entendimento dos fatores inerentes à mesma.

Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho analisar espacialmente o rendimento de grãos e a porcentagem de casca de duas variedades de café arábica com vistas na produção de café de qualidade.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na safra referente ao ano agrícola 2007/2008 em duas lavouras de *Coffea arabica* L. na Fazenda Jaguaraí, localizada no município de Reduto, na Zona da Mata de Minas Gerais. As áreas experimentais estão localizadas a 20° 45' 45,4'' de latitude S e 41° 32' 9,75'' de longitude W, com altitude média de 796 metros.

As lavouras localizam-se em uma encosta com declividade média de 64° sendo que a área mais abaixo na encosta, com aproximadamente 1,2 ha, vem sendo cultivada há 5 anos com a variedade Catucaí Amarelo 20/15 – 479 e a área mais acima, com aproximadamente 0,8 ha, com a variedade Catucaí Vermelho 44, ambas no espaçamento de 2,5 x 0,6 m.

Construiu-se uma malha de 100 pontos (50 em cada área), onde foram realizadas as coletas dos grãos. As demarcações foram feitas de forma que a maior distância entre pontos fosse em torno de 20 m (eixo x) e a menor distância em torno de 5 m (eixo y). Os pontos amostrais foram materializados com estacas de madeira, e o levantamento topográfico realizado através de uma estação total.

Cada ponto amostral, com uma área de 6 m<sup>2</sup>, foi composto de três plantas. Foram realizadas coletas nas três plantas gerando três subamostras, as quais foram homogeneizadas para formar uma amostra composta representativa do ponto.

A produção foi avaliada em julho de 2008, sendo a colheita em cada ponto feita por derriça manual. Em seguida, procedeu-se a pesagem do café úmido colhido de cada ponto. Do café úmido, retirou-se uma amostra de 1,0 kg a qual foi colocada em estufa a 70° C até atingir ±12% de umidade, para a determinação das variáveis.

O café beneficiado foi determinando retirando-se a casca dos grãos secos em estufa, sendo esses submetidos à pesagem, obtendo-se a massa de café beneficiado para cada ponto amostral. De posse da área correspondente a cada ponto, os

valores de café úmido e os valores de café beneficiados foram convertidos em Mg.ha<sup>-1</sup>.

O rendimento de grãos, que corresponde à proporção entre café cereja e café beneficiado, foi determinado pela divisão entre a massa de café úmido e a massa de café beneficiado. A porcentagem de casca presente nos grãos de cada ponto foi determinada pela porcentagem de massa de casca em relação à massa de grãos beneficiados.

Os valores encontrados foram submetidos a uma análise exploratória para verificar a presença de valores discrepantes (*outliers*) e sua influência sobre as medidas de posição e dispersão, conforme proposta de Libardi et al. (1996).

Em seguida, os dados foram analisados por meio das medidas de posição (média e mediana), dispersão (valores máximos, mínimos, desvio-padrão, variância e coeficiente de variação) e forma da dispersão (coeficientes de assimetria e curtose). A normalidade foi testada pelo teste Shapiro-Wilk's ( $p < 0,05$ ).

Para verificar a existência e, neste caso, quantificar o grau de dependência espacial dos parâmetros avaliados, os dados foram submetidos a uma análise geoestatística, a partir do ajuste de funções teóricas aos modelos de variogramas experimentais, com base na pressuposição de estacionaridade da hipótese intrínseca e conforme equação:

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i) - z(x_i + h)]^2$$

em que:  $N(h)$  é o número de pares de valores  $[Z(x_i), Z(x_i + h)]$  separados por um vetor  $h$ , e  $x_i$  é uma posição espacial da variável  $Z$ . À nuvem de pontos  $[h, \square(h)]$  ajusta-se uma função matemática, cujos parâmetros são conhecidos como: efeito pepita ( $C_0$ ), correspondendo ao valor da interseção no eixo das semivariâncias; patamar ( $C_0 + C$ ), aproximadamente igual ao valor variância dos dados; e alcance ( $a$ ), que representa a distância na qual o variograma atinge o valor do patamar (VIEIRA et al., 1983). Dependendo do comportamento da semivariância  $\square(h)$  para altos valores de  $h$ , os modelos podem ser classificados em: modelos com patamar, que representam a estacionaridade de segunda ordem, e modelos sem patamar, que satisfazem apenas a hipótese intrínseca e os variogramas podem ser definidos, mas não estabilizam em nenhum patamar.

Para a escolha do modelo adotado, baseou-se na minimização da soma de quadrados dos resíduos e no coeficiente de determinação múltipla ( $R^2$ ) do ajuste dos modelos teóricos aos variogramas experimentais. Na seqüência também foi utilizado o

$R^2$  da validação cruzada (valores observados versus valores estimados), como critério de escolha. Em caso de igualdade entre os resultados da validação cruzada, ou seja, o mesmo coeficiente de determinação, o modelo escolhido foi o que apresentou o menor efeito pepita ( $C_0$ ).

Para análise do índice de dependência espacial (IDE), foi utilizado a relação  $C/(C_0+C)$  e os intervalos propostos por Zimback (2001) que considera a dependência espacial fraca ( $IDE < 25\%$ ); moderada ( $25\% \leq IDE < 75\%$ ); e forte ( $IDE \geq 75\%$ ).

Comprovada a dependência espacial para os parâmetros analisados, utilizou-se o método de interpolação krigagem ordinária para estimar valores em locais não medidos.

As análises estatísticas foram realizadas no *software* Statistica e as análises geoestatísticas, bem como os métodos de interpolação, foram realizadas no *software* GS+ (ROBERTSON, 2000) sendo os mapas confeccionados utilizando o *software* Surfer.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise descritiva (Tabela 1), depois da retirada dos valores discrepantes (*outliers*), observa-se que, com base nos valores médios, existe diferença entre as variedades no que diz respeito à produção de café úmido e de café beneficiado, no entanto ao analisarmos os valores de rendimento, e porcentagem de casca essas diferenças não são evidenciadas.

**Tabela 1.** Estatística descritiva e distribuição de frequência para as variáveis produtividade em grãos úmidos e beneficiados, rendimento e porcentagem de casca para as duas variedades de café arábica

Variáveis	Estatística								
	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	s	CV%	$C_s$	$C_k$	w
Café úmido <sup>1</sup>	24.98b*	23.47	9.17	41.39	7.84	31.38	0.17	-0.06	ns
Café úmido <sup>2</sup>	30.60a	31.67	10.56	52.50	9.65	31.55	-0.09	-0.17	ns
Café Beneficiado <sup>1</sup>	5.39b	5.13	1.83	8.66	1.63	30.19	0.28	-0.15	ns
Café Beneficiado <sup>2</sup>	6.60a	6.95	2.06	10.46	1.97	29.87	-0.25	0.01	ns
Rendimento <sup>1</sup>	4.63a	4.57	4.01	5.31	0.29	6.26	0.31	0.24	ns
Rendimento <sup>2</sup>	4.60a	4.58	3.97	5.25	0.30	6.52	-0.11	-0.08	ns
% de Casca <sup>1</sup>	17.09a	16.94	13.27	21.70	1.74	10.20	0.34	0.28	ns
% de Casca <sup>2</sup>	17.86a	17.54	14.04	21.59	1.82	10.21	-0.01	-0.03	ns

1. Catuaí; 2. Catuaí; Café úmido e Beneficiado em  $Mg\ ha^{-1}$ ; s – desvio padrão;  $C_s$  – coeficiente de assimetria;  $C_k$  – coeficiente de curtose; ns – distribuição normal pelo teste Shapiro-Wilk's a 5% de probabilidade; \*médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tuckey.

Medidas de tendência central (média e mediana) não são parâmetros eficientes para caracterizar fenômenos que apresentam dependência espacial por se tratar de estimadores muito influenciados por diferentes fatores e assim capazes de ocultar variações (VIEIRA et al., 1983), no entanto ao analisar conjuntamente os valores de amplitude e CV's para as variáveis rendimento e % de casca, fica evidente a pequena diferença entre as variedades, uma vez que existe pequena variação entorno da média.

As variáveis apresentaram valores de simetria e curtose próximos de zero, indicando pequena dispersão em relação a um padrão levando a adequação dos dados à curva de distribuição normal, conforme teste de Shapiro-Wilk's a 5% de probabilidade. Paz-Gonzalez et al. (2001) afirmam que quando é satisfeita a normalidade dos dados a estimativa de valores em locais não medidos utilizando o método da krigagem na interpolação

tem sua eficiência aumentada, apresentando melhores resultados em relação a outros métodos.

As variáveis estudadas apresentaram dependência espacial (Tabela 2), indicando que tanto a produtividade quanto os rendimentos para as duas variedades sofrem variação em função da distância entre as amostras, afetando o comportamento espacial das mesmas. Como os variogramas apresentaram patamares bem definidos, assumiu-se, nesse caso, estacionaridade intrínseca uma vez que não se verificou tendência de variação para os nutrientes e as produtividades com as direções.

O modelo que melhor se ajustou aos dados, de acordo com os critérios de seleção, foi o esférico, com exceção apenas para a produtividade de café beneficiado e % de casca na variedade catuaí aos quais se ajustou o modelo exponencial. Quanto melhor o ajuste, mais fácil é a definição de zonas uniformes de manejo para a área em estudo, ou seja,

a definição de subáreas do campo que expressem a combinação de fatores que determinam um dado

fenômeno, facilitando o seu controle (LANDIM; STURARO, 2002).

**Tabela 2.** Modelos e Parâmetros dos variogramas médios ajustados para as variáveis produtividade em grãos úmidos e beneficiados, rendimento, % de casca e % de perda para as duas variedades de café arábica

Variáveis	Modelos e Parâmetros							
	Modelo	C <sub>0</sub>	C <sub>0</sub> +C	a	R <sup>2</sup>	IDE	R <sup>2</sup> -VC	p-valor
Café úmido <sup>1</sup>	Esférico	0.20	0.98	18	73	80	17	0.003
Café úmido <sup>2</sup>	Esférico	0.38	1.20	40	82	70	32	0.000
Café Beneficiado <sup>1</sup>	Esférico	0.11	1.02	19	74	89	21	0.002
Café Beneficiado <sup>2</sup>	Exponencial	0.12	1.16	32	83	90	24	0.000
Rendimento <sup>1</sup>	Esférico	0.17	0.94	40	60	82	16	0.004
Rendimento <sup>2</sup>	Esférico	0.59	1.19	41	89	51	20	0.002
% de Casca <sup>1</sup>	Esférico	0.37	1.11	42	67	66	23	0.001
% de Casca <sup>2</sup>	Exponencial	0.38	1.11	46	72	66	17	0.001

1. Catucaí; 2. Catuaí; C<sub>0</sub> – efeito pepita; C<sub>0</sub>+C – patamar; IDE – índice de dependência espacial; a – alcance.

Os alcances de semivariância apresentaram uma variação de 18 m (produtividade em grãos úmidos) e 46 m (% de Casca), indicando que essa última apresenta maior continuidade espacial e consequentemente menor variabilidade. Existe uma relação entre o coeficiente de variação e os alcances de semivariância a qual fica evidente nesse estudo, ou seja, variáveis que apresentam menores coeficientes de variação tendem a apresentar maiores alcances, uma vez que o CV é uma medida inicial da variabilidade dos dados.

Os mapas das Figuras 1, 2 e 3, onde as escalas foram padronizadas para facilitar as comparações, apresentam as distribuições espaciais das variáveis em estudo, onde podemos perceber o efeito dos maiores alcances de semivariância. Mapas que apresentam regiões mais específicas estão associados a maiores valores de alcance. O alcance da dependência espacial é um parâmetro importante no estudo do variograma, uma vez que indica a zona de influência de uma amostra, ou seja, define a distância máxima até onde o valor de uma variável possui relação de dependência espacial com o seu vizinho (GUERRA, 1988).

Em todos os mapas (Figura 1), é possível perceber a maior produtividade da variedade catuaí em relação à variedade catucaí, seja avaliada pelos grãos úmidos ou beneficiados. De uma forma geral, para a variedade catucaí, a maior proporção da área em estudo apresentou produtividade de café beneficiado entre 5 e 7 Mg ha<sup>-1</sup> o que representa em torno de 83 a 115 sc ha<sup>-1</sup>. Já para a variedade catuaí, a maior proporção da área em estudo apresentou produtividade entre 6 e 8 Mg ha<sup>-1</sup> o que representa em torno de 100 a 130 sc ha<sup>-1</sup>. Esses valores de produtividade para ambas as variedades estão acima

dos valores observados em média para café arábica, e se justificam pelo espaçamento adensado das plantas, permitindo maiores produtividades.

No que diz respeito às porcentagens de casca (Figura 2), apesar dos valores médios não terem apresentado essa variação, observa-se que a variedade catuaí possui maior proporção de casca do que a variedade catucaí, uma vez que a maior proporção da área em estudo tem % de casca superior a 17, enquanto que na variedade catucaí a maior proporção de área apresenta % de Casca entre 16 e 18.

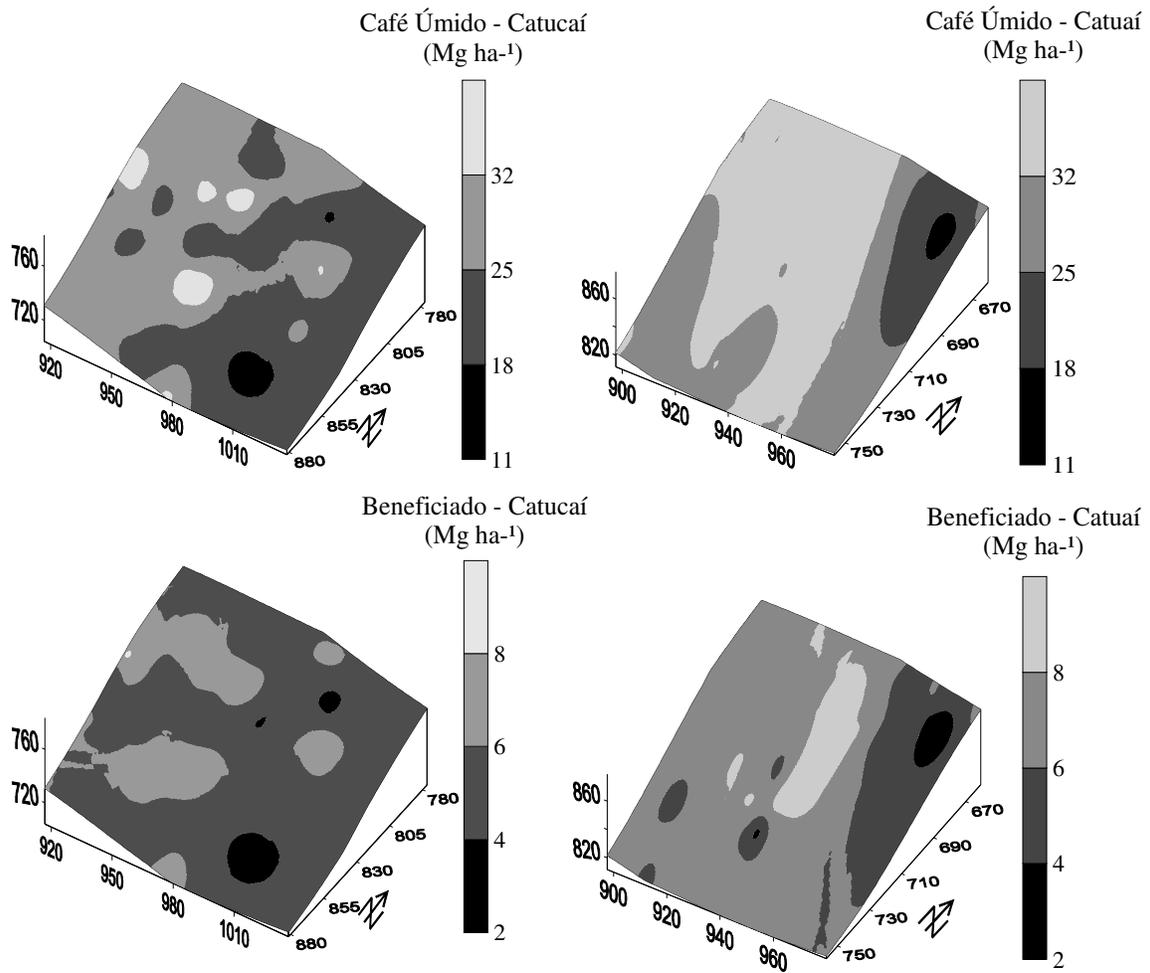
Conforme discutido anteriormente, sendo a casca de composição química muito parecida com a semente (CARVALHO et al., 1997), aliado ao fato de que grande proporção de sólidos solúveis presente nesta tendem a migrar para o grão e afetar sua constituição (ALVES, 2009), fazendo com que os grãos apresentem maiores teores de açúcares exercendo influência sobre a qualidade da bebida (CHAGAS et al., 1996), é de se esperar que a variedade catuaí propicie um produto de melhor qualidade em comparação com a variedade catucaí.

A Figura 3 apresenta os valores de rendimento dos grãos de café para as duas variedades. Neste caso quanto menor o valor melhor é o rendimento da cultura, uma vez que representam a relação entre o número de sacos de café úmido, necessários para constituir um saco de café beneficiado.

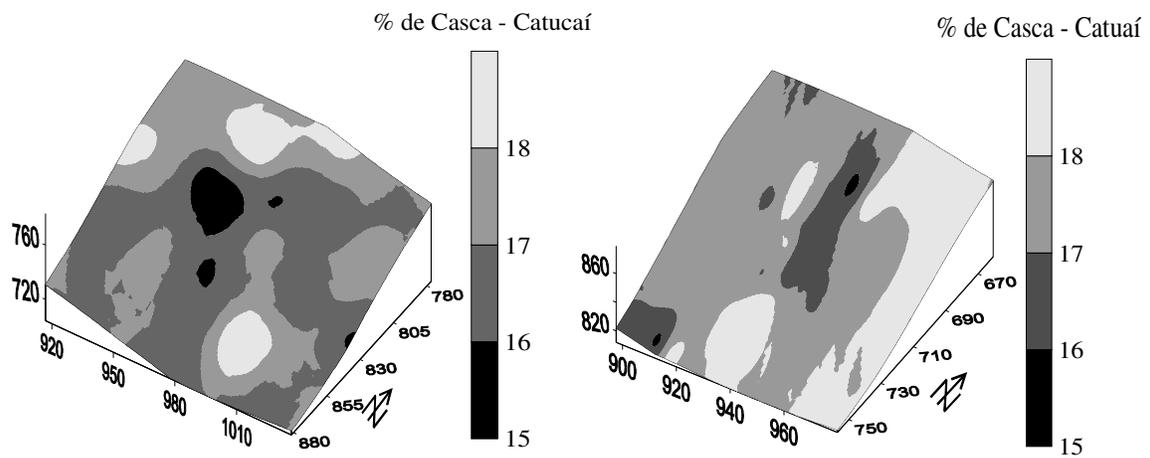
É possível observar que o rendimento dos grãos de café é ligeiramente superior para a variedade catucaí, que tem maior proporção de área com rendimento entre 4,4 e 4,7, apesar desta apresentar uma pequena região onde o rendimento é mínimo (> 5). Já para a variedade catuaí, a maior

proporção da área apresenta rendimento entre 4,4 e

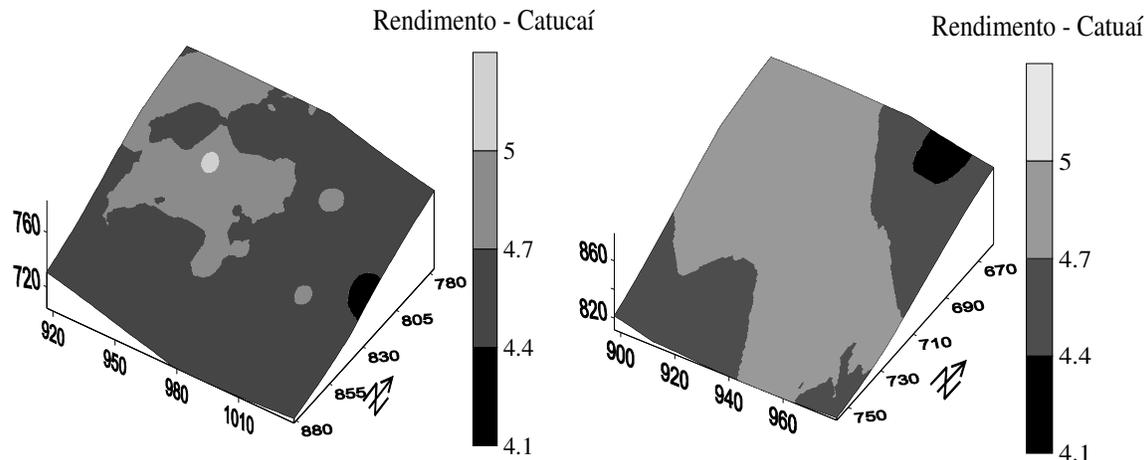
5 evidenciando a maior perda para essa variedade



**Figura 1.** Distribuição espacial da produtividade em grãos úmidos e grãos beneficiados para duas variedades de café arábica.



**Figura 2.** Distribuição espacial da % de Casca para duas variedades de café arábica.



**Figura 3.** Distribuição espacial do rendimento para duas variedades de café arábica.

O rendimento de grãos é um indicativo do grau de maturação das lavouras, uma vez que quanto maior a relação entre a massa de café úmido e a massa de café beneficiado maior será a proporção de frutos do tipo cereja em detrimento aos frutos verdes, defeituosos e etc. (MEDINA FILHO; BORDIGNON, 2003).

A maior proporção de frutos do tipo cereja indica que esses se desenvolveram ao mesmo tempo e estiveram sujeitos às mesmas condições de suprimento nutricional, luz e água o que acaba por propiciar um desenvolvimento mais homogêneo aos mesmos (SOARES et al., 2005), resultando em uma constituição química semelhante dos frutos e também mais equilibrada o que permite melhoria na qualidade da bebida. De acordo com Freire e Miguel (1985) o ideal é colher o fruto no ponto cereja, quando apresenta a máxima qualidade, pois quando o café possui grande proporção de grãos verdes o tipo e a bebida é comprometida. Pimenta (1995) concluiu que cafés colhidos verdes apresentaram maior número de defeitos, bebida dura e foram reprovados para comercialização. Os secos

apresentaram valores intermediários e os cafés-cereja foram classificados como de bebidas superiores.

## CONCLUSÕES

Todas as variáveis apresentaram dependência espacial com grande variação nos valores de alcance o que caracteriza a elevada variabilidade espacial existentes para as variedades estudadas.

A produtividade da variedade catuaí foi superior à produtividade do catucaí, assim como a % de casca e rendimento, cuja variação só foi perceptível através da utilização da geoestatística, uma vez que a média não permitiu constatar tal diferença.

A variedade catuaí tem maior potencial para a qualidade quando comparada à variedade catucaí devido, principalmente, à maior proporção de casca condição tida como ideal para expressão dessa característica.

---

**ABSTRACT:** The objective of this work is to analyze the spatially grain yield and percentage of pods of two varieties of arabic coffee in order to produce quality coffee, using methods of classical statistics and geostatistics. The experiment was installed in the season regarding the agricultural year 2007/2008 in two crops of *Coffea arabica* L., one of coffee Catucaí and other Catuaí. To evaluate the mass of wet coffee (cherry), productivity of coffee processing, income (coffee cherry coffee / received) and % of bark. Data were analyzed by descriptive statistics and then by geostatistics to verify the existence and quantify the degree of spatial dependence of variables. The productivity of the variety Catuaí was higher than the productivity of Catucaí, as a % of bark and yield, which was only noticeable change through the use of geostatistics as the average did not see that difference. The variety Catuaí has greater potential for quality when compared to the variety Catucaí due to the higher proportion of bark and more uniform ripening, ideal conditions for expression of this trait.

**KEYWORDS:** Fine Coffees. Geostatistics. Productivity. Quality of drinking.

**REFERÊNCIAS**

- ALVES, Enrique Anastácio. **Análise da variabilidade espacial e temporal da qualidade do café cereja produzido em região de montanha**. 2009, 116 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2009.
- CARVALHO, V. D.; CHAGAS, S. J. R.; SOUZA, S. M. C. de. Fatores que afetam a qualidade do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 5-20, 1997.
- CHAGAS, S. J. R.; CARVALHO, V. D.; COSTA, L.; ROMANIELLO, M. M. Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais. II. Valores de acidez titulável e teores de açúcares (redutores, não redutores e totais). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 20, p. 224-231, 1996.
- FREIRE, A. C. F.; MIGUEL, A. C. Rendimento e qualidade do café colhido nos diversos estádios de maturação em Varginha-MG. In: **Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras**, Caxambu, RJ, 1985.
- GUERRA, P. A. G. **Geoestatística operacional**. Ministério das Minas e Energia/ Departamento de Produção Mineral, Brasília, 1988. 145p.
- LANDIM, P. M. B.; STURARO, J. R. Krigagem indicativa aplicada à elaboração de mapas probabilísticos de riscos. DGA, IGCE, UNESP / Rio Claro, Lab. Geomatématica, **Texto Didático** 06, 19 pp. 2002. Disponível em <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textodi.html>>. Acesso em: 23 mai. 2008
- LIBARDI, P. L.; MANFRON, P. A.; MORAES, S. O. TUON, R. L. Variabilidade da umidade gravimétrica de um solo hidromórfico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 20, n. 1, p. 1-12, 1996.
- MANZIONE, R. L.; RODRIGUES, J. B. T.; ZIMBACK, C. R. L. Análise espacial multivariada na avaliação de parâmetros químicos do solo. 23p. 2002. In: BALASTREIRE, L. A. **Avanços na Agricultura de Precisão no Brasil no período de 1999-2001**. Piracicaba, 347 p. 2002.
- MEDINA FILHO, H. P.; BORDIGNON, R. Rendimento intrínseco: critério adicional para selecionar cafeeiros mais rentáveis. Informações Técnicas. **O Agrônomo**, Campinas, v. 55, n. 2, 2003.
- PAZ-GONZALEZ, A.; TABOADA CASTRO, M. T.; VIEIRA, S. R. Geostatistical analysis of heavy metals in a one-hectare plot under natural vegetation in a serpentine area. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 81, p. 469-479, 2001.
- PIMENTA, C. J. **Qualidade do café originado de frutos colhidos em quatro estádios de maturação**. Lavras, 1995. 94p. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos)- Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Lavras (UFLA).
- QUEIROZ, D. M.; PINTO, F. A. C.; ZANDONADI, R. S.; EMERICH, I. N.; SENA JUNIOR, D. G. Uso de Técnicas de Agricultura de Precisão para a Cafeicultura de Montanha. In: ZAMBOLIM. (Ed.) **Efeitos da Irrigação sobre a Qualidade e Produtividade do Café**. Viçosa, MG. p. 77-108,2004.
- ROBERTSON, G. P. GS+: **Geostatistics for the environmental sciences - GS+ User's Guide**. Plainwell, Gamma Desing Software, 2000. 152p.
- SILVA, S. A. **Variabilidade espacial de atributos de solo e folhas em lavouras de café arábica utilizando análise multivariada e geoestatística**. 2009. 106 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, 2009.

SOARES, A. R.; MANTOVANI, E. C.; RENA, A. B.; SOARES, A. A. Irrigação e fisiologia da floração em cafeeiros adultos na região da zona da mata de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 117-125, 2005.

VIEIRA, S. R.; HATFIELD, J. L.; NIELSEN, D. R.; BIGGAR, J. W. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. **Hilgardia**, Berkeley, v. 51, n. 3, p. 1-75, 1983.

WIEZEL, J. B. C. **Qualidade da bebida do café**. Curso (Pós-Graduação em Fitotecnia), Piracicaba, ESALQ, 24p. 1981.

ZIMBACK, C. R. L. **Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo**. 2001. 114 f. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.