

INTERAÇÃO ESPACIAL ENTRE ATRIBUTOS DE PRODUÇÃO DE MAÇÃ

L. J. Biffi¹; S. L. Rafaeli Neto²; V. A. Becegato²

RESUMO: Poucos estudos procuram avaliar as interações espaciais entre parâmetros de produção de maçã, especialmente em anos consecutivos. Este trabalho avaliou as interações espaciais de atributos de produção da cultivar 'Fuji' nos anos de 2004 e 2005, em um pomar comercial. Os atributos avaliados foram peso de frutos por planta (PP), número de frutos por planta (NF), peso médio de frutos por planta (PMF) e diâmetro de caule (DC). Utilizou-se de amostragem sistemática nas linhas de plantio e georreferenciamento com DGPS. Análise variográfica, geração de MNEs por krigagem, fatiamento dos MNEs em classes e tabulações cruzadas foram realizadas no sistema SPRING 4.3. A safra de 2005 foi influenciada por um período longo de estiagem. Os resultados mostram que menos de 9% da área do sítio avaliado apresentou parâmetros de produção alta; que, no período de seca, as regiões mais baixas do relevo compensaram a diminuição da produção das regiões mais altas, associadas ao manejo de poda mais intensa realiza pelo produtor; que, nos períodos de boa distribuição de chuvas, a variabilidade espacial dos atributos é maior.

PALAVRAS-CHAVES: Geoprocessamento, geoestatística, fruticultura de precisão.

SPATIAL INTERACTION AMONG ATTRIBUTES OF APPLE PRODUCTION SUBMITTED TO TWO YEARS OF OBSERVATIONS

SUMMARY: Few studies try to analyze the spatial interactions between parameters of apple production, especially in consecutive years. This work evaluated the spatial interactions of production attributes of 'Fuji' cultivate in the years of 2004 and 2005, in a commercial orchard. The appraised attributes were weight of fruits for plant (PP), number of fruits for plant (NF), weigh medium of fruits for plant (PMF) and stem diameter (DC). A systematic sampling in the planting lines was used and sampling points were georeferenced with DGPS. Variographic analysis, generation of DEMs by kriging, slicing of DEMs in classes and crossed tabulations were done in SPRING 4.3 GIS system. The harvest of 2005 was influenced by a long period of drought. The results show that less than 9% of the area of the appraised site present parameters of high production; that, in the drought period, the areas more drops of the relief compensated the decrease of the production of the highest areas, associated to the handling of more intense pruning it accomplishes for the producer; that, in the periods of good distribution of rains, the spatial variability of the attributes is larger.

WORD-KEY: Geoprocessing, geostatistic, precision horticulturing.

¹ Eng. Agrônomo M.Sc., Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), Rua Manoel Marques dos Santos, 249, Copacabana, CEP 88.504-140, Lages – SC. E-mail: leonardo_biffi@yahoo.com.br.

² Eng. Agrônomo, Dr., Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias.

INTRODUÇÃO

Na agricultura existe uma competitividade muito acirrada entre os setores produtivos. A necessidade de se adequar as exigências internacionais de mercado e manter preços ideais para venda, fazem os administradores rurais procurarem novas técnicas para os sítios de produção.

Na serra catarinense, a cultura da maçã é um exemplo de adequações a normas de produção exigidas para exportação a países da Europa, principalmente. Conceitos como Produção Integrada de Frutas (PIF), Produção Integrada de Maçã (PIM) e EUREPGAP Fresh Fruit and Vegetables, indicam que os sítios de produção devem ser submetidos a avaliações e controles, com objetivo de implementar métodos e técnicas ecologicamente seguros. Seus correspondentes certificados exigem que o produtor minimize as aplicações de agroquímicos, bem como os efeitos negativos desses produtos sobre o meio ambiente e saúde humana (RAFAELI NETO et al., 2005).

A gestão de sítios específicos nas unidades produtivas é uma abordagem recente, oriunda do conceito de Agricultura de Precisão (AP).

Os mapas de variabilidade auxiliam a etapa de Inteligência do processo decisório (SIMON, 1960). Do ponto de vista do gerenciamento localizado de sítios de produção de frutas, poucos trabalhos têm procurado explorar o uso do conceito de AP e das geotecnologias, como meio de suporte ao produtor para minimizar custos, conhecer as diferentes zonas de manejo e possivelmente para implantação e manutenção das certificações. Apesar de AP não ser uma exigência para tais certificações, algumas iniciativas têm procurado explorar o seu potencial em culturas perenes. Trabalhos com mapeamento de produção, que é um dos pontos de partida para AP, vêm sendo utilizado em colheita mecanizada de café (LEAL, 2002) e colheita de laranja (BALASTREIRE et al., 1999; FARIAS, P. et al., 2003).

Este trabalho teve por objetivo avaliar possíveis interações espaciais entre atributos de produção de maçã em dois anos de observações.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado num sítio de 4,0 ha, plantado com as cultivares ‘Fuji’ e ‘Gala’, no município de São Joaquim (SC). As amostras foram coletadas numa densidade de 28 pl ha⁻¹ durante a rotina de colheita da propriedade, pelos próprios empregados da empresa. As árvores amostradas foram selecionadas e identificadas sistematicamente ao longo das linhas de plantio da cultivar ‘Fuji’ (Figura 1). Utilizou-se imagem IKONOS de 2004, como suporte ao mapeamento. O georreferenciamento da imagem e das plantas amostradas se deu com DGPS (Sistema de Posicionamento Global Diferencial), marca Raven[®], receptor de sinal WAAS (Wide Area Augmentation System) com correção em tempo real. A antena receptora foi conectada a um Pocket PC iPAC marca HP[®] 2200. Os dados recebidos pela antena eram enviados ao Pocket PC e processados pelo programa Farm Site Mate[®] (Farm Works Software[®]). Para o levantamento altimétrico utilizou-se de Estação Total, marca Leica, modelo TCR 305.

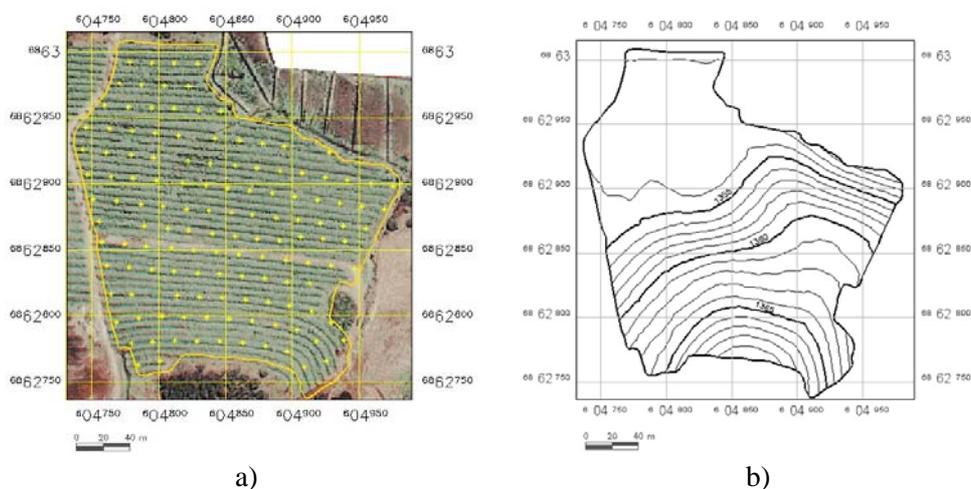


Figura 1 – a) Pontos de amostragens no sítio de produção “35A” (imagem IKONOS ano de 2004, malha UTM, zona 22, datum horizontal SAD’69); b) Mapa altimétrico do sítio “35A”. São Joaquim, SC, 2004.

As variáveis analisadas foram altitudes do terreno, peso de frutos por planta (PP), número de frutos por planta (NF), peso médio de frutos por planta (PMF) e diâmetro de caule (DC). PP corresponde ao peso de frutos colhidos em cada planta amostrada. As sacolas de colheita dos colhedores foram pesadas antes da colheita para determinar a tara. Para NF, realizou-se a contagem do número de frutos por planta nos momentos das colheitas. Os valores de PMF foram obtidos a partir dos dados de campo dividindo-se PP por NF.

Dados de DC foram medidos com paquímetro, apenas em 2005, em duas medidas transversais do diâmetro do caule, a 20 cm do solo, aproximadamente, e acima do ponto de enxertia. Considerou-se o valor médio das duas medidas. Seus valores foram correlacionados com PP dos anos de 2004 e 2005.

Os dados dos atributos georreferenciados foram processados no sistema SPRING[®] Versão 4.2 (CÂMARA, et al., 1996). Neste, foram gerando os semivariogramas experimentais e ajuste ao melhor modelo teórico. A escolha do modelo se deu sobre o coeficiente de Akaike (AKAIKE, 1974), cujo menor valor pressupõe o melhor conjunto de parâmetros variográficos. A validação do modelo foi efetuada sobre análise do Diagrama Espacial do Erro, Histograma do Erro, Estatísticas do Erro, Diagrama dos Valores Observados x Estimados e Resultados Numéricos oferecidos pelo sistema. Com os modelos validados, executaram-se as estimativas nos locais não amostrados através de krigagem ordinária, buscando uma estimativa sem tendenciosidade e com mínima variância. Gerou-se o Modelo Numérico de Elevação (MNE) de cada variável, no formato de grade regular (1m x 1m), sobre a qual as isolinhas foram geradas.

Para análise do grau da dependência ou continuidade espacial de cada variável, utilizou-se a classificação de Cambardella et al. (1994), pela qual a dependência espacial é forte quando o efeito

pepita (C_0) é menor ou igual a 25% do patamar ($C_0 + C_1$) do semivariograma respectivo; é moderada quando está entre 25% e 75% e fraca quando é maior ou igual a 75%.

Os MNEs foram submetidos a fatiamentos para geração dos mapas de classes. Os intervalos de classes para PP e NF foram definidos de acordo com o interesse da empresa, sendo que PMF foi classificado por calibre. Valores acima do limite superior da classe Alto e abaixo do limite inferior da classe Baixo foram integrados às respectivas classes devido à pequena ocorrência.

Os mapas de classes foram submetidos a tabulações cruzadas, a fim de quantificar, em área de mapa, a intersecção de duas classes sobrepostas no mesmo local. Com isso, foi possível identificar diferentes relações espaciais de causa-efeito entre algumas variáveis no sítio do ensaio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos parâmetros dos semivariogramas estão apresentados na Tabela 1. No ano de 2004, o modelo teórico variográfico que melhor se ajustou aos valores observados dos atributos de produção foi o modelo esférico. Este modelo também se destacou em Cambardella et al. (1994), Leal (2002), Carvalho et al. (2003), Farias et al. (2003) e Ortiz, (2003).

Tabela 1 – Parâmetros dos semivariogramas ajustados das variáveis: Altitude, Diâmetro de Caule (DC), Produção por planta (PP), Número de Frutos por planta (NF) e Peso Médio de Frutos por planta (PMF) na área 35A nos anos de 2004 e 2005. Lages, 2006.

Variável	M	C0	C1	(C0 + C1)	a	C0 / (C0 + C1)	Classificação
Altitude	GAUS	0,037	2,675	2,712	278,22	0,01	Forte
DC	GAUS	0,044	0,906	0,95	41,3	0,05	Forte
2004							
<i>35^a</i>							
35A PP04	ESF	0,219	0,758	0,977	68,92	0,22	Forte
35A NF04	ESF	0,147	0,81	0,957	46,7	0,15	Forte
35A PMF04	ESF	0,671	0,492	1,163	140,07	0,58	Moderado
2005							
<i>35^a</i>							
35A PP05	GAUS	0,343	4,489	4,832	536,8	0,07	Forte
35A NF05	GAUS	0,482	1,86	2,342	310,27	0,21	Forte
35A PMF05	EXP	0,567	0,711	1,278	285,24	0,44	Moderado

GAUS: Modelo Gaussiano; ESF: Modelo Esférico; EXP: Modelo Exponencial; POT: Modelo Potência.

Alcances altos para altitude eram esperados, pois o relevo é suavemente ondulado. Os alcances de DC, de PP e de NF para 2004 mostraram-se abaixo dos 70 m e, em 2005, PP e NF apresentaram valores acima de 500m e de 300m, respectivamente. Isto indica uma maior continuidade espacial destas variáveis, possivelmente motivada pela carência hídrica do solo, devido ao período de estiagem que atingiu a cultura.

Os atributos Altitude e DC apresentaram dependência espacial Forte, assim como PP e NF nos dois anos. Em trabalho com café, Leal (2002) encontrou dependência Moderada para produtividade. O PMF também manteve a classificação nos anos consecutivos, com dependência espacial Moderada. Para Altitude, o efeito pepita representou apenas 1% do patamar, isso é, 99% da variabilidade total é explicada pela correlação espacial. Ortiz (2003) constatou que o efeito pepita representava 0,05% do patamar para a variável de Altitude. Quanto menor a relação do efeito pepita com o patamar, menores serão as diferenças entre os valores de amostras vizinhas, maior será a continuidade do fenômeno, menor a variância da estimativa e maior será confiabilidade das estimativas (VIEIRA, 1995 e VIEIRA, 1997). A nulidade do efeito pepita em relação ao patamar indica que o erro experimental é praticamente nulo e que inexistem variações significativas a distâncias menores que a amostrada (TRANGMAR et al., 1985).

Os mapas de classes ou temáticos facilitam as análises nos processos decisórios. Dentro do ciclo diagnose – prescrição – implementação, os mapas de classes podem ser usados tanto como instrumentos de diagnose de situação, como mapas prescritivos ou de recomendação. A Tabela 2 e a Tabela 3 apresentam os limites de classes adotados como critério para os fatiamentos dos MNEs.

Tabela 2 – Classificação por calibre de fruto de maçã, com base no número de frutos contidos numa caixa modelo Mark IV, com capacidade para conter 18 kg do produto.

Calibre	Limite inferior (g)	Limite superior (g)	Classe
100	172	189	Alto
110	157	172	Médio
120	142	157	Baixo

Tabela 3 – Limites dos intervalos das classes para os mapas temáticos de 3 classes.

Classe	DC (cm)	PP (Kg)	NF	PMF* (calibre)
Alto	> 14,5	> 80	> 500	100
Médio	12,5 - 14,5	40 - 80	300 - 500	110
Baixo	< 12,5	< 40	< 300	120

*Classificação de PMF 3 Classes definido conforme Tabela 2.

Os atributos PP e NF apresentaram comportamentos espaciais bem distintos nos anos de 2004 e 2005. Em 2004, mostraram maior variabilidade que em 2005. Para 2005, observou-se uma tendência de aumento de seus valores na direção Norte, o que pode ter sido influenciado pelo relevo, uma vez que o caimento do terreno segue nesta direção. Em 2005, os maiores valores de PP e NF ocorreram na parte baixa do terreno caracterizada por ser uma região de várzea, drenada para possibilitar o cultivo da maçã (os drenos podem ser vistos na Figura 1). Já no ano de 2004, não ocorreu este efeito, pois toda a área apresentou valores diversificados, fato explicado pela boa umidade do solo mantida pelas chuvas no período.

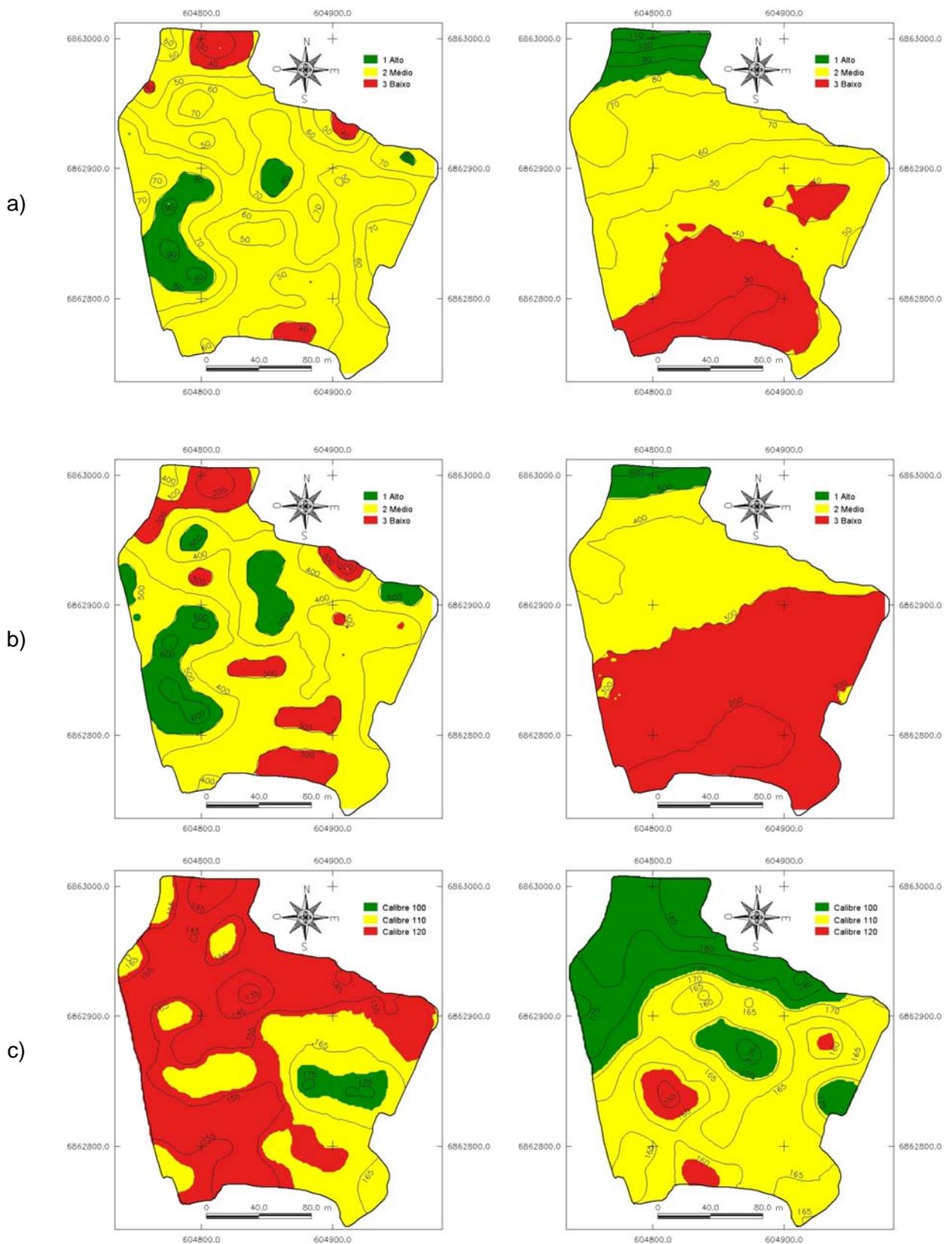


Figura 2 – Distribuição espacial dos atributos Peso por Planta (PP) [a], Número de Frutos por Planta (NF) [b] e Peso Médio de Frutos por Planta (PMF) [c] nos anos de 2004 e 2005. Mareli Agropastoril Ltda., São Joaquim (SC).

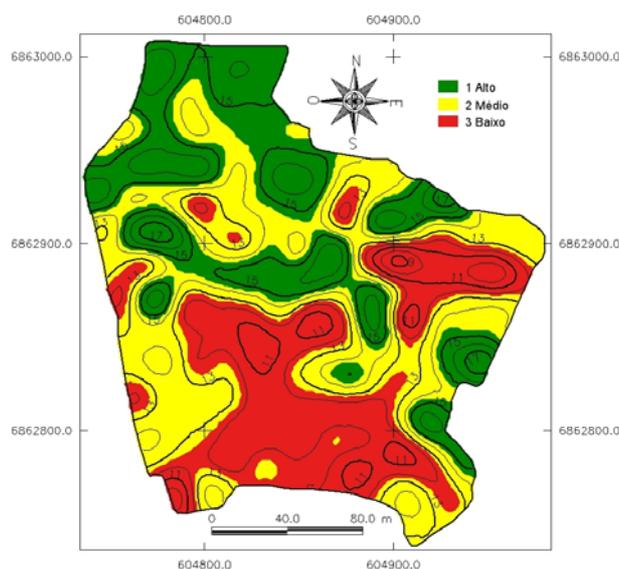


Figura 3 – Distribuição espacial do atributo Diâmetro de Caulo (DC) no ano de 2005. Mareli Agropastoril Ltda., São Joaquim (SC).

Variáveis altamente correlacionadas como NF e PP, tanto em 2004 como 2005, tenderam a apresentar concentração ou os valores das ocorrências nas diagonais principais (Tabela 4 e Tabela 5). Isto indica um comportamento espacial semelhante.

Tabela 4 - Tabulação cruzada entre PP04 e NF04 da área 35A, em percentagem da área total.

		NF04			Total	
		> 500	500 - 300	< 300		
PP04 (Kg)	> 80	Alto	8,5%	0,1%	0,0%	8,6%
	80 - 40	Médio	7,1%	69,9%	9,2%	86,2%
	< 40	Baixo	0,0%	0,0%	5,2%	5,2%
	Total		15,6%	70,0%	14,4%	100,0%

Área Total: 4 ha = 100%. NF04: número de frutos por planta em 2004.
PP04: produção por planta em 2004.

Tabela 5 - Tabulação cruzada entre PP05 e NF05 da área 35A, em percentagem da área total.

		NF05			Total	
		> 500	500 - 300	< 300		
PP05 (Kg)	> 80	Alto	3,7%	3,4%	0,0%	7,1%
	80 - 40	Médio	0,0%	33,7%	32,5%	66,2%
	< 40	Baixo	0,0%	0,0%	26,7%	26,7%
	Total		3,7%	37,1%	59,2%	100,0%

Área Total: 4 ha = 100%. NF05: número de frutos por planta em 2005.
PP05: produção por planta em 2005.

A Tabela 6, Tabela 7 e Tabela 8 apresentam as comparações espaciais de cada atributo entre os anos de 2004 e 2005. O sítio de produção analisado não é uma área de produções altas (Tabela 6). Nos dois anos, esta quadra teve produção alta em menos de 9% da área. Os mapas de classes indicam também que distintos locais que tiveram esta produção. Em termos espaciais, 57% da área manteve-se com produção Média nos dois anos, sendo que no restante houve um aumento da área de produção Baixo de 4,6% em 2004 para 26,7% em 2005. Este decréscimo de produção ocorreu em 25,5% da área, que no ano anterior, apresentou produção Média. (Tabela 6).

Tabela 6 - Tabulação cruzada entre PP04 e PP05 da área 35A, em percentagem da área total.

		PP05 (Kg)			Total	
		> 80	80 - 40	< 40		
		Alto	Médio	Baixo		
PP04 (Kg)	> 80	Alto	0,0%	8,6%	0,1%	8,7%
	80 - 40	Médio	4,1%	57,0%	25,5%	86,6%
	< 40	Baixo	3,0%	0,7%	1,1%	4,7%
Total			7,0%	66,3%	26,7%	100,0%

Área Total: 4 ha = 100%. PP05: produção por planta em 2005. PP04: produção por planta em 2004.

Em 2004, o sítio apresentou NF Médio em 70,1% de sua área, reduzindo-se para 23,6%, no ano seguinte. Na face norte da área pode ter ocorrido inversão de produção, em relação ao ano anterior, uma vez que a classe alta de 2005 coincidiu em mais de sua metade com a classe baixa de 2004. Isso pode estar relacionado com um provável excesso de água no solo em 2004 e uma melhor aeração do solo em 2005, anos estes de boa distribuição de chuvas e ocorrência de seca, respectivamente.

Tabela 7 - Tabulação cruzada entre NF04 e NF05 da área 35A, em percentagem da área total.

		NF05			Total	
		> 500	500 - 300	< 300		
		Alto	Médio	Baixo		
NF04	> 500	Alto	0,0%	8,6%	7,0%	15,6%
	500 - 300	Médio	1,6%	23,6%	44,8%	70,0%
	< 300	Baixo	2,6%	4,8%	7,0%	14,4%
Total			4,2%	37,0%	58,8%	100,0%

Área Total: 4 ha = 100%. NF05: número de frutos por planta em 2005. NF04: número de frutos por planta em 2004.

A distribuição de PMF nas classes 100, 110 e 120 (Tabela 8) diferiram de forma marcante entre os dois anos. Em 2004, mais de 90% da área produziu PMF de Médio (32,7%) a Baixo (63,5%). No ano seguinte houve uma inversão, na qual se observa que mais de 90% situou-se nas classes Médio (60,8%) e Alto (35,1%). Isto pode estar associado ao raleio e poda mais intensa realizados na safra de 2005. Em termos espaciais, em 26,7% da área que havia frutos de calibre Baixo em 2004, em 2005 apresentou calibre Alto; 34,2% da área que apresentou calibre Baixo em 2004, passou a apresentar

calibre Médio em 2005. Em 2005 a área de calibre médio praticamente dobrou passando de 32,7% para 60,8% e a área de calibre alto passou de 3,8% para 35,1% da área total.

Tabela 8 - Tabulação cruzada entre PMF04 e PMF05 da área 35A, em percentagem da área total.

		PMF05			Total	
		100	110	120		
		Alto	Médio	Baixo		
PMF04	100	Alto	1,0%	2,7%	0,0%	3,7%
	110	Médio	7,4%	23,9%	1,5%	32,8%
	120	Baixo	26,7%	34,2%	2,6%	63,5%
Total			35,1%	60,8%	4,1%	100,0%

Área Total: 4 ha = 100%. PMF05: peso médio de frutos por planta em 2005.
PMF04: peso médio de frutos por planta em 2004.

A análise da Tabela 6, Tabela 7 e Tabela 8 indica que o sítio foi submetido a manejos diferenciados nos anos de 2004 e 2005. A maior incidência de frutos calibre Alto no ano de seca é um forte indicativo desta decisão por parte do técnico responsável.

Nos dois anos, DC distribuiu-se equitativamente nas três classes. Locais com DC Alto apresentaram PP04 e PP05 Médios, em cerca de $\frac{1}{4}$ da área (25,8% e 24,3% respectivamente) (Tabela 9 e Tabela 10). PP Médio também ocorreu em cerca de 30% da área, onde DC apresentou-se Médio (32,4% e 31,2% respectivamente).

Locais com DC Baixo (< 12,5 cm) comportaram-se de forma distinta nos 2 anos. Em 2004, 28,5% da área total apresentou PP Médio. No ano seguinte estas mesmas áreas se reduziram para 10,9%, enquanto houve um acréscimo das áreas com PP Baixo de 1,1% em 2004, para 18,9% em 2005.

Tabela 9 - Tabulação cruzada entre DC e PP04 da área 35A, em percentagem da área total.

		PP04 (Kg)			Total	
		> 80	80 – 40	< 40		
		Alto	Médio	Baixo		
DC (cm)	> 14,5	Alto	2,4%	25,8%	2,9%	31,1%
	14,5 - 12,5	Médio	6,0%	32,4%	0,6%	39,0%
	< 12,5	Baixo	0,3%	28,5%	1,1%	29,9%
Total			8,7%	86,7%	4,6%	100,0%

Área Total: 4 ha = 100%. PP04: produção por planta em 2004. DC: diâmetro médio de caule em 2005.

Tabela 10 - Tabulação cruzada entre DC e PP05 da área 35A, em percentagem da área total.

		PP05 (Kg)			Total	
		> 80	80 – 40	< 40		
		Alto	Médio	Baixo		
DC (cm)	> 14,5	Alto	5,9%	24,3%	1,0%	31,1%
	14,5 - 12,5	Médio	0,8%	31,2%	7,1%	39,1%
	< 12,5	Baixo	0,0%	10,9%	18,9%	29,8%
Total			6,7%	66,4%	26,9%	100,0%

Área Total: 4 ha = 100%. PP05: produção por planta em 2005. DC: diâmetro médio de caule em 2005.

CONCLUSÃO

No período de seca, as regiões mais baixas do relevo compensaram a diminuição da produção das regiões mais altas, associadas ao manejo de poda mais intensa.

No período de boa distribuição de chuvas, a variabilidade espacial dos atributos é maior, provavelmente devido à maior umidade do solo agindo como fator facilitador do carreamento de nutrientes e água para as plantas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKAIKE, H. A New Look at Statistical Model Identification. **IEEE Transactions on Automatic Control**, 19 (6): 716-723, Dec. 1974.

BALASTREIRE, L. A.; AMARAL, J. R.; ESQUERDO, J. C. D. M.; RODRIGUES, A. **Mapeamento da produtividade de uma cultura de laranja**. Artigo eletrônico, 1999. Disponível em: <<http://www.gpsglobal.com.br>>. Acessado em 01 jul 2004.

CÂMARA, G.; SOUZA, R.C.M.; FREITAS, U.M.; GARRIDO, J. - SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS by Object-Oriented Data Modelling. **Computers and Graphics**, vol. 15, n.6, July 1996.

CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 58, n.5, p. 1501-1511, 1994.

CARVALHO, M. P.; TAKEDA, E. Y.; FREDDI, O. S. Variabilidade espacial de atributos de um solo sob videira em Vitória Brasil (SP). **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 27: 695 – 703, 2003.

FARIAS, R. N. S.; ALBUQUERQUE JÚNIOR, F. S. Uso da imagem SPOT no auxílio do estudo geoestatístico para caracterização do subsolo do município de Campos dos Goytacazes. In: **Anais XI SBSR**, Belo Horizonte, Brasil, 05 a 10 abril 2003, INPE, p. 839-846.

LEAL, J. C. G. **Mapeamento da produtividade na colheita mecanizada do café**. 2002. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

RAFAELI NETO, S. L.; BIFFI, L. J.; NAGAOKA, A. K.; SANTOS, P. G. dos. Desempenho espacial de variáveis agrônomicas da cultivar fuji (*Malus domestica* borkh) durante dois anos de observações no planalto serrano de Santa Catarina. In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA. II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO AGRONEGÓCIO COOPERATIVO. 2005, Londrina. **CD-ROM**. Londrina, 2005.

ORTIZ, J. L. **Emprego do geoprocessamento no estudo da relação entre potencial produtivo de um povoamento de eucalipto e atributos do solo e do relevo**. 2003. 205 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

SIMON, H. A. **The new science of management decision**. New York: Harper, 1960. 50p.

TRANGMAR, B.B.; YOST, R.S.; WADE, M.K.; UEHARA, G. Applications of geostatistics to spatial studies of soil properties. **Advances in Agronomy**, v.38, p. 45 – 94, 1985.

BIFFI, Leonardo Josué ; RAFAELI NETO, Sílvio Luís ; BECEGATO, Valter Antonio . Interação espacial entre atributos de produção de maçã. In: IV Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, 2008, Aracaju. Geonordeste 2008. Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2008

VIEIRA, S. R. Uso da geoestatística em estudos de variabilidade espacial. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM CONSERVAÇÃO DO SOLO, 1995. **Apostila**. Campinas: IAC, 1995. 68 p.

VIEIRA, S. R. **Variabilidade especial de argila, silte e atributos químicos em uma parcela experimental de latossolo roxo de Campinas (SP)**. *Bragantina*, v. 56, n.1, p. 181-190, 1997.