

Variabilidade espacial e temporal dos atributos da planta em um pomar de pessegueiro no município do Morro Redondo-RS**

Viviane Santos Silva Terra*¹, Carlos Reisser Júnior*², Luis Carlos Timm*³, José Francisco Martins Pereira*², Flávio Luiz Carpena Carvalho*², Henrique Oldoni*⁴

¹Doutora, Agronomia pelo PPGSPAF/UFPel, Pelotas, RS

²Pesquisadores, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

³Professor Associado, Departamento de Engenharia Rural/FAEM/UFPel, Pelotas, RS, Bolsista CNPq

⁴Acadêmico de Engenharia Agrícola, CENG/UFPel, Pelotas, RS, Bolsista PIBIC-CNPq

*E-mails: vssterra@yahoo.com.br, carlos.reisser@embrapa.br, lctimm@ufpel.edu.br, jose.fm.pereira@embrapa.br, flavio.carvalho@embrapa.br, lctimm@ufpel.edu.br, henriqueoldoni@gmail.com

**Parte da tese de doutorado do primeiro autor no programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar/FAEM/UFPel.

Resumo: O município de Pelotas no Sul do Rio Grande do Sul possui condições adequadas de clima e solo para o desenvolvimento da cultura do pêssego, porém existe a necessidade de pesquisas com inovações tecnológicas que visem o aumento da produtividade e da qualidade da sua produção. Por isso, que o estudo da variabilidade espacial e temporal dos atributos da planta é importante, pois poderá conduzir a técnicas de manejo mais apropriadas, buscando a racionalização do uso da água, a aplicação de fertilizantes e corretivos. O trabalho teve por objetivo mapear e avaliar o comportamento espacial e temporal dos atributos da planta nos anos de 2010 e 2011, através da geoestatística. O experimento foi conduzido em um pomar de pessegueiro, cultivar Esmeralda. Foram selecionadas aleatoriamente 101 plantas para a formação da malha experimental. Foram analisados atributos da planta como: diâmetro do tronco; número, tamanho e peso do fruto por planta; firmeza de polpa; teor de brix e produtividade. Os semivariogramas experimental e teóricos foram obtidos através da análise geoestatística. O modelo teórico do semivariograma exponencial é o que melhor descreve a estrutura de variabilidade espacial das variáveis da planta. As variáveis da planta estudadas apresentam a mesma classe de dependência espacial.

Palavras-chave: geoestatística, *prunus pérsica*, variabilidade

Spatial and temporal variability of the attributes of the plant in a peach orchard in the city of Morro Redondo-RS

Abstract: The municipality of Pelotas in southern RS has adequate conditions of soil and climate for the development of the culture of peach, but there is a need for research on technological innovations aimed at increasing the productivity and quality of their production. Therefore, the study of spatial and temporal variability of the attributes of the plant is important because it could lead to more appropriate management techniques, seeking rationalization of water use, the application of fertilizers. The study aimed to map and assess the spatial and temporal behavior of the attributes of the plant in the years 2010 and 2011, using geostatistics. The experiment was conducted in a peach orchard, cultivate Esmeralda. 101 plants were randomly selected for forming the experimental grid. Plant attributes were analyzed as trunk diameter, number, size and weight of fruit per plant, fruit firmness, brix content and productivity. The experimental and theoretical semivariograms were obtained by geostatistical analysis. The theoretical model of exponential semivariogram is what best describes the structure of spatial variability of the variables of the plant. The variables studied plant have the same kind of spatial dependence.

Keywords: geostatistics, *prunus persica*, variability



1. Introdução

O Rio Grande do Sul é o primeiro produtor nacional de uva, pêssego, figo, pêra, nectarina e kiwi, e possui expressiva participação no mercado de ameixa, maçã, morango, caqui, banana e abacaxi (ASSOCIAÇÃO..., 2005). Segundo Nakasu (2003) dentre as fruteiras de clima temperado o pessegueiro é o que se destaca devido a sua alta rentabilidade e por ser uma alternativa para geração de renda em pequenas propriedades.

A região de Pelotas no Sul do RS possui condições adequadas de clima e solo para o desenvolvimento da cultura do pêssego, porém existe a necessidade de pesquisas com inovações tecnológicas que visem o aumento da produtividade e da qualidade da sua produção (HERTER et al., 2003).

Um dos principais problemas enfrentados pelos produtores de frutas é o manejo do pomar. Por isso, que a delimitação de áreas homogêneas através do estudo da variabilidade espacial e temporal permitirá um manejo adequado, de acordo com a necessidade de cada local, de forma precisa em cada ponto, melhorando assim a qualidade do fruto e aumentando a produtividade do pomar (TERRA, 2012).

O estudo da variabilidade espacial e temporal dos atributos da planta poderá conduzir a técnicas de manejo mais apropriadas, buscando a racionalização do uso da água, a aplicação de fertilizantes e corretivos e a preservação dos recursos naturais disponíveis. O presente trabalho teve por objetivo mapear e avaliar o comportamento espacial e temporal dos atributos da planta nos anos de 2010 e 2011, através de técnicas geoestatísticas.

2. Material e Métodos

O trabalho foi conduzido durante os anos de 2010 e 2011 em um pomar de pessegueiro, cv. Esmeralda, localizado no município de Morro Redondo-RS. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é "Cfa", ou seja, temperado úmido com verões quentes. O solo na área experimental foi classificado como Argissolo Bruno-Acinzentado (EMBRAPA, 2006).

A área experimental possui aproximadamente 1,8ha, sendo composta por 18 linhas de planta, totalizando 1.450 plantas. Deste total, foram selecionadas aleatoriamente 101 plantas para a formação da malha experimental, conforme Figura 1.

Os atributos da planta analisados foram identificados da seguinte forma: DT10 (diâmetro do tronco), TFP10 (tamanho do fruto por planta), NFP10 (número total de frutos por planta), PMFP10 (massa fresca dos frutos), F10 (firmeza de polpa), B10 (teor de brix) e P10 (produtividade) para o ano de 2010 e DT11, TFP11, NFP11, PMFP11, F11, B11 e P11 para o ano de 2011.

Foi utilizado o software estatístico SAS (SCHLOTZHAVER; LITTELL, 1997) para a análise descritiva dos dados. O coeficiente de variação (CV) foi classificado, segundo Wilding e Drees (1983), como: $CV \leq 15\%$; $15\% < CV \leq 35\%$; $CV > 35\%$, como baixo, médio e alto, respectivamente. Para testar a hipótese de normalidade da distribuição dos dados em cada conjunto, aplicou-se o teste de Shapiro e Wilk (1965) ao nível de 5% de probabilidade.

A análise geoestatística foi aplicada aos atributos avaliados utilizando o pacote GEOEST (VIEIRA et al., 2002), calculando os semivariogramas experimental e teóricos e os respectivos parâmetros de ajustes. Quando necessário, também foi efetuada a retirada de tendência das variáveis. Logo após, identificada a estrutura de dependência espacial por meio do semivariograma, foram construídos os mapas de isolinhas dos atributos avaliados aplicando a krigagem.

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

onde: $N(h)$ é o número de pares de observações $Z(x_i)$ e $Z(x_i+h)$ separados por uma distância h . Ao semivariograma experimental foi ajustado um modelo teórico, onde são obtidos os seus parâmetros de ajuste (C_0 = efeito pepita; C_0+C = patamar; A = alcance).

Para a manipulação e visualização dos mapas foi utilizado o software SURFER (GOLDEN..., 1999). Todos os modelos de semivariograma foram submetidos à validação pelo método "Jack-Knifing" (VIEIRA et al., 2002). O grau

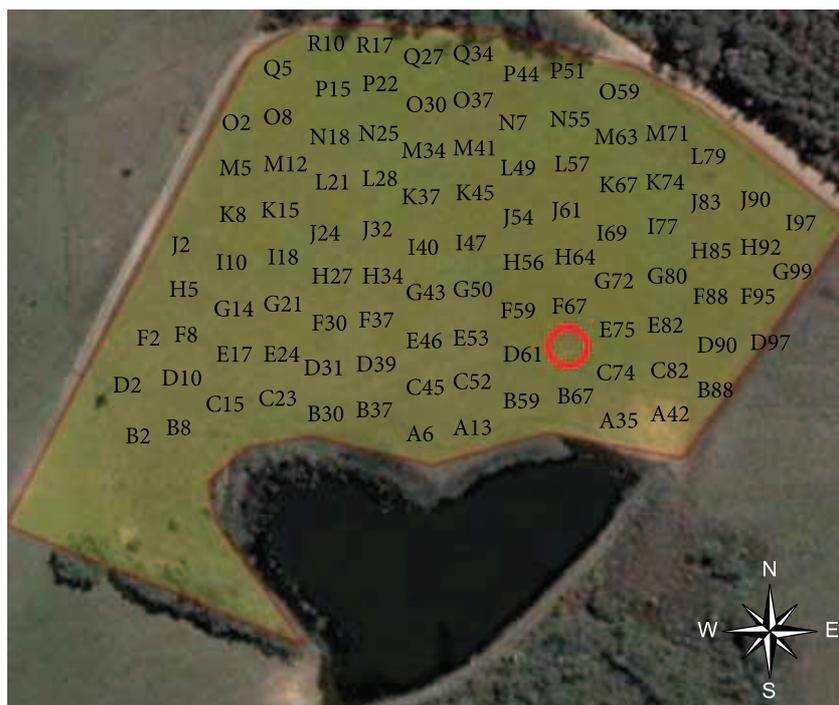


Figura 1. Imagem aérea do pomar ilustrando a malha experimental e as 101 plantas selecionadas (0 identificação da planta morta).

de dependência espacial (GD) foi classificado segundo Zimback (2001), como: $GD \leq 25\%$; $25\% < GD \leq 75\%$ e $GD > 75\%$, em baixo, moderado e alto, respectivamente.

3. Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas para os dados referentes aos atributos da planta, nos anos de 2010 e 2011. Pode-se observar que, para ambos os anos, os valores da média e mediana das variáveis PMFP, DT, TFP, F, B e P são próximos. Entretanto, este comportamento não pode ser verificado para a variável NFP. A dispersão dos dados em torno da média, expressa pelo coeficiente de variação (CV), foi baixa ($CV \leq 15\%$) para as variáveis PMFP, DT, TFP, B e F para os anos de 2010 e 2011, de acordo com Wilding e Drees (1983). As variáveis NFP e P apresentaram uma dispersão moderada ($15\% < CV \leq 35\%$) no ano de 2011. Já os valores do CV foram altos ($CV > 35\%$) para NFP ($CV = 54,6\%$) e P ($CV = 55,7\%$) para o ano de 2010 (Tabela 1). Essa diminuição na variabilidade dos dados de NFP e P pode ser

atribuída a ocorrência de vento de elevada velocidade ($72,4 \text{ km h}^{-1}$) na área experimental na data de 31 de outubro de 2010, o qual causou uma grande queda de frutos e com isso uma heterogeneidade na distribuição do número de frutos por planta ao longo do pomar.

As distribuições de NFP e P não seguiram a tendência de normalidade no ano de 2010 pelo teste de Shapiro e Wilk ($p \leq 0,05$), entretanto, para o ano de 2011 elas apresentaram tendência de normalidade (Tabela 1). Para as outras variáveis não ocorreu alteração quanto a sua distribuição, apresentando a mesma tendência nos dois anos.

Na Tabela 2 são apresentados os modelos matemáticos ajustados aos semivariogramas experimentais e os respectivos parâmetros de ajustes para os atributos da planta nos anos de 2010 e 2011. Analisando a Tabela 2, observa-se que somente o semivariograma teórico da variável tamanho do fruto por planta (modelo esférico) no ano de 2010 foi diferente do modelo exponencial que foi o ajustado para as demais variáveis. A faixa de dependência espacial (a) variou de 30m (TFP em 2010) a 65,7m (NFP em 2011), enquanto que

Tabela 1. Parâmetros da estatística descritiva para os atributos da planta nos anos de 2010 e 2011.

Variáveis	Unidade	Média	Mediana	DP	CV	C _s	C _k	SW _(p-valor)
2010								
PMFP10	kg	0,11	0,11	0,014	13,6	-0,44	0,78	>0,100 _(N)
DT10	cm	7,13	7,26	0,748	10,5	-0,04	-0,52	>0,100 _(N)
NFP10	*	57,53	54,00	31,398	54,6	0,40	-0,76	0,025 _(NN)
TFP10	cm	57,54	57,42	2,941	5,1	-0,19	-0,11	>0,100 _(N)
F10	Lb	7,19	7,20	0,978	13,6	0,22	0,29	>0,100 _(N)
B10	%	13,08	13,15	1,124	8,6	0,10	0,62	>0,100 _(N)
P10	kg	6,41	5,86	3,566	55,7	0,53	-0,33	0,034 _(NN)
2011								
PMFP11	kg	0,11	0,11	0,009	8,3	0,29	-0,19	>0,100 _(N)
DT11	cm	8,38	8,28	1,111	13,3	-0,43	0,80	>0,100 _(N)
NFP11	*	180,54	178,00	48,341	26,8	-0,01	-0,11	>0,100 _(N)
TFP11	cm	50,40	50,35	2,667	5,3	0,55	0,80	0,080 _(N)
F11	Lb	7,85	7,84	0,995	12,7	0,03	0,74	>0,100 _(N)
B11	%	12,46	12,47	0,964	7,7	0,01	0,07	>0,100 _(N)
P11	kg	20,11	20,12	5,327	26,5	-0,17	-0,39	>0,100 _(N)

s = desvio padrão; C.V. = coeficiente de variação (%); Cs = coeficiente de assimetria; Ck = coeficiente de curtose; N° = número de observações; DN = Distribuição Normal (pelo Teste Shapiro e Wilk) não significativo a 5%.

Tabela 2. Parâmetros da análise semivariográfica dos atributos da planta nos anos de 2010 e 2011.

Variável	Modelo	C ₀	C	a	GD	Classe
2010						
PMFP	Exp.	0,0001	0,00014	40	58,10	Moderado
DT	Exp.	0,28	0,32	43	53,33	Moderado
NFP	Exp.	380	610	48	61,60	Moderado
TFP	Esf.	3,70	4,60	30	55,42	Moderado
F	Exp.	0,4	0,47	42	54,02	Moderado
B	Exp.	1,36	0,67	59	33,10	Moderado
P	Exp.	3,30	9,60	40	74,42	Moderado
2011						
PMFP _(t)	Exp.	0,00003	0,00005	50,01	57,91	Moderado
DT	Exp.	0,80	0,45	44	36	Moderado
NFP	Exp.	1350,46	1145,87	65,69	45,90	Moderado
TFP	Exp.	5	2,5	55	33,33	Moderado
F	Exp.	0,40	0,56	54	58,33	Moderado
B	Esf.	0,43	0,49	54	53,26	Moderado
P	Exp.	10,01	19,59	37,55	66,17	Moderado

PMFP = peso médio fruto/planta (Kg); DT = diâmetro do tronco (cm); NFP = número de frutos/planta; CF = crescimento do fruto/planta (cm); F = firmeza de polpa/planta (Lb); Brix = teor de brix/planta (°) e P = produção (Kg)

o GD foi classificado como moderado para todas as variáveis avaliadas em ambos os anos (Tabela 2).

Nas Figuras 2 e 3 são apresentados os mapas de distribuição espacial dos atributos da planta nos anos de 2010 e 2011. Como esperado, os mapas de distribuição espacial dos atributos NFP e P são similares, já que no cálculo da produtividade o número de frutos por planta é levado em consideração. Também na Figura 3 verifica-se que as zonas de maior produtividade ocorreram na parte norte da área experimental no ano de 2011, visto que no ano de 2010 a presença de um

vento de elevada velocidade mudou a distribuição espacial dos valores de maiores produtividade para o centro da área, região mais protegida do pomar (Figura 3). Estas informações poderão nortear o produtor com relação à aplicação de práticas diferenciadas no pomar com relação a aplicação de fertilizantes, de água e nutrientes no solo, dentre outras.

Também pode ser constatado que, dentre as variáveis ligadas a planta, o mapa de distribuição espacial da produtividade do pessegueiro em 2010 e 2011 (Figura 3) seguiu o mapa de distribuição

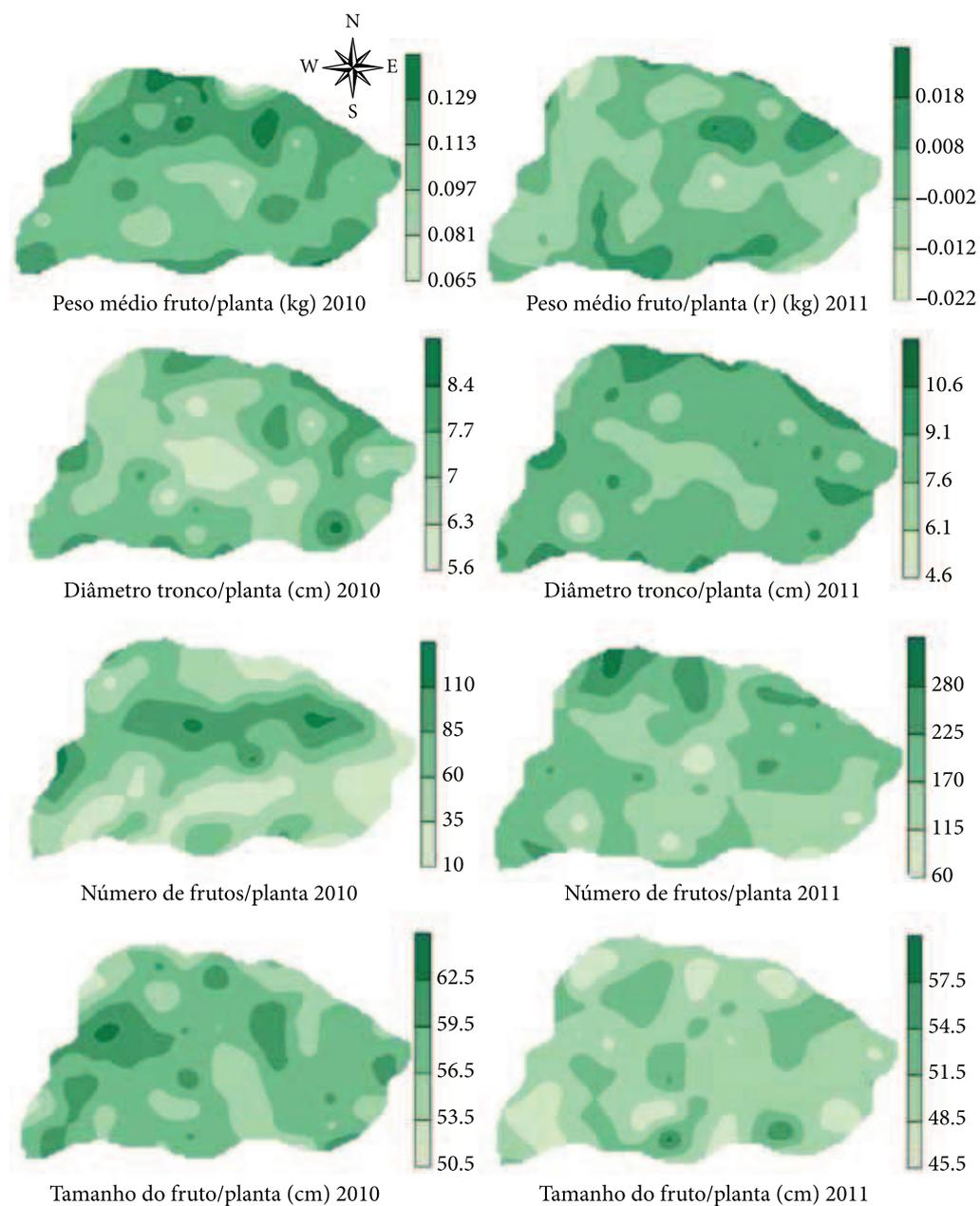


Figura 2. Mapas de isolinhas dos atributos peso médio do fruto/planta (kg), diâmetro do tronco (cm), número de frutos/planta e tamanho do fruto/planta em um pomar de pessegueiro para os anos de 2010 e 2011.

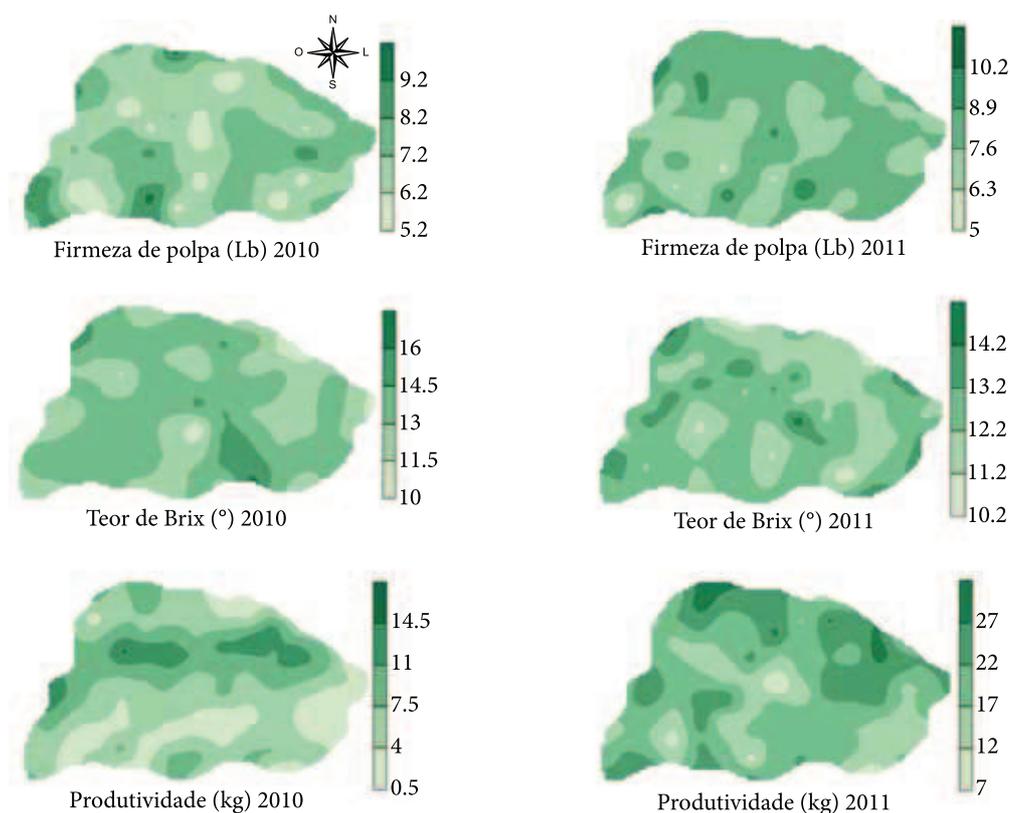


Figura 3. Mapas de isolinhas dos atributos firmeza de polpa (Lb), teor de brix (°) e produtividade (kg ha⁻¹) nos anos de 2010 e 2011 em um pomar de pessegueiro.

da variável número de frutos/planta (Figura 2) em ambos os anos. O tamanho dos frutos/planta (Figura 2), que também é uma variável componente da produtividade, se distribuiu sem um padrão espacial definido, fato este observado nos dois anos. A Figura 2 ainda mostra que o tamanho dos frutos foi maior no ano de 2010, devido ao menor número de frutos/planta no ano de 2010.

4. Conclusão

O modelo teórico de semivariograma exponencial é o que melhor descreve a estrutura de variabilidade espacial das variáveis da planta. As variáveis da planta estudadas apresentam a mesma classe de dependência espacial.

Referências

- ASSOCIAÇÃO RIOGRANDENSE E EMPREENDIMENTOS DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. Disponível em: <<http://www.emater.tche.br>> Acesso em: 20 jul. 2005.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- HERTER, F. G.; SACKS, S.; CARVALHO, F. L. C.; FLORES, C. A. Condições de clima e solo para instalação do pomar. In: RASEIRA, M. C. B.; CENTELLAS-QUEZADA, A. (Ed.). **Pêssego: produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 36-40.
- NAKASU, B. Introdução. In: RASEIRA, M. C. B.; CENTELLAS-QUEZADA, A. (Ed.). **Pêssego: produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 9 p.
- SCHLOTZHAVER, S. D.; LITTELL, R. C. **SAS System for elementary statistical analysis**. 2. ed. Cary, 1997. 905 p.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality: complete samples. **Biometrika**, v. 52, p. 591-611, 1965.

GOLDEN SOFTWARE. **Surfer**: release 7.0. Contouring and 3D surface mapping for scientist's engineers. User's guide. New York: Golden Software, 1999. 619 p.

TERRA, V. S. S **Variabilidade espacial e temporal de atributos agrônômicos em pomar de pessegueiro**. 2012. 103 f. Tese (Doutorado)-Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

VIEIRA, S. R.; MILLETE, J.; TOPP, G. C.; REYNOLDS, W. D. Handbook for geo-statistical analysis of variability in soil and climate data. In: ALVAREZ, V. V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F.; MELLO, J. W. V.; COSTA, J. M. (Ed.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. p. 1-45. v. 2.

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

WILDING, L. P.; DREES, L. R. Spatial variability and pedology. In: WILDING, L. P.; SMECK, N. E.; HALL, G. F. (Ed.). **Pedogenesis and soil taxonomy: concepts and interactions**. New York: Elsevier, 1983. p. 83-116. [http://dx.doi.org/10.1016/S0166-2481\(08\)70599-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0166-2481(08)70599-3)