

Variabilidade espacial da taxa de cobertura e matéria seca na grama Esmeralda em cultivo protegido

*Livia Sancinetti Carribeiro¹, Patricia dos Santos Nascimento², Indiamara Marasca,³
Célia Regina Lopes Zimback⁴ e Roberto Lyra Villas Boas⁵*

¹Doutoranda em Agronomia (Irrigação e Drenagem), UNESP/ FCA; Depto. de Engenharia Rural. e-mail: liviasancinetti@hotmail.com ;

²Doutoranda em Agronomia (Irrigação e Drenagem), UNESP/ FCA; Depto. de Engenharia Rural.

³Doutoranda em Agronomia (Energia na Agricultura), UNESP/ FCA; Depto. de Engenharia Rural.

⁴Prof^a. Dr^a em Agronomia (Irrigação e Drenagem), UNESP/ FCA; Depto. de Recursos Naturais (Ciência do Solo)

⁵Prof. Dr em Ciências Energia Nuclear na Agricultura, UNESP/ FCA; Depto. de Recursos Naturais (Ciência do Solo)

Resumo- O trabalho teve como objetivo avaliar a variabilidade espacial da taxa de cobertura do solo e acúmulo de matéria seca ao longo do desenvolvimento da grama Esmeralda em cultivo protegido. O experimento foi realizado no período de julho a novembro de 2009 utilizando-se a gramínea *Zoysia japonica* Steud., sendo instalado em casa de vegetação, pertencente ao Departamento de Recursos Naturais (Ciência Solo) da Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, município de Botucatu, SP. A avaliação da taxa de cobertura verde do solo pela grama (TCV %) foi realizada mediante análise de imagem digital e o acúmulo de matéria seca da parte aérea da mesma, determinado a partir do corte, lavagem, secagem em estufa e pesagem do material coletado. Taís variáveis foram analisadas por meio de técnicas de geoestatística. A análise espacial foi uma importante ferramenta para a visualização do comportamento da grama em função do ambiente de cultivo. A TCV(%) apresentou dependência espacial em todos os meses analisados, com exceção do mês de julho, sendo que os mesmos decresceram da região lateral direita para o centro da estufa.

Palavras-chave: GS⁺, matéria orgânica, cobertura do solo.

Spatial variability of rate coverage and dry matter zoysiagrass sod production in greenhouse

ABSTRACT-This study aimed to evaluate the temporal variability of emerald grass development. The experiment was carried out from July to November 2009 using the grass *Zoysia japonica* Steud., known commercially as Zoysiagrass, being installed in the greenhouse from the Department of Natural Resources (Soil Science), Faculty of Agricultural Sciences UNESP, Botucatu, SP-Brazil. The evaluation of soil cover rates by turgrass (TCV%) was performed using digital image analysis and dry matter accumulation of grass shoots, determined from cut, wash and dry in a heater and then weighting the collected material. These variables were analyzed using geostatistics techniques. With the exception of July, all variables showed spatial dependence by adjusting spherical or gaussian models. The coverage rate had higher values in the central region and the dry matter with higher contents in the lateral region of the greenhouse. There was a trend where higher levels of coverage rate has also increased the amount of dry matter.

Keywords: GS⁺, organic matter, soil cover.

Introdução

A grama Esmeralda é uma espécie de clima quente, com lâminas foliares de textura fina a média, com excelente densidade e coloração verde-médio e de crescimento rizomatoso-estolonífero. Estudos envolvendo gramas vêm ganhando grande impulso no decorrer dos últimos anos, fato este atribuído a considerável expansão de áreas verdes gramadas, aumento na construção de condomínios residenciais, campos de futebol, campos de golfe e parques, em decorrência disso há uma maior exigência do mercado consumidor, quanto à qualidade final das gramas (GODOY; VILLAS BOAS, 2005). Para o bom

desenvolvimento da grama é de fundamental importância que o manejo da irrigação seja realizado de forma eficiente, visando à otimização dos recursos hídricos. No caso específico da irrigação em gramíneas, observa-se que a utilização dos recursos hídricos vem sendo realizada sem qualquer embasamento científico.

Nas últimas três décadas, séries temporais passaram a ser analisadas dentro de um novo paradigma, isto é, com o desenvolvimento de novos instrumentos de medidas e dispositivos computacionais avançados, tornou-se possível obter estas séries em alta resolução e sensibilidade, para auxiliar na identificação de detalhes não considerados em análises anteriores. Devido às altas resoluções (temporal, espectral e espacial) das observações e dos experimentos numéricos, os cientistas passaram a analisar e modelar a variabilidade complexa que constitui toda a amostra ou sub-amostras das amplitudes que compõem a série (LEÃO et al., 2009). Dentre as técnicas estatísticas usadas para análise e interpretação de dados, encontra-se a geoestatística, que tem como característica principal a análise da distribuição espacial e/ou temporal entre as observações, determinando, por meio do semivariograma, a distância ou período de tempo de dependência entre elas (SILVA et al., 2003).

A massa de matéria seca é usada para expressar o resultado do metabolismo da planta e o efeito das condições ambientais sobre seu crescimento, isto é, determinando a quantidade da matéria seca de gramínea, pode-se estimar a taxa de crescimento da planta (ESTRADA, 1990). Já a taxa de cobertura verde do solo expressa o total de área foliar por área de superfície do solo ocupada, sendo, portanto, um indicador do desempenho da cultura em função das condições de cultivo. Assim, objetivou-se com esse trabalho avaliar a variabilidade espacial da taxa de cobertura verde e acúmulo de matéria seca no desenvolvimento da grama esmeralda em cultivo protegido.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no período de julho a novembro de 2009 utilizando-se a gramínea *Zoysia japonica* Steud., conhecida comercialmente como grama Esmeralda, sendo instalado em casa de vegetação, pertencente ao Departamento de Recursos Naturais (Ciência Solo) da Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, município de Botucatu, SP. O solo utilizado no experimento foi classificado como Nitossolo vermelho eutrófico.

A avaliação de taxa de cobertura verde do solo pela grama (TCV%) foi realizada mediante análise de imagem digital, modificada de Richardson et al. (2001) sendo registradas quinzenalmente com o auxílio de uma câmera digital Sony DSC-P41, 4.1 mega pixels, posicionada de forma paralela e a 50 cm de altura em relação à superfície da grama e gravadas no formato JPEG com 1280 x 960 pixels, com 16 milhões de cores e resolução de 118 pixels cm⁻¹. As imagens obtidas foram editadas individualmente adquirindo dimensões 705 x 651 pixel de forma que, somente fosse mantida na foto a área ocupada pela grama, sendo descartada a imagem do recipiente onde o mesmo era cultivado. Em seguida, as amostras foram analisadas de acordo com a metodologia adotada por Godoy (2005), com o auxílio do programa Corel Photo-Paint 12 (Corel Corporation 2003), que permite contar o número de pontos (pixels) de uma determinada cor ou determinados níveis de matiz, de saturação e de brilho existente na imagem pelo comando "máscara de cor". Após a seleção da cor desejada (verde) no comando "máscara de cor" foi então obtido o número de pixels verdes pelo comando "histograma" e determinada a porcentagem do solo coberto pela grama.

Para a avaliação do acúmulo de matéria seca da parte aérea foi realizado o corte da grama aos 45 e 90 dias. A determinação foi feita a partir do corte das aparas com o auxílio de tesoura manual simulando uma operação de poda a uma altura de aproximada de 1,0 cm. Posteriormente ao corte, as aparas de cada unidade experimental foram recolhidas individualmente com o auxílio de um aspirador de pó e acondicionadas em saco de papel devidamente identificado. Posteriormente as mesmas foram lavadas, novamente acondicionadas em sacos de papel identificados e em seguida secas em estufa de circulação forçada e renovação de ar por 72 horas à uma temperatura de 65°C. Posteriormente a secagem foi realizada a determinação da massa da matéria seca das amostras pelo método da pesagem.

Os dados foram analisados por meio da estatística descritiva e pela geoestatística com objetivo de quantificar o grau de dependência espacial, utilizando-se o software GS⁺ 7,0. O índice de dependência espacial dos atributos (IDE), que é dado por $[C/(C_0+C)]*100$, foi determinado e classificado, segundo Zimback (2001), assumindo, assim, os seguintes intervalos: dependência espacial baixa para IDE $\leq 25\%$, moderada para $25\% \leq IDE \leq 75\%$ e forte para IDE $>75\%$.

Resultados e Discussão

Os resultados da análise descritiva da taxa de cobertura verde estão apresentados na Tabela 1. A mesma análise também foi realizada para os dados da matéria seca em diferentes épocas de corte os quais estão apresentados da Tabela 2.

Tabela 1. Análise descritiva da taxa de cobertura verde conforme os meses de avaliação

Meses	N	Media (%)	Mínimo	Máximo	S	CV	C _s	C _k
Julho	79	89829	71,24	97,37	30897	5,555	-1,00	0,94
Agosto	79	90120	49,90	98,37	99549	9,977	-2,61	6,75
Setembro	80	79422	2,50	98,81	529069	2,300	-2,03	3,62
Outubro	80	83253	22,10	98,06	271062	16,464	-1,95	4,00
Novembro	80	80222	23,37	98,56	310	17,008	-1,11	0,47

N: número de amostras; s: desvio-padrão; CV: Coeficiente de Variação; C_s: Coeficiente de Assimetria; C_k: Coeficiente de Curtose

Tabela 2. Análise descritiva da matéria seca conforme aos 45 e 90 dias

Dias	N	Media (g)	Mínimo	Máximo	S	CV	C _s	C _k
45	77	8,32	2,38	14,23	7,609	2,759	0,06	-0,59
90	76	7,39	1,56	12,53	8,230	2,869	-0,26	-0,97

N: número de amostras; s: desvio-padrão; CV: Coeficiente de Variação; C_s: Coeficiente de Assimetria; C_k: Coeficiente de Curtose.

Com relação à característica avaliada, TCV (%), os coeficientes de variação (CV) segundo critérios propostos por Warrick e Nielsen (1980), apresentaram valores médios ($12\% < CV < 60\%$) para os meses de outubro e novembro (Tabela 1) e baixos ($<12\%$) para os meses de julho, agosto e setembro. A taxa de cobertura do solo apresentou comportamento assimétrico em todos os meses de avaliação, não tendo, portanto distribuição normal dos dados.

O valor de matéria seca aos 45 dias de corte indicou distribuição simétrica, o que é confirmado pelos coeficientes de assimetria próximos de zero (Tabela 2), já aos 90 dias foi observado comportamento assimétrico. Os valores de CV obtidos para o parâmetro matéria seca apresentaram índices baixos em ambos os cortes.

Na Tabela 3 e 4 estão apresentados os modelos e parâmetros dos variogramas para TCV (%) e matéria seca. Com relação aos meses avaliados em que foi avaliada a TCV (%), é possível observar Efeito Pepita Puro em relação o mês de julho representando assim a não interferência do ambiente nos resultados obtidos para a características avaliada, nesse caso foi empregado para espacialização das amostras o método de interpolação IDW (Inverse Distance Weighting), para expressar os resultados encontrados.

Tabela 3. Modelos e parâmetros dos variogramas para os meses com relação a taxa de cobertura

Meses	Modelo	Alcance	C ₀	C ₀ +C	IDE
Julho	Efeito pepita	-	-	-	-
Agosto	Esférico	0,4800	0,12	92,20	99
Setembro	Esférico	0,4719	1,00	537,80	99
Outubro	Esférico	0,5346	0,14	272,80	99
Novembro	Esférico	0,5550	15,80	324,70	95

Alcance em m; C₀: efeito pepita; C₀+C: patamar; IDE: índice de dependência espacial.

Para os demais períodos de avaliação foi possível obter um ajuste dos resultados a partir do modelo esférico. Pesquisas mostram que o modelo esférico é o mais adaptado para descrever o comportamento de variogramas de atributos de solo e planta (SILVA et al., 2010; LIMA et al., 2007; OLIVEIRA, 2007; TRANGMAR et al., 1985). Com base na mesma tabela 3, foi observado que o maior alcance de dependência espacial foi encontrado para o mês de novembro com valor de 0,55 m. A menor continuidade espacial foi para a matéria seca com 45 dias de corte um alcance de 0,38 m. Tanto os meses como as épocas de corte de matéria seca apresentaram forte dependência espacial ($IDE \geq 75\%$), conforme os intervalos propostos por Zimback (2001).

Tabela 4. Modelos e parâmetros dos variogramas para matéria seca com relação aos cortes

Dias	Modelo	Alcance	C_0	C_0+C	IDE
45	Gaussiano	0,38	1,28	8,18	84
90	Esférico	0,47	0,01	7,31	99

Alcance em m; C_0 : efeito pepita; C_0+C : patamar; IDE: índice de dependência espacial.

Com base na observação dos mapas de distribuição da TCV (%) expostos na Figura 1 e 2, foi verificado um comportamento semelhante entre os meses com exceção do mês de julho que apresentou efeito pepita. O comportamento da TCV (%) verificado no mês de julho pode estar atribuído a adaptação do gramado à condição de cultivo já que o mesmo foi plantado no referido mês. De acordo com Estefanel et al. (1994), a temperatura independentemente da estação do ano, tem grande influência tanto no crescimento como no desenvolvimento das plantas. Nos demais períodos de avaliação observou-se uma influência semelhante do ambiente nas taxas de cobertura do gramado, tal comportamento foi verificado por zonas de alta e baixa cobertura. Outra característica interessante na observação da distribuição do mapa de taxa de cobertura refere-se a influência do local de abertura da estufa, situação essa que favorecia o aumento da ventilação e, conseqüentemente, a secagem dos vasos localizados nas proximidades da porta, reduzindo assim a taxa de cobertura verde do solo.

Os mapas também demonstram que, com o decorrer dos meses, houve uma redução da taxa de cobertura dos vasos localizados na região esquerda da estufa, fato este possivelmente relacionado ao maior sombreamento nesse local em função da sombra criada pela estufa vizinha. Uma característica marcante ao longo dos meses de avaliação foi a forte interação dos dados às condições ambientais. Segundo Aspiazú et al. (1990), o clima, representado basicamente pela temperatura, umidade, radiação solar e vento, tem grande importância na distribuição da vegetação, podendo influenciar na potencialidade agrícola de uma dada região.

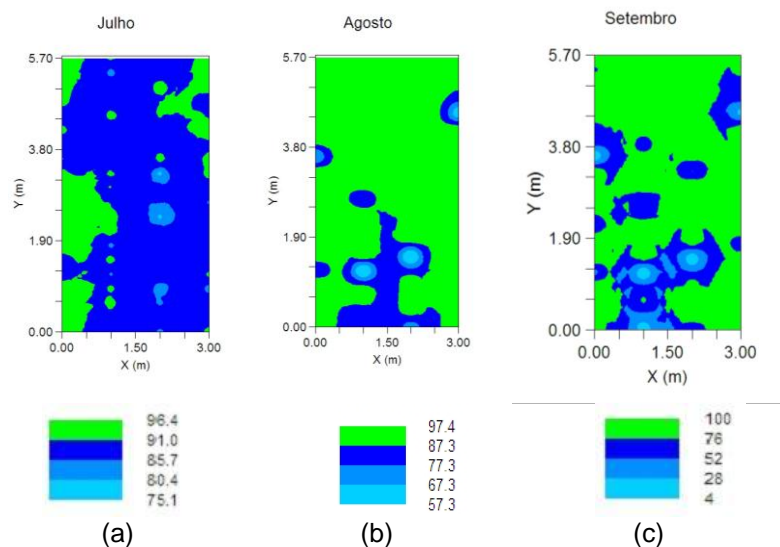


Figura 1. Mapas da distribuição espacial dos meses julho (a), agosto (b), setembro (c), com relação à taxa de cobertura verde do solo.

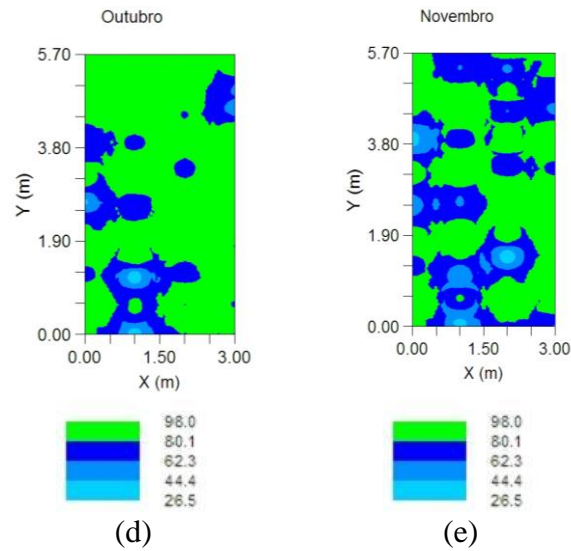


Figura 2. Mapas da distribuição espacial dos meses outubro (d) e novembro (e) com relação a taxa de cobertura verde do solo.

Na figura 3 está disposta a distribuição espacial da matéria seca aos 45 e 90 dias. O corte realizado aos 45 dias revelou a predominância de maiores valores de matéria seca da porção central ate a o lado esquerdo da casa de vegetação. Os resultados provenientes do corte realizados aos 90 dias para a determinação da matéria seca foi o que apresentou maior variabilidade, em função do menor alcance encontrado por está variável. De acordo com DINIZ et al. (2003), a identificação de regiões homogêneas quanto à temperatura do ar e estimativas de probabilidade usando funções de distribuição de probabilidade teóricas em relação à temperatura do ar têm sido desenvolvidas, enfatizando os benefícios no planejamento de atividades que minimizem riscos climáticos.

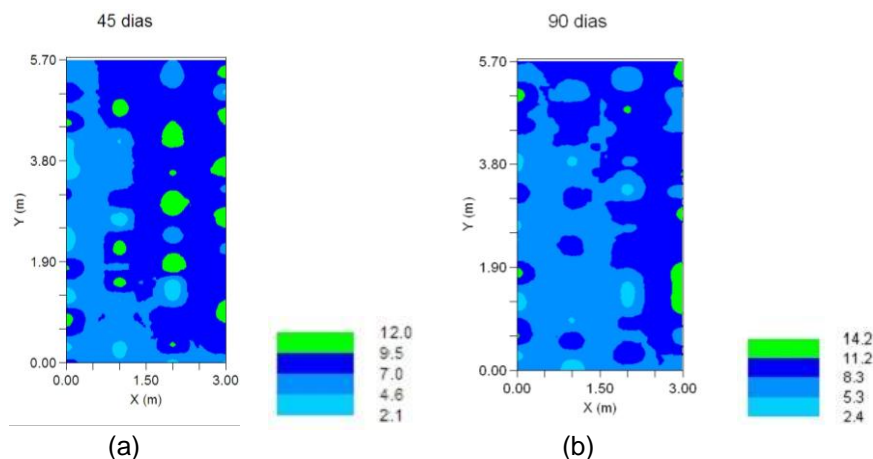


Figura 3. Mapas da distribuição espacial matéria seca com 45 dias de corte (a) e com 90 dias de corte (b).

Conclusão

No estudo da distribuição espacial da taxa de cobertura e matéria seca da grama esmeralda em ambiente protegido, pode-se concluir:

Com exceção do mês de julho, as duas variáveis apresentaram dependência espacial forte;

A taxa de cobertura apresentou maiores valores na região lateral direita para o centro da estufa;

Os valores de matéria seca coincidiram espacialmente com os altos valores de taxa de cobertura; e

A análise espacial foi uma importante ferramenta para a visualização do comportamento da grama em função do ambiente de cultivo.

Referências

- ASPIAZU, C.; Ribeiro, G.A.; Vianello, R.L. Análise dos componentes principais aplicados na classificação climática do Estado de Minas Gerais. Teste metodológico. **Revista Árvore**, Viçosa, v.14, n.1, p.1-15, 1990.
- DINIZ, G.B. et al. Identificação de regiões homogêneas de temperaturas máxima e mínima do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.11, n.2, p.303-312, 2003.
- ESTEFANEL, V. et al. Probabilidade de ocorrência de temperaturas máximas do ar prejudiciais aos cultivos agrícolas em Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.2, n.1, p.57-63, 1994.
- ESTRADA, C.L.H. **Efeito do número e tamanho do quadrado nas estimativas da composição botânica e produção de matéria seca de pastagem cultivada e estimulada pelo Botanal**. Viçosa, MG, Imp. Univ - 1990. (Dissertação de Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa). 57 p.
- GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Produção e consumo de gramas crescem no Brasil. **Agriannual 2006**: anuário da agricultura brasileira, São Paulo, p. 35-38, 2005. 10. ed.
- GODOY, L. J. G. **Adubação nitrogenada para produção de tapetes de grama Santo Agostinho e Esmeralda**. 2005. 109 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual de Paulista, Botucatu, 2005.
- LEÃO, C.; KAMPEL, M.; LORENZZETTI, J. A. Análise temporal dos campos de concentração da clorofila-a e temperatura da superfície do mar obtidos por satélites na Plataforma Continental Sudeste Brasileira. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14., 2009, **Anais...Natal**. p. 6525-6532.
- LIMA, J. S. S.; OLIVEIRA, R. B.; QUARTEZANI, W. Z. Variabilidade espacial de atributos físicos em um Latossolo Vermelho-Amarelo sob cultivo de pimenta-do-reino. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 15, n. 3, p. 290-298, 2007.
- OLIVEIRA, R. B. **Mapeamento e correlação de atributos do solo e de plantas de café conilon para fins de agricultura de precisão**. 2007. 129 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2007.
- RICHARDSON, M. D.; BOYD, J. W. Establishing *Zoysia japonica* from sprigs: effect of topdressing and nitrogen fertility. **Hortscience**, v. 36, n. 2, p. 377-379, 2001.
- SILVA, A.F; LIMA, J.S.S; OLIVEIRA, R.B. Métodos de interpolação para estimar o pH em solo sob dois manejos de café arábica. **IDESIA** (Chile), v. 28, n 2, p. 61-66 , 2010.
- SILVA, J.W.; GUIMARÃES, E.C.; TAVARES, M.; Variabilidade temporal da precipitação mensal e anual na estação climatológica de Uberaba-MG. **Ciênc. agrotec.**, Lavras. V.27, n.3, p.665-674, 2003
- 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.
- ZIMBACK, C. R. L. **Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo**. 2001. 114f. Tese (Livro-Docência em Levantamento do solo e Fotopedologia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.
- WARRICK, A.W.; NIELSEN, D.R. 1980. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (ed.). **Applications of soil physics**. New York : Academic, p. 319-344.