

Padrão espacial da taxa de lotação animal em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Ademar Roberto Gross Filho¹, Sabino Pereira da Silva Neto², Rafael Nunes Garcia¹, Camila Rosa Fonseca¹, Thauany Lopes da Silva¹, Alessandra Farias da Silva¹

¹Alunos do curso técnico em agronegócio integrado ao médio, Campus de Gurupi – Instituto Federal do Tocantins, IFTO. E-mail: ademar.gross@hotmail.com;

²Professor do curso técnico em Agronegócio, Campus de Gurupi – Instituto Federal do Tocantins, IFTO. E-mail: sabino.pereira@ifto.edu.br

Resumo: O objetivo desse estudo foi realizar a modelagem espacial da taxa de lotação animal em pastagem de capim-Marandu por meio do ajuste dos modelos esférico, exponencial e gaussiano, ao semivariograma experimental, bem como a robustez dessas predições. Para estimar a taxa de lotação animal foi necessário medir a disponibilidade da biomassa da gramínea a qual foi coletada em 50 pontos em área de 36,22 ha. A simulação da taxa de lotação foi realizada com base na disponibilidade de folhas verdes em cada ponto amostrado, consumo diário de matéria seca por cada unidade animal (UA) e o tempo de pastejo. Os dados referentes foram submetidos à estatística descritiva, ao estudo geoestatístico e interpolação por krigagem ordinária. A variabilidade espacial da taxa de lotação foi caracterizada pelos modelos esférico, exponencial e gaussiano. O modelo esférico apresentou melhor inferência segundo o critério de informação de Akaike e soma dos erros ao quadrado. Assim, a adoção de modelos com ajustes empíricos ou por critérios somente visuais levam há estimativas da taxa de lotação que não fletem a realidade da área.

Palavras-chave: carga animal; produção animal; semivariograma; variabilidade espacial; zootecnia de precisão

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção de bovinos em pastagens no Brasil utilizam predominantemente, o método de pastejo sob lotação contínua (SANTOS et al., 2014). Esse sistema de manejo da pastagem em comparação a lotação intermitente, promove maior heterogeneidade do pastejo (BARTHAM et al., 2005) gerando assim variabilidade espacial na disponibilidade de forragem. Além disso, os fatores intrínsecos as características edafoclimáticas faz com que a vegetação existente na pastagem seja, naturalmente, heterogênea.

A caracterização dos padrões espaciais da disponibilidade da forragem, bem como das taxas de lotação em determinada área de produção de gramínea, beneficia na tomada de decisões de manejo da pastagem de modo a criar estratégias para que os animais frequentem e/ou pastem locais onde tenha maior oferta de forragem. Mas para tanto os métodos que caracterizam a estrutura horizontal do pasto devem ser investigados.

Assim o objetivo desse estudo foi realizar a caracterização espacial da taxa de lotação animal, em função da oferta de forragem em pasto de capim-Marandu por meio do ajuste dos modelos esférico, exponencial e gaussiano, ao semivariograma experimental, bem como a robustez dessas predições.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O local do estudo está situado entre as latitudes, 11° 31' 41" S e 11° 30' 54" S e longitudes 47° 01' 33" W e 47° 01' 8" W, na chácara Nossa Senhora Aparecida, município de Dianópolis – Tocantins. A área de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, utilizada no experimento, foi estabelecida no ano de 2008 a qual é mantida sob lotação contínua. Nessa área foram demarcados 50 pontos de coleta de forragem (Figura 1). Em cada ponto de amostragem

pré-estabelecido realizou-se a coleta da gramínea com quadro de amostragem de 0,5 m² (0,5 x 1 m). A gramínea foi colhida à altura de 15 cm do solo e colocada em sacos identificados e levados para pesagem. Em seguida, foram levados à estufa para secagem a 55°C por 72 horas. Após secagem as amostras foram pesadas e seus pesos foram então convertidos para disponibilidade de matéria seca de folhas verdes da gramínea expressa em g m⁻².

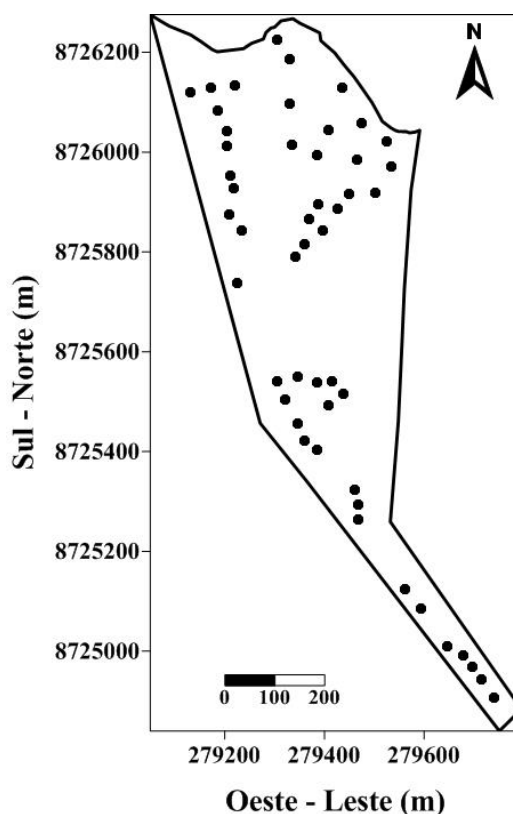


Figura 1 – Locais de coleta da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

A simulação da taxa de lotação foi realizada com base na disponibilidade de folhas verdes em cada ponto amostrado, consumo diário de matéria seca por cada unidade animal (UA) e o tempo de pastejo. Diante disso, estimou-se que uma UA necessitava de 8% de oferta de MS de folhas verdes para consumir 2% para cada quilograma de peso vivo, que o tempo de pastejo seria de 10 dias e que cada UA corresponde a 450 kg de peso vivo. Para tanto, utilizou-se a seguinte equação:

$$\text{Carga Animal (kg/ha)} = \frac{\text{Disponibilidade de matéria seca de folhas verde} \times 100}{\text{Tempo de pastejo} \times \text{Oferta de folhas}} \quad \text{Equação (1)}$$

$$\text{Taxa de lotação (UA/ha)} = \frac{\text{Carga Animal}}{450} \quad \text{Equação (2)}$$

Os dados da taxa de lotação foram submetidos à análise exploratória calculando-se a média, mediana, mínimo, máximo e os coeficientes de assimetria, curtose e de variação bem com o tipo de distribuição.

A dependência espacial entre as observações foi caracterizada por meio do semivariograma, estimado pela seguinte equação:

$$\gamma = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i+h)]^2 \quad \text{Equação (3)}$$

Em que, γ é a semivariância, $N(h)$ o número de pares de valores experimentais medidos em $[Z(x_i), Z(x_i + h)]$, separados pela distância h . Nesse presente estudo, os valores de Z são a taxa de lotação animal, enquanto os valores de x_i e $x_i + h$ foram definidos de acordo com a localização geográfica das amostras realizadas na área de pastejo.

Nesse estudo foram testados os seguintes modelos de semivariograma: (a) esférico, $\gamma(h) = C_0 + C_1 [1,5 (h/A) - 0,5 (h/A)^3]$ para $(0 < h \leq A)$ e $\gamma(h) = C_0 + C_1$ para $h > A$; (b) exponencial, $\gamma(h) = C_0 + C_1 [1 - \exp(-h/A)]$; e (c) gaussiano, $\gamma(h) = C_0 + C_1 [1 - \exp(-h^2/A^2)]$ em que “ d ” é a distância máxima na qual o semivariograma é definido e “ A ” o alcance. O ajuste dos semivariogramas possibilitou, então, definir os valores do efeito pepita (C_0), do alcance (A) e do patamar ($C + C_0$).

Para avaliação da escolha do modelo ajustado dos semivariogramas, utilizou-se o critério de informação de Akaike (AIC) e a soma dos erros ao quadrado (SSE). O critério de Akaike é dado pela seguinte expressão: $AIC = -2\log L + 2K$ em que L é a verossimilhança maximizada pelo modelo candidato e K é o número de parâmetros do modelo considerado.

A interpolação dos valores foi realizada por meio da krigagem ordinária, de modo a definir o padrão espacial da disponibilidade de matéria seca da gramínea, o que permitiu a elaboração dos mapas de contorno, utilizando-se o software Surfer 8.0 com o auxílio da equação:

$$Z^*(x_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(x_i) \quad \text{Equação (4)}$$

Em que $Z^*(x_0)$ é o estimador de krigagem; λ_i é o peso da i -ésima localidade vizinha; $Z(x_i)$ é o valor da variável para a i -ésima localidade; e N é o número de localidades vizinhas empregadas para interpolação do ponto.

A criação dos mapas de contorno permite compreender a variabilidade espacial da taxa de lotação animal na pastagem de capim-Marandu a partir dos modelos ajustados ao semivariograma experimental. Permitindo assim, visualizar e entender as diferenças práticas de manejo da pastagem que cada modelagem variográfica pode gerar.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estatística descritiva da taxa de lotação animal é apresentada na Tabela 1. Pode-se observar que o mínimo e máximo apresentam valores distantes, o que indica que a área tem elevada heterogeneidade dos dados. Por meio do valor do coeficiente de variação (CV) que é classificado como alto, pode-se confirmar essa observação. A média e mediana também apresentam valores, relativamente, distantes o que tendência os dados à distribuição não normal. Assim, o teste de Shapiro-Wilks mostra que a taxa de lotação não apresenta distribuição normal dos dados.

Tabela 1 – Estatística descritiva da taxa de lotação animal ($UA \text{ ha}^{-1}$) em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Variável	Mínimo	Média	Mediana	Máximo	Coeficiente			p-valor ¹
					Varição	Curtose	Assimetria	
TLA ²	0,15	1,38	0,73	3,90	63,00	-0,13	0,55	0,02**

⁽¹⁾: teste de normalidade de Shapiro-Wilks, ^(*): significativo a 5%, ^(**): não-significativo a 5%, ⁽²⁾: Taxa de lotação animal.

Apesar da ausência de distribuição normal dos dados os coeficientes de curtose e assimetria são próximos à zero, o que indica que a distribuição dos dados não apresenta caudas muito alongadas que possa comprometer os resultados do ajuste dos modelos ao semivariograma experimental. Assim, observa-se na Figura 1 que os modelos teóricos ajustados apresentam patamares bem definidos.

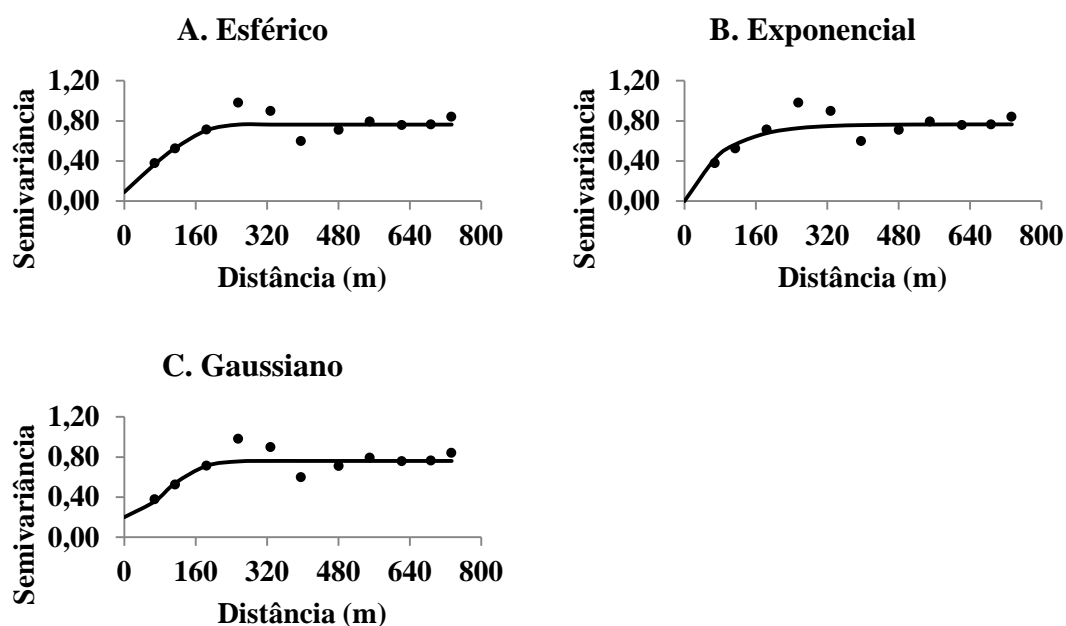


Figura 2 – Ajuste do modelo esférico (A), exponencial (B) e gaussiano (C) à semivariância experimental do aos valores de taxa de lotação animal (UA ha⁻¹) em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

A distância máxima usada para construção dos semivariogramas foi de 800 metros, a qual representa 50% da diagonal da área de estudo. Os modelos ajustado ao semivariograma empírico foram o esférico, exponencial e gaussiano, onde aparentemente poderiam estimar a variabilidade espacial da taxa de lotação animal na pastagem de capim-Marandu.

Na Tabela 2 podem-se observar os parâmetros dos modelos ajustados ao semivariograma. Nesse sentido, o modelo esférico apresentou menor valor do critério de informação de Akaike (AIC) e soma dos erros ao quadrado (SSE) seguido proximamente pelo gaussiano. Já o modelo exponencial teve maiores valores de AIC e SSE o que indica que esse pode gerar estimativas que não representam a realidade da área investigada.

Tabela 2 – Modelos e parâmetros estimados dos semivariogramas ajustados a taxa de lotação animal (UA ha⁻¹) em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Variável	Modelo	Parâmetro			SSE ⁴	AIC ⁵
		C ₀ ¹	C ₀ +C ₂ ²	A ³		
TLA ⁶	Esférico	0,09	0,66	245,90	0,10	-19,22
	Exponencial	0,00	0,76	84,96	0,12	-16,91
	Gaussiano	0,20	0,56	117,90	0,10	-18,92

⁽¹⁾C₀: efeito pepita; ⁽²⁾C₀+C: patamar; ⁽³⁾A: alcance; ⁽⁴⁾SSE: raiz quadrada do erro quadrático médio; ⁽⁵⁾AIC: Critério de Akaike; ⁽⁶⁾: Taxa de lotação animal.

Apesar dos valores de AIC e SSE dos modelos esférico e gaussiano estarem próximos, os seus valores de efeito pepita, patamar e alcance foram diferentes, obviamente devido às características matemáticas de cada um desses. Entretanto, os seus alcances foram bem maiores que o modelo exponencial o que pode ter influencias sobre as estimativas geradas na interpolação dos dados. Isso, por que a krigagem ordinária usa o alcance de um atributo como indicativo que garante que todos os pontos dentro de um círculo com este raio são tão similares que podem ser usados para estimar valores para qualquer ponto entre eles (MACHADO et al., 2007). Assim, alcances maiores, a depender da grade de amostragem, permitem o uso de um numero maior de pontos para estimar outros pontos qualquer dentro desse círculo.

A partir dos ajustes dos modelos ao semivariograma experimental para a variável do estudo, estimaram-se os valores para locais não amostrados por meio do método de interpolação de krigagem Ordinária. Assim, com esses valores estimados foi possível construir mapas de contorno que expressam a variabilidade espacial da taxa de lotação animal em função do modelo utilizado no ajuste. As superfícies de krigagem (Figura 2A, 2B e 2C) ilustram os padrões gerais dos semivariogramas discutidos inicialmente permitindo visualizar os arranjos da distribuição espacial da lotação na área investigada.

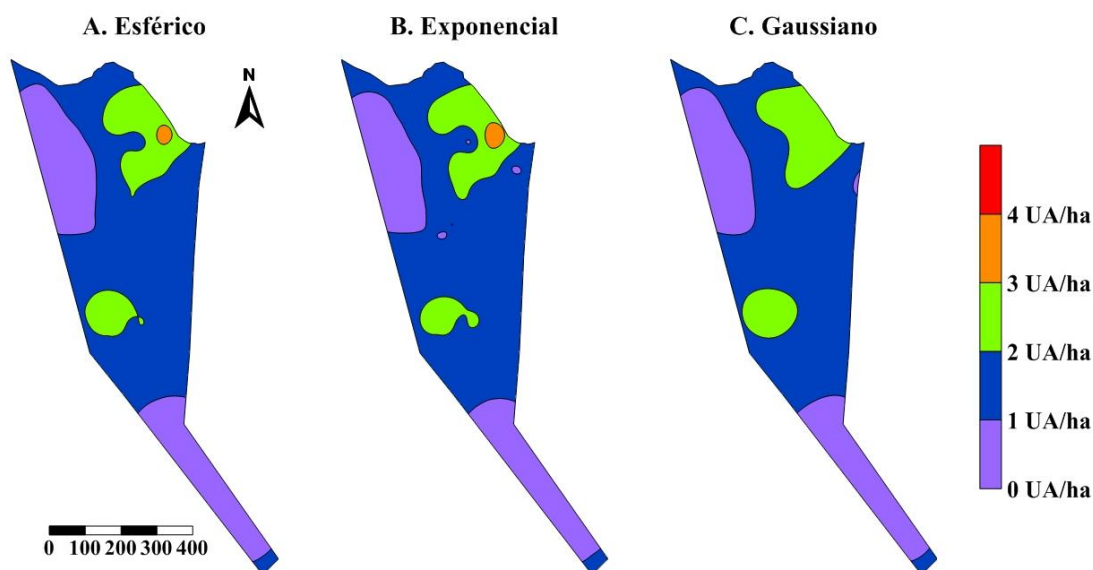


Figura 3 – Mapas representativos da taxa de lotação animal (UA ha⁻¹) em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em função do ajuste ao modelo esférico (A), exponencial (B) e gaussiano (C).

Na Figura 2A, 2B e 2C observa-se que os mapas da taxa de lotação estimada para pastagem de capim-Marandu são bem parecidos. Entretanto, pequenas diferenças podem ser notadas entre os mapas de cada modelo teórico. Assim, para detectar essas pequenas diferenças nos mapas realizaram-se o calculo da área da pastagem em cada intervalo e/ou classe de taxa de lotação em função do modelo usado no ajuste.

Tabela 3 – Intervalos de taxa de lotação animal (UA ha⁻¹) e suas respectivas áreas na pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em função do modelo ajustado ao semivariograma experimental.

Intervalos de TLA ⁽¹⁾	Modelo		
	Esférico	Exponencial	Gaussiano

(UA ha ⁻¹)	Área da pastagem ocupada pela classe (ha)		
0 – 1	9,40	8,97	9,10
1 – 2	21,73	22,35	21,52
2 – 3	4,91	4,60	5,60
3 – 4	0,18	0,30	0,00
Área Total (ha)	36,22	36,22	36,22

⁽¹⁾: Taxa de lotação animal.

As áreas de cada intervalo de classe de taxa de lotação nos modelos esférico e gaussiano, de modo geral, pouco se distanciaram. Já o modelo exponencial, nos intervalos de 1 a 2 e 2 a 3 UA ha⁻¹, apresentou as maiores diferenças em relação aos outros modelos investigados. Vale ressaltar que o ajuste do modelo exponencial da semivariância apresentou valores maiores de AIC e SSE o que indicaria ao técnico, a não adotar esse modelo para criar mapas de predição taxa de lotação em pastagem de capim-Marandu.

6. CONCLUSÕES

A variabilidade espacial da taxa de lotação animal em pastagem de capim-Marandu foi caracterizada pelos modelos esférico, exponencial e gaussiano. Entretanto, apesar da aparente precisão dos ajustes, o modelo esférico apresentou melhor inferência segundo o critério de informação de Akaike e soma dos erros ao quadrado. Assim, a adoção de modelos com ajustes empíricos ou por critérios somente visuais levam há estimativas da taxa de lotação que não fletam a realidade da área.

AGRADECIMENTOS

Ao IFTO pelo apoio a pesquisa e ao CNPq pela concessão de bolsas na modalidade PIBIC-EM.

REFERÊNCIAS

- BARTHAM, E.; DUFF, G. T.I.; ELSTON, D.A.; GRIFFITHS, J.H.; COMMON, T.G.; MARRIOTT, C.A. Frequency distributions of sward height under sheep grazing. **Grass and Forage Science**, v. 60, n. 1, p. 04-16, 2005.
- MACHADO, L. O.; LANA, A. M. Q.; LANA, R. M. Q.; GUIMARÃES, E. C.; FERREIRA, C. V. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo em áreas sob sistema de plantio convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 591-599, 2007.
- SANTOS, M.E.R; GOMES, V.M.; FONSECA, D.M. Fatores causadores de variabilidade espacial do pasto de capim-Braquiária: manejo do pastejo, estação do ano e topografia do terreno. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 210-218, 2014.