

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MASSA DE FORRAGEM E TAXA DE LOTAÇÃO ANIMAL EM PASTAGEM DE CAPIM-PIATÃ

Jhuly Kely dos Santos¹, Aline Borges Caldeira¹, Luziano Lopes da Silva², Ricardo Alencar Libório², Sabino Pereira da Silva Neto²

¹Estudante egressa do Curso Técnico em Agronegócio Integrado ao Ensino Médio – IFTO, *Campus* Gurupi. e-mail: jhullykelly43@gmail.com, alineborgescaldeira9@gmail.com.

²Docente do Curso Técnico em Agronegócio Integrado ao Ensino Médio – IFTO, *Campus* Gurupi. e-mail: luziano.silva@ifto.edu.br, rocardo.liborio@ifto.edu.br, sabino.pereira@ifto.edu.br.

Resumo: O presente estudo foi realizado para determinar a variabilidade espacial da disponibilidade da matéria seca da gramínea e a taxa de lotação animal, em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Piatã por meio do ajuste aos modelos esférico, exponencial e gaussiano, ao semivariograma experimental, bem como a robustez dessas predições. A disponibilidade matéria seca da gramínea foi coletada em 98 pontos em área de 24,60 ha. A simulação da taxa de lotação foi realizada com base na produção de matéria seca da forragem em cada ponto amostrado, consumo diário de matéria seca por cada unidade animal (UA) e o tempo de pastejo. Os dados referentes às variáveis foram submetidos estatística descritiva, ao estudo geoestatístico e interpolação por krigagem ordinária. A modelagem variográfica caracterizou a distribuição espacial da matéria seca da forragem disponível e de possíveis taxas de lotação animal no ambiente pastoril. Assim, as ferramentas da geoestatística poderão auxiliar na compreensão da variabilidade horizontal da matéria seca da pastagem e assim estimar possíveis comportamentos e desempenho produtivo dos bovinos em pastejo. Os modelos variográficos da disponibilidade de matéria seca do capim-Piatã e a taxa de lotação foram caracterizados pelos modelos esférico, exponencial e gaussiano. No entanto, o modelo esférico apresentou melhor inferência segundo o critério de informação de Akaike e soma dos erros ao quadrado.

Palavras-chave: Estrutura do pasto, carga animal, pecuária de precisão, produção animal, variabilidade espacial

1 INTRODUÇÃO

No ano de 2020 as atividades agropecuárias contribuíram com 26,60% do produto interno bruto (PIB) do Brasil. Esse destaque do agronegócio ocorreu, principalmente, devido ao ramo pecuário, o qual teve um crescimento de 24,56% em 2020 (CEPEA/USP; CNA; FEALQ, 2021). Nesse sentido, somente no primeiro trimestre de 2021, o Brasil já abateu 6,56 milhões de cabeças de bovinos (IBGE, 2021), ou seja, 2,19 milhões de bovinos, em média, são abatidas por mês. Para alcançar esses números, a bovinocultura brasileira conta com um rebanho de 214,66 milhões de cabeças, que são mantidas, majoritariamente, em áreas de pastagem que ocupam aproximadamente 171 milhões de hectares (LAPIG, 2021).

Assim a eficiência dos sistemas de produção de bovinos de corte no Brasil é ditada pela produção, consumo e conversão da gramínea em produto animal. Nesse sentido, é imprescindível que o pecuarista saiba qual a massa de forragem é produzida no pasto para então determinar as taxas de lotação que podem ser trabalhadas em sua propriedade. Entretanto, a produção de forragem na pastagem não é constante no espaço e no tempo, devido às variações que ocorrem na disponibilidade de fatores de crescimento como água, luz e temperatura (SILVA; NASCIMENTO JÚNIOR; EUCLIDES, 2008).

Dentro do possível o manejo das pastagens e dos animais deve ser adequado para equilibrar as variações sazonais entre produção de forragem e as demandas de consumo pelo rebanho. Além disso, o manejador deve levar em consideração a relação planta-animal, pois, essa interação determina o nível ingestão de nutrientes pelos ruminantes, que, por conseguinte, modificam a estrutura do pasto e o ganho de peso pelos animais. Nesse sentido, a estrutura do pasto, pode ser descrita no plano vertical e horizontal, ou seja, é a variação espacial da massa de forragem em determinada área de pastejo (GONÇALVES, et al., 2009).

A caracterização da variabilidade espacial da massa de forragem, e conseguintemente, da taxa de lotação animal em determinado pasto, pode auxiliar na tomada de decisões de manejo da pastagem de modo a criar estratégias para que os animais frequentemente ou pastejem locais onde tenha maior oferta de forragem. Mas para tanto os métodos que caracterizam a estrutura horizontal do pasto devem ser investigados.

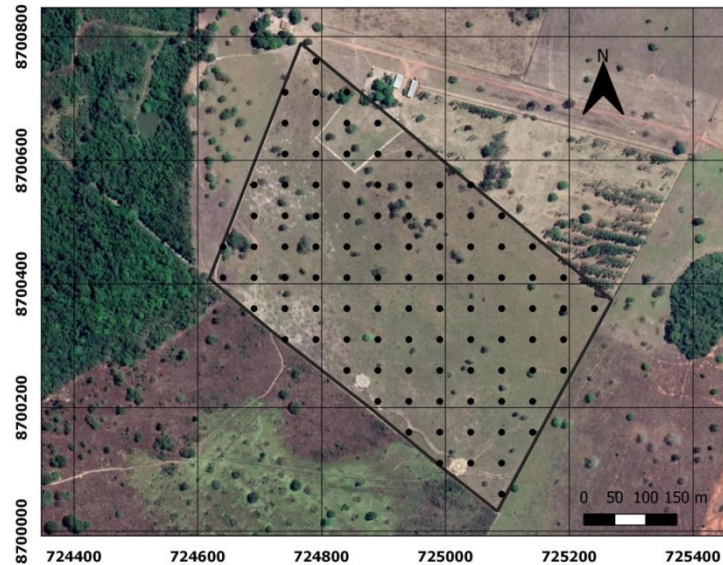
Assim o presente estudo foi realizado para determinar a variabilidade espacial da disponibilidade da matéria seca da gramínea e a taxa de lotação animal, em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Piatã por meio do ajuste aos modelos esférico, exponencial e gaussiano, ao semivariograma experimental, bem como a robustez dessas predições.

2 METODOLOGIA

Os dados utilizados para desenvolvimento da pesquisa científica foram coletados em 2018 na Fazenda Cruzeiro, localizada no município de Gurupi, estado do Tocantins, entre as latitudes 11° 44' 50,6" S e 11° 44' 56,5" S e longitudes 48° 56' 20,3" W e 48° 55' 58,4" W. De acordo com a classificação de Köppen (1948), a região apresenta clima tipo Aw (quente úmido), com temperatura média de 28°C e precipitação pluviométrica média de 1.500 mm anuais.

A área experimental foi composta de um piquete de 24,06 hectares (ha), com pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Piatã, estabelecida no ano de 2008 e utilizada em sistema de pastejo com lotação contínua. Em março de 2018 foram definidos 98 pontos de amostragem georreferenciados dispostos em malha de 50 x 50 m. Em cada ponto de amostragem pré-estabelecido, realizou-se a coleta da gramínea com quadro de amostragem de 0,5m² (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 65°C por 72 horas. Após secagem as amostras foram pesadas e seus pesos foram então convertidos para disponibilidade de matéria seca da gramínea expressa em kg ha⁻¹.

Figura 1 – Localização dos pontos de amostragem da gramínea *Urochloa brizantha* cv. Piatã.



A predição da taxa de lotação animal foi realizada com base na produção de massa seca da forragem em cada ponto amostrado, consumo diário de matéria seca (MS) 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 forragem 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:

$$\text{Carga Animal (kg/ha)} = \frac{\text{Disponibilidade de matéria seca da gramínea} \times 100}{\text{Tempo de pastejo} \times \text{Oferta de matéria seca da gramínea}} \quad \text{Eq. (1)}$$

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

Os dados da disponibilidade de massa seca da gramínea e 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 como foi testada a normalidade da distribuição dos dados. A análise exploratória dos dados tem como objetivo de identificar os valores discrepantes, a normalidade de distribuição de frequência e a variação destes.

A modelagem variográfica foi caracterizada por meio de análise geoestatística, calculando-se a semivariância com a equação proposta por Matheron (1963). Nesse estudo, foram testados os modelos de semivariogramas esférico, exponencial e gaussiano. A escolha do modelo ajustado dos semivariogramas foi realizada com base na raiz quadrada do erro quadrático médio (RSME). Além disso, avaliou-se o desempenho de cada modelo por meio do critério de Akaike (AIC).

Os mapas de contorno foram criados com a interpolação dos valores por meio de krigagem ordinária, de modo a definir o padrão espacial da disponibilidade de massa seca da gramínea e consequentemente da taxa de lotação animal predita. A criação dos mapas de contorno permite compreender a variabilidade espacial da disponibilidade de massa seca da gramínea e bem como a taxa de lotação animal na pastagem de capim-Piatã a partir dos modelos ajustados ao semivariograma experimental.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores de mínimo e máximo apresentam uma grande amplitude, indicando assim que a área de pastagem tem elevada heterogeneidade na disponibilidade de matéria seca de forragem e consequentemente na taxa de lotação animal. O grau de heterogeneidade horizontal da produção de matéria seca da gramínea no pasto pode ser caracterizado por meio dos valores do coeficiente de variação (CV) (HIRATA, 2002). Nesse sentido, observa-se que a pastagem apresenta alta variação quanto às variáveis analisadas no estudo. No entanto, os valores médios e medianos são relativamente próximos, o que tendência os dados à distribuição simétrica. Assim, o teste de Kolmogorov-Smirnov indica que as variáveis apresentam uma distribuição normal dos dados uma vez que o p-valor é maior que 0,05 (5%).

Tabela 1 – Estatística descritiva da disponibilidade de matéria seca da forragem (kg ha⁻²) e da taxa de lotação animal (UA ha⁻¹) em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Piatã.

Variável	Mínimo	Média	Mediana	Máximo	Coeficiente			p-valor ¹
					Varição	Curtose	Assimetria	
DMS ²	147,20	740,28	632,40	2738,00	63,37	4,64	1,90	0,051*
TLA ³	0,41	2,06	1,76	7,61	63,38	4,64	1,89	0,059*

(¹): teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, (^{*}): significativo a 5%, (^{**}): não-significativo a 5%, (²): Disponibilidade de matéria seca, (³): Taxa de lotação animal.

Para construção dos semivariogramas foi usada uma distância máxima de 400 metros, que representa 50% da diagonal da área de pastagem do estudo. Os modelos ajustado ao semivariograma empírico foram o esférico, exponencial e gaussiano, onde aparentemente poderiam estimar a variabilidade espacial da disponibilidade de matéria seca da forrageira e a taxa de lotação animal no pasto de capim-Piatã.

Na Tabela 2 podem-se observar os parâmetros dos modelos ajustados aos semivariogramas. Nesse sentido, tanto a matéria seca de forragem disponível quanto para taxa de lotação animal, o modelo esférico apresentou menor valor do critério de Akaike (AIC) e soma dos erros ao quadrado (SSE). Nota-se que os valores de AIC e SEE do modelo esférico são quase idênticos aos do modelo gaussiano. Já o modelo exponencial apresentou maiores valores de AIC e SSE o que indica que as predições desse modelo podem prejudicar a qualidade da interpolação dos dados.

Tabela 2 – Modelos e parâmetros estimados dos semivariogramas ajustados a disponibilidade de matéria seca da forragem (kg ha⁻²) e taxa de lotação animal (UA ha⁻¹) em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Piatã.

Variável	Modelo	Parâmetro			SSE ⁴	AIC ⁵
		C ₀ ¹	C ₀ +C ₂	A ³		
DMS ⁶	Esférico	87420	118136	98,22	62,66 x 10 ⁸	254,10
	Exponencial	62612	159010	49,11	85,82 x 10 ⁸	257,60
	Gaussiano	46782	164917	44,78	65,67 x 10 ⁸	254,70
TLA ⁷	Esférico	0,00	1,55	79,28	0,38	-4,62
	Exponencial	0,00	1,55	23,76	0,40	-4,14
	Gaussiano	0,00	1,55	38,01	0,38	-4,60

(¹)C₀: efeito pepita; (²)C₀+C₂: patamar; (³)A: alcance; (⁴)SSE: raiz quadrada do erro quadrático médio; (⁵)AIC: Critério de Akaike; (⁶): Disponibilidade de matéria seca; (⁷): Taxa de lotação animal.

A partir do ajuste dos modelos ao semivariograma experimental para as variáveis estudadas, estimaram-se os valores para locais não amostrados por meio do método de interpolação por krigagem ordinária. Assim, com esses valores estimados foi possível construir mapas de contorno que expressam a variabilidade da matéria seca da gramínea e da taxa de lotação animal na pastagem. As superfícies de krigagem da Figura 2 e 3 ilustram os padrões gerais dos semivariogramas da disponibilidade de massa da gramínea e simulação de taxa de lotação, permitindo assim, visualizar os arranjos da distribuição espacial na área investigada.

Figura 2 – Variabilidade espacial da disponibilidade de matéria seca (MS) em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Piatã em função do ajuste ao modelo esférico, exponencial e gaussiano.

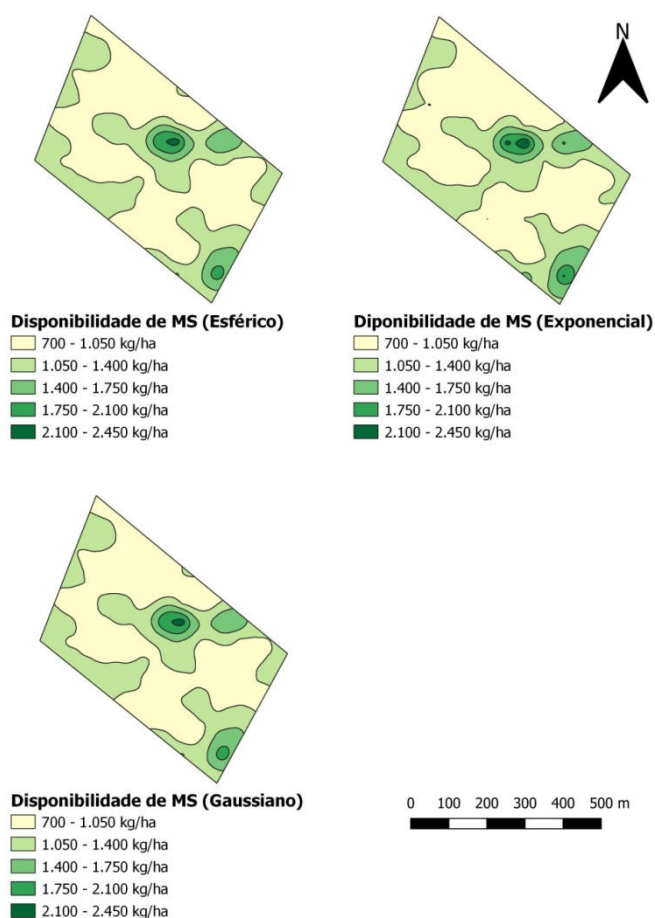
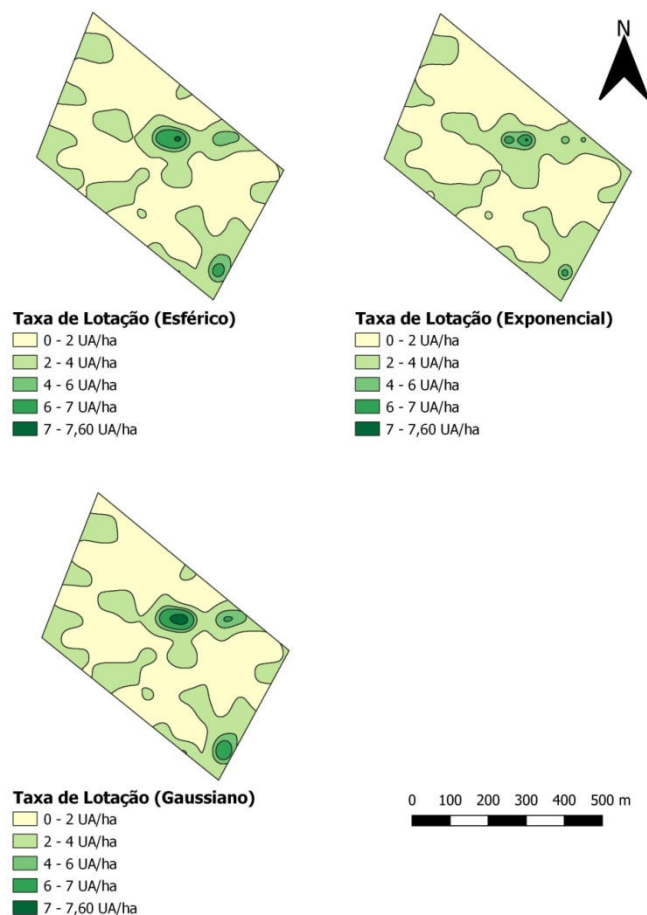


Figura 3 – Variabilidade espacial da taxa de lotação animal (UA ha⁻¹) em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Piatã em função do ajuste ao modelo esférico, exponencial e gaussiano.



A variabilidade espacial apresentada (Figura 2 e 3) pode permitir, ao manejador da pastagem, entender como os animais modificam seus padrões de pastejo, uma vez que os bovinos são induzidos a alterar seu deslocamento por características que tenha alguma dependência espacial, as quais podem também, alterar a eficiência de uso do recurso forrageiro e conseqüentemente no seu ganho de peso médio diário (PÁSCOA; COSTA, 2007). Além disso, as estratégias de pastejo dos bovinos são alteradas em pastos heterogêneos, como tentativa de aumentar ou mesmo manter a eficiência de ingestão de forragem (MEZZALIRA et al., 2013). Mas apesar disto, eles ainda assim irão manter um pastejo desuniforme o que ocasionará mudanças no plano horizontal, que resulta na variabilidade espacial da matéria seca da gramínea do pasto (SANTOS et al., 2014).

A modelagem variográfica caracterizou a distribuição espacial da matéria seca da forragem disponível e de possíveis taxas de lotação animal no ambiente pastoril. Assim, as ferramentas da geoestatística poderão auxiliar na compreensão da variabilidade horizontal da matéria seca da pastagem e assim estimar possíveis comportamentos e desempenho produtivo dos bovinos em pastejo.

Diante disso, estudos científicos que buscam conhecer como, quando e aonde os bovinos irão pastejar em determinada pastagem (MEZZALIRA et al., 2013) esclarecerão como ocorrem os padrões de pastejo desses animais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A variabilidade espacial da disponibilidade da matéria seca da gramínea e a taxa de lotação animal, em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Piatã foi caracterizada pelos modelos esférico, exponencial e gaussiano. No entanto, o modelo esférico apresentou melhor inferência segundo o critério de informação de Akaike e soma dos erros ao quadrado.

REFERÊNCIAS

CEPEA/USP; CNA; FEALQ. **Produto interno bruto do agronegócio**. Piracicaba, 2021. Disponível em: https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/boletins/sut.pib_dez_2020.9mar2021.pdf. Acessado em: 07 de julho de 2021.

GONÇALVES, E. N.; CARVALHO, P. C. F.; DEVINCENZI, T.; LOPES, M. L. T.; FREITAS, F. K.; JACQUES, A. V. A. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: padrões de deslocamento e uso de estações alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 38, n. 11, p. 2121-2126, 2009.

HIRATA, M. Herbage availability and utilisation in small-scale patches in a bahia grass (*Paspalum notatum*) pasture under cattle grazing. **Tropical Grasslands**, Austrália, v. 36, p. 13-23, 2002.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa trimestral do abate de animais**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/1_Pesquisa_Trimestral_do_Abate_de_Animais/Resultados_completos/abate_202101.xls. Acessado em: 07 de julho de 2021.

LAPIG. LABORATÓRIO DE PROCESSAMENTO DE IMAGEM E GEOPROCESSAMENTO. **Atlas digital das pastagens brasileiras**. Goiânia, 2021. Disponível em: <https://pastagem.org/map>. Acessado em: 07 de julho de 2021.

MEZZALIRA, J. C.; BREMM, C.; TRINDADE, J. K. D.; GONDA, H. L.; VIEIRA, P. C.; CARVALHO, P. C. F. Ingestive behaviour from the feeding station to patch level in heterogeneous environments. **Journal of Animal Science Advances**. v. 3, n. 12, p. 613-623, 2013.

PÁSCOA, A. G. COSTA, M. J. R. P. Aplicação dos sistemas de informação geográfica para definição de estratégias de manejo de bovinos nas pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 36, p. 45-51, 2007. Supl.

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.

SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V. P. B. **Pastagens: conceitos básicos, produção e manejo**. Viçosa, MG: Suprema, 2008. 115p.