

Padrões espaciais de deposição de fezes por bovinos de corte em áreas de pastagem

Spatial patterns of deposition of feces by beef cattle in pasture

SILVA NETO, Sabino Pereira da^{1*}; SILVA, Rodrigo Gregório da²; SANTOS Antonio Clementino dos²; GAMA, Francismar Rodrigues¹; GUERRA, Murilo Sabater da Silva¹; BRITO, Maria de Jesus Dias de¹

¹Universidade Federal do Tocantins, Centro de Ciência Animal, Programa de Pós-Graduação, Araguaína, Tocantins, Brasil.

²Universidade Federal do Tocantins, Centro de Ciência Animal, Araguaína, Tocantins, Brasil.

*Endereço para correspondência: sabinozotec@yahoo.com.br

RESUMO

Por meio desta pesquisa objetivou-se obter informações sobre o padrão de deposição das fezes de bovinos da raça Nelore na fase de recria, em áreas de pastagem cultivadas com e sem sombreamento natural, com auxílio da geoestatística, no período das águas. As informações foram coletadas no mês de março de 2010, característico do terço final do período central da estação chuvosa. Foi realizada análise geoestatística dos dados bem como análise descritiva para obtenção das médias, medianas, variâncias, CV, assimetrias e curtoses. Para o teste de normalidade dos dados foi utilizado o Kolmogorov Smirnov. As áreas com sombreamento e sem sombreamento apresentaram dependência espacial moderada e forte, respectivamente. A área com arborização apresentou melhor distribuição na deposição das fezes, enquanto a área sem sombreamento teve elevada concentração das fezes junto ao bebedouro, cocho, depressões e área de sombra. Observou-se que quanto mais próximo das depressões, maior a deposição de fezes. A análise geoestatística permitiu visualizar o padrão de deposição de fezes por bovinos em área de pastagem sob lotação contínua.

Palavras-chave: arborização, excretas, geoestatística

SUMMARY

The survey aimed to collect information on deposition pattern of feces of Nelore cattle in growing phases on pasture with and without natural shading with the use of Geostatistics in rainy season. Information was collected in March 2010, including the central period of rainy season. Data geostatistical analysis was conducted and also the descriptive analysis, obtaining the mean, median, variance, CV, skewness and kurtosis. To teste data normality the Kolmogorov-Smirnov was used. Areas with shading and no shading showed moderate and strong spatial dependent. The area with afforestation had better distribution in the deposition of feces while the area without shading had higher concentration of feces along the drinker, trough, depressions and shaded area. As closer to the depressions, the a greater deposition of feces. The geostatistical analysis allowed visualizing the pattern of feces deposition by cattle in pasture under continuous stocking.

Keywords: afforestation, manure, geostatistical

INTRODUÇÃO

A produção de bovinos de corte no Brasil é fundamentada em pastagens, sejam naturais ou cultivadas. Esse modelo tem gerado grande discussão relacionada aos possíveis impactos ambientais, positivos e/ou negativos. Nesse sentido, não só a produção de carne, mas a produção animal em geral tem sido objeto de vários estudos relacionados ao potencial de produção de excrementos e sua relação com eventuais casos de contaminação ambiental, notadamente a referente ao solo, à água e aos ambientes de trabalho fechados na presença de animais.

Os solos sob pastagem são ambientes heterogêneos pelas próprias condições internas (físicas e químicas) ou devido à distribuição desuniforme de água e nutrientes (manejo) e pela cobertura vegetal. Além disso, a presença de animais aumenta a variabilidade dos recursos desse ambiente, seja pela distribuição de dejetos ou pelo pastejo, que normalmente não são constantes e uniformes (SALTON & CARVALHO, 2007).

A deposição de dejetos pelos animais eleva a fertilidade e a atividade biológica do solo, com implicações nas taxas de absorção de nutrientes pelas plantas e consequente desenvolvimento dessas. Assim, ocorre a formação de manchas de plantas com diferentes produtividades (SALTON & CARVALHO, 2007). A deposição de excretas é influenciada pela disposição de cercas, água, sombra e topografia que acabam por determinar os padrões de distribuição. De acordo com Franzluebbbers et al. (2000) a concentração de dejetos é maior onde os animais ficam por mais tempo tal como sombra, porteiras, aguadas e cocho.

Diferentes métodos de avaliação da deposição de excrementos podem ser encontrados na literatura (BRAZ et al., 2003). A geoestatística apresenta-se como uma técnica de avaliação bastante promissora (PÁSCOA & COSTA, 2007), pois permite a obtenção de informações sobre relações espaciais entre as variáveis, o que possibilita a geração de informações de uso direto.

Páscoa & Costa (2007) relatam que existem poucas pesquisas que utilizam essa ferramenta e que os estudos clássicos não produzem resultados que demonstrem as interrelações das variáveis no seu conjunto, pois são analisadas muitas vezes duas a duas ou por regressões simples. Objetivou-se com esta pesquisa levantar informações sobre o padrão de deposição das fezes de bovinos da raça Nelore na fase de recria, em áreas de pastagem cultivadas com e sem sombreamento natural com auxílio da geoestatística.

MATERIAL E MÉTODOS

O local deste estudo situa-se entre as latitudes, 7° 5' 37" S e 7° 5' 28" S e longitudes 48° 12' 16" W e 48° 12' 8" W, na fazenda da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins (EMVZ-UFT), *Campus* de Araguaína. De acordo com a classificação de Köppen, a região apresenta clima tipo Aw (quente úmido), com temperatura média de 28°C e precipitação pluviométrica média de 1.800mm anuais (Tabela 1). O solo da área é classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico (Tabela 2).

Tabela 1. Valores de temperatura, umidade e precipitação pluviométrica do período experimental

Mês	Temperatura média do ar (°C)			Umidade (%)	Precipitação (mm)
	Máxima	Mínima	Média		
Janeiro	30,50	21,60	25,04	85	216,7
Fevereiro	30,70	21,30	25,90	86	231,80
Março	30,40	21,50	26,30	86	250,80
Abril	30,60	21,40	26,30	82	272,80
Mai	31,40	20,60	26,90	77	16,00
Total	-	-	25,2	-	1122,80

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Tabela 2. Características químicas e físicas do solo do local de estudo

Camada	MO	pH	H ⁺ +Al ³⁺	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	CTC _e
cm	g/dm ³	CaCl ₂	cmol _c /dm ³	mg/dm ³		mol _c dm ⁻³			cmol _c /dm ³	
0-10	16,10	4,06	2,20	0,92	0,003	0,87	0,30	1,20	3,40	1,75
10-20	10,74	4,17	1,60	0,65	0,003	0,90	0,20	1,13	2,73	1,67
20-30	9,31	4,05	1,00	0,67	0,003	0,83	0,11	0,97	1,97	1,41
30-40	8,08	4,23	0,80	0,62	0,003	0,82	0,12	0,97	1,77	1,38
	V	m	CE	Ds		Areia	Silte	Argila	Clas.	Text.
	%		Ds/m	g/cm ³						
0-10	35,32	31,40	0,07	1,55		94,85	1,90	3,25		Areia
10-20	41,37	32,36	0,06	1,53		93,75	2,75	3,50		Areia
20-30	49,28	31,17	0,05	1,63		94,30	2,20	3,50		Areia
30-40	54,71	29,79	0,04	1,57		93,50	3,00	3,50		Areia

MO = matéria orgânica, SB = soma de bases, CTC = capacidade de troca de cátions, CTC_e = capacidade efetiva de troca de cátions, V = saturação por bases, m = saturação por alumínio, CE = condutividade elétrica, Ds. = densidade do solo, Clas. Text. = classe textural.

A área experimental foi composta de dois piquetes com 2,07 (piquete com árvores) e 2,13 (piquete sem árvores) hectares, utilizados em lotação contínua sobre pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu estabelecida no ano de 2007 (Figura 1). O terreno dos piquetes tem declividade de 2% no sentido Sul – Norte e de 1,5% no sentido Leste – Oeste. Foram alocados, aleatoriamente, em cada piquete seis novinhos zebuínos com peso médio de 300kg que permaneceram nestas áreas por 35 dias. Em cada unidade experimental encontrava-se instalados cochos e

bebedouros. As áreas estudadas foram classificadas em função da presença no pasto de árvores ou não. Vale salientar que na área denominada sem arborização, existia uma árvore de pequeno porte.

A distribuição espacial das placas de fezes bovinas foi determinada, após 35 dias de pastejo, por intermédio da contagem total das mesmas numa circunferência de 10 metros de diâmetro que abrangeu uma área de 78,5m². Em cada piquete foram amostrados 30 pontos georeferenciados em uma malha irregular de amostragem.

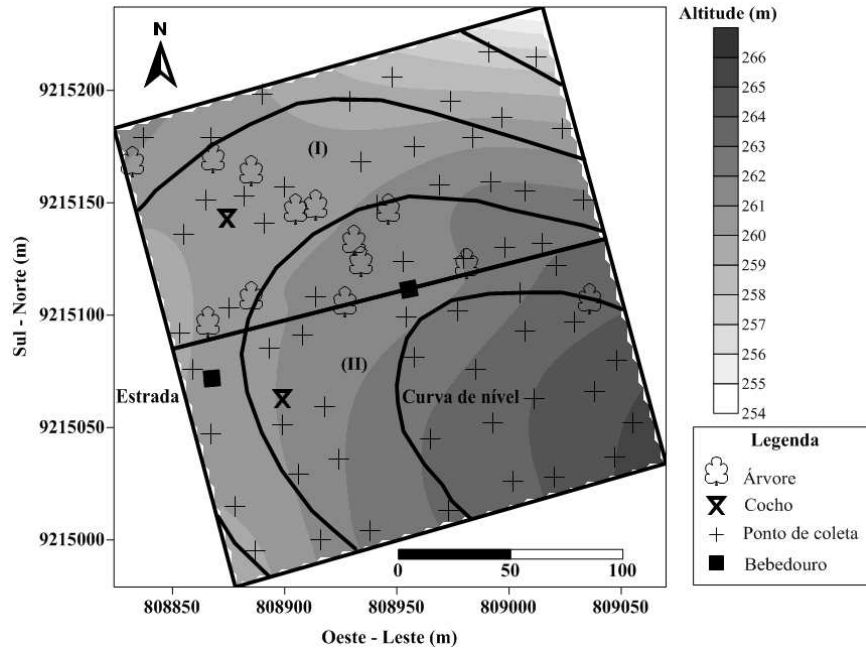


Figura 1. Local de contagem das placas de fezes bovina e distribuição de árvores nos piquetes I (com árvores) e II (sem árvores)

Realizou-se análise estatística descritiva composta por média, mediana, variância, assimetria, curtose, coeficiente de variação e o tipo de distribuição. Utilizou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov (KS) a 5% de probabilidade para testar a hipótese de normalidade.

O padrão de dependência espacial foi caracterizado por meio de análise geoestatística em que foi calculada a semivariância, com utilização de *software* GS⁺ (ROBERTSON, 2008), através da equação abaixo:

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

Tem-se por N(h) o número de pares de valores experimentais medidos em $[Z(x_i), Z(x_i + h)]$, separados pelo vetor h. No presente estudo, o valor de Z é o número de placas de fezes do local em estudo, enquanto os valores de x_i e $x_i + h$ foram definidos de acordo com a localização geográfica das amostras realizadas no campo. O ajuste dos semivariogramas possibilitou definir os valores do efeito pepita (C_0), do alcance (A) e do patamar ($C + C_0$).

A seleção do modelo ajustado dos semivariogramas foi realizada com base na menor soma do quadrado dos resíduos (SQR), no maior coeficiente de determinação (R^2) e maior grau de dependência espacial (GDE). Segundo Robertson (2008) a proporção dada pela equação

$$GDE = \left[\frac{C}{(C + C_0)} \right] 100 \quad (2)$$

permite classificar o GDE em: dependência espacial fraca quando $GDE \leq 25\%$, dependência espacial moderada quando $25\% < GDE \leq 75\%$ e dependência espacial forte quando $GDE > 75\%$.

A interpolação dos valores foi realizada pelo método geoestatístico de Krigagem, de modo a definir o padrão espacial da variável estudada, o que permitiu a elaboração dos mapas de isolinhas com utilização do *software* Surfer 8.0 (GOLDEN SOFTWARE, 2002) com o auxílio da equação:

$$Z^*(x_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(x_i) \quad (3)$$

Em que $Z^*(x_0)$ é a variável interpolada; 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.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov revelou que a pastagem com arborização apresenta distribuição normal (Tabela 3). Entretanto, o mesmo comportamento não foi observado para a área sem arborização natural. Segundo Corá et al. (2004) e Silva et al. (2010) o estudo geoestatístico de um conjunto de dados não exige que estes tenham distribuição normal, conveniente apenas que a distribuição não apresente caudas muito alongadas, o que pode comprometer os resultados.

Tabela 3. Valores das medidas de tendência central, dos coeficientes de assimetria e do teste de normalidade, em áreas de pastagem com e sem sombreamento natural

Local	Média	Mediana	Variância	Coeficiente			KS
				Varição	Assimetria	Curtose	
Com árvores	0,154	0,153	0,0018	28,14	-0,07	-0,04	0,11*
Sem árvores	0,126	0,114	0,0543	42,83	1,15	1,51	0,17**

KS = teste de normalidade de Kolmogorov Smirnov, *significativo a 5%, ** não-significativo a 5%.

Os valores de média e mediana para pastagem com arborização natural estão bem próximos entre si, o que favorece para que os dados desta pastagem tenham distribuição normal, o que não foi observado na área sem árvores, que implicou em maior variância dos dados deste local.

Com base nos coeficientes de assimetria e curtose observa-se que a pastagem arborizada tem distribuição de placas de fezes próxima à forma simétrica e curtose ligeiramente leptocúrtica,

enquanto que a área sem arborização apresenta assimetria discreta com cauda à direita e curtose planicúrtica.

Os valores do coeficiente de variação (CV) indicam que os dados da distribuição das placas de fezes na pastagem com arborização possuem menor heterogeneidade quando em comparação aos do piquete sem árvores. Essa situação é justificável, pois na área sem árvores em certos momentos, foram identificados locais que não apresentavam placas de fezes e outros

com elevada concentração. Segundo Braz et al. (2003) em pastagem cultivada sem arborização 33% das placas de fezes encontra-se em pontos específicos (malhadouros, pontos de água, próximos a cercas) que representam em média 12% do total das pastagens. No entanto, nas duas áreas avaliadas, a distribuição de placas de fezes revelou média variação segundo a classificação do CV proposta por Warrick e Nielsen (1980) que classifica a variabilidade dos atributos em: baixa ($CV < 12\%$), média ($12 < CV < 60\%$) e alta ($CV > 60\%$). Os valores do CV indicam que a utilização de valores médios não caracteriza adequadamente

a variabilidade espacial da deposição de fezes de bovinos em áreas de pastagem, o que acarreta erros na distinção de áreas devido ao uso de valores médios com alta variabilidade. Desse modo, essas condições podem levar à sub ou superestimativas na deposição de fezes. As duas áreas analisadas quanto à dispersão das placas de fezes, apresentaram dependência espacial que se ajustaram ao modelo exponencial (Tabela 4). Os coeficientes de determinação (R^2) dos modelos ajustados para a pastagem arborizada e sem arborização apresentaram valores de 0,58 e 0,69 respectivamente.

Tabela 4. Variáveis da análise geoestatística, sua classificação, coeficiente de determinação e soma do quadrado do resíduo, em áreas de pastagem com e sem sombreamento natural

Local	Parâmetro							
	Modelo	C_0^1	C_0+C^2	$A^3(m)$	GDE ⁴	Classe	R^2^*	SQR ⁵
Com árvores	Exponencial	0,002	0,004	310,90	50	Moderada	0,58	$1,3 \times 10^{-6}$
Sem árvores	Exponencial	0,00	0,003	14,90	100	Forte	0,69	$3,4 \times 10^{-7}$

¹ C_0 = efeito pepita, ² C_0+C = patamar, ³A = alcance, ⁴GDE = grau de dependência espacial, ⁵SQR = soma do quadrado dos resíduos. * R^2 = coeficiente de determinação.

Analisou-se o grau de dependência espacial (GDE) conforme a classificação recomendada por Robertson (2008) e verificou-se que a pastagem com árvores apresenta o grau de dependência espacial moderado, e para a área sem arborização forte dependência espacial. Conforme sugerido por Cambardella et al. (1994) e Castrignanò et al. (2000) a forte dependência espacial das características do solo é atribuída aos fatores intrínsecos tais como material de origem, clima, relevo, processos físicos, químicos e atividade biológica (componentes de formação do solo) e a dependência espacial moderada aos

fatores extrínsecos como o manejo exercido pelas práticas agrícolas. Nesse sentido, a forte dependência espacial encontrada para a pastagem não arborizada pode ser decorrente de fatores extrínsecos tais como presença de cocho para fornecimento de suplementação concentrada, bebedouro e um fator intrínseco que foi uma área sombreada naturalmente (uma árvore), Figura 1. Enquanto que a dependência espacial moderada da pastagem arborizada ocorreu devido aos fatores intrínsecos como relevo, fertilidade do solo e cobertura vegetal (árvores), o que é confirmado quando se analisa a amplitude de variação dos dados para a área com árvores, onde esta área

apresentou CV mais baixo em comparação à pastagem não arborizada (Tabela 4). Maiores GDE indicam que se tem melhor estrutura espacial e que maior precisão pode ser obtida no mapeamento das propriedades estudadas com uso de técnicas de geostatística como a krigagem.

Os valores do alcance relativos aos semivariogramas têm uma importância considerável na determinação do limite da dependência espacial, e pode ser também um indicativo do intervalo entre unidades de mapeamento (GREGO & VIEIRA, 2005). O alcance (A) de um atributo 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).

A dispersão das placas de fezes pela pastagem apresentou diferentes alcances, a pastagem arborizada obteve o maior valor (310,90m) em relação à área sem arborização (14,90m). Páscoa (2009), ao avaliar a deposição de fezes de novilhas Nelore em pastagem de Tifton 85 sem arborização, observou dependência espacial em alguns piquetes avaliados e que, quando existiu dependência, esta ficou entre 20,1 e 27,2m.

Houve diferença entre os valores observados nas áreas sem arborização (menor valor) e com arborização (maior valor) em relação ao estudo realizado por Páscoa (2009). Esse efeito pode ser atribuído ao período do ano em que foram realizadas as avaliações (período das águas), de elevada temperatura, precipitação e umidade relativa, condições climáticas que causaram em parte significativa do tempo, desconforto térmico aos animais e os induziram a retornarem ou mesmo não se distanciarem significativamente dos pontos de água e sombra, no caso

da área sem sombreamento (Tabela 1). White et al. (2001), ao estudar o padrão de deposição de vacas leiteiras, observou comportamento similar, em que na estação quente do ano verificou maior deposição dos animais na medida em que aproximava-se do tanque, como resposta à maior visitação a essa estrutura.

Para a área com sombreamento o resultado foi o inverso ao obtido por Páscoa (2009), onde o alcance verificado foi superior ao observado em seu estudo, o que pode levar à conclusão de que a presença das árvores tenha reduzido os efeitos negativos do desconforto térmico, citados anteriormente como característico dessa época.

O alto valor de alcance mostra que a presença de árvores na pastagem mantém maior continuidade espacial na distribuição das fezes pela área em relação ao piquete sem a presença de árvores no pasto. Já a menor continuidade espacial na dispersão de fezes, pode ser explicada pela ausência de árvores distribuídas pela pastagem e deposição de fezes em alta concentração em locais mais visitados pelos animais, tais como cocho de sal, bebedouro, locais com maior vigor de rebrota da forragem (estações alimentares) e com sombreamento natural, o que resulta em concentração de dejetos nessas áreas e prejuízos à qualidade ambiental.

Estudos que utilizam a estatística descritiva clássica inferem sobre a variabilidade e sobre a condição média da deposição de fezes no pasto, porém, não demonstram como esta variabilidade está distribuída na pastagem de forma espacial. Assim, a partir dos modelos obtidos, para os semivariogramas ajustados para cada local do estudo, estimaram-se os valores da concentração de placas de fezes para os locais não amostrados, através do

método de interpolação de Krigagem. Finalmente, com os valores estimados foi possível construir mapas de isolinhas (Figura 2 e 3) que expressam a

variabilidade da deposição de fezes na pastagem em função da presença de árvores ou não.

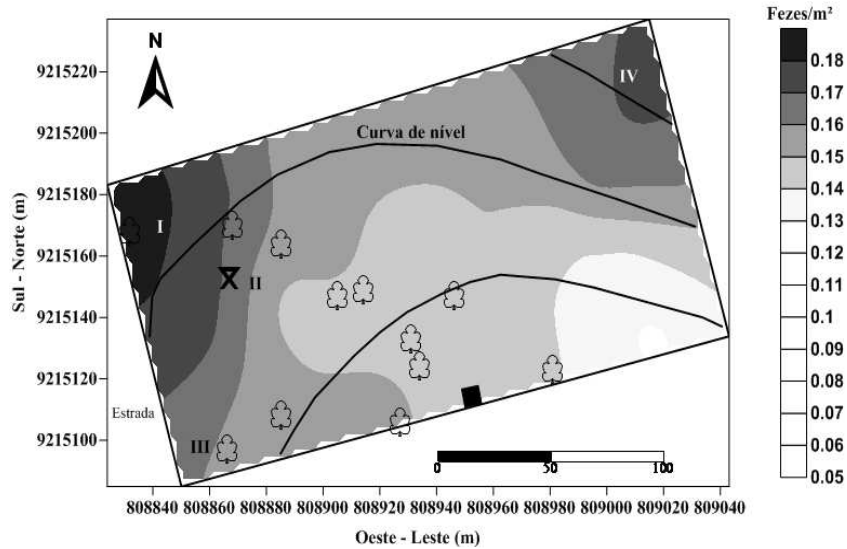


Figura 2. Distribuição espacial das fezes por bovinos Nelore, em área de pastejo contínuo com sombreamento natural

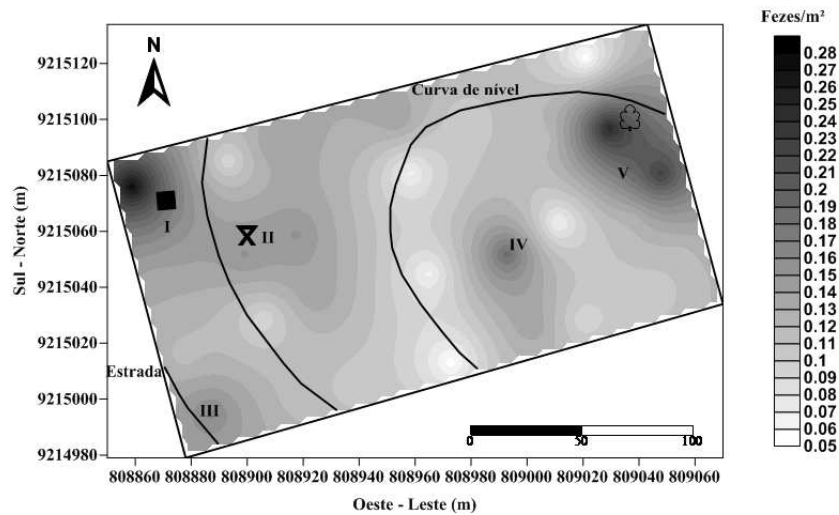


Figura 3. Distribuição espacial das fezes por bovinos Nelore, em área de pastejo contínuo sem sombreamento natural

A geoestatística, segundo Feng et al. (2004), permite caracterizar e quantificar a variabilidade espacial, desenvolver uma interpolação racional e estimar a variância dos valores interpolados. Os mapas de krigagem

confeccionados permitiram visualizar arranjos de distribuição espacial, das placas de fezes, bem distintos entre as duas pastagens, o que proporcionou a identificação de zonas de deposição de fezes em função das características de

cada local de pastejo. Segundo Parsons et al. (2001) a caracterização do pastejo de áreas heterogêneas, emerge como uma importante ferramenta no entendimento das relações nos ecossistemas de pastagens. Essas informações permitem definir práticas de manejo para reduzir os possíveis impactos dessa deposição de fezes ao ambiente. Nesse sentido, a análise espacial pode melhorar a eficiência e controle do sistema de produção (SCHAFFRATH et al., 2008).

Com base na análise espacial dos dados (Figuras 2 e 3) observou-se que a distribuição das fezes apresentou relação espacial com o declive. O número de placas de fezes por unidade de área elevou-se à medida que se direcionou para as partes mais baixas (especialmente na área com sombreamento natural) e no geral, as áreas de maior cota apresentaram as menores concentrações de placas (Figuras 2 e 3).

O declive pode gerar um padrão de importância em uma pastagem com limitações na oferta de alimento, visto que nas suas áreas mais baixas há tendência de acumular água e nutrientes, o que propicia a formação de estações alimentares devido às possíveis melhorias na fertilidade do solo. Se levar em consideração o tipo de solo da área em estudo (Tabela 2), qualquer incremento em matéria orgânica gera maior capacidade de retenção de umidade e maior disponibilidade de nutrientes. Nesse sentido, a maior deposição de matéria orgânica nas áreas de menor declive, possivelmente, tenha estimulado o maior crescimento vegetal, o que atraiu mais frequentemente os animais, e possibilitou grande deposição de fezes nesses locais em relação aos demais. Esse efeito corrobora Páscoa (2009) quando relatou que em algumas áreas de avaliação foi observada

correlação média com a declividade, sendo característica de cada área, além de estar associada a outras características não mencionadas em seu estudo.

Segundo Bailey et al. (2001) e Tate et al. (2003), os padrões de distribuição de fezes de bovinos são associados significativamente com a localização de pontos atrativos, com a inclinação e/ou declividade do local, bem como a situação hidrológica em dado momento. Durante a condução do experimento, apesar de ter ocorrido na época das águas quando se esperava maior crescimento da cultura e maior oferta de forragem, observou-se que a pastagem encontrava-se em grau acentuado de degradação, com muitas invasoras, baixa densidade e oferta de massa seca de forragem total (MSFT) baixa, com máxima oferta de 1.140 e 1.070kg MSFT/ha e médias de 663,03 e 807,77kg MSFT/ha para área com arborização e área sem arborização, respectivamente. Nesse sentido, as possíveis melhorias na fertilidade do solo por meio da deposição de material orgânico, devido ao declive ou à deposição de dejetos, elevaram a produção da gramínea em locais específicos, o que gerou manchas de plantas que atraíam os animais para esses pontos. Salton & Carvalho (2007) indicam que o pastejo contínuo eleva a heterogeneidade da pastagem devido à formação de manchas de plantas pela deposição de dejetos e da seleção de plantas pelos animais.

Rodrigues et al. (2008) ao avaliarem o retorno de nutrientes via deposição de fezes e urina em pastagem sob pastejo contínuo com novilhos Nelore, de peso vivo médio de 300kg e lotação média de 4,27 animais em um período de 140 dias, verificaram o retorno de 28kg de N (38 % do consumido) e o retorno do P de 3,8kg (próximo de 100% do

consumido) somente com as fezes. Braz et al. (2003) quando avaliaram a dispersão das placas de fezes, verificaram que 33% das deposições das fezes eram realizadas em 12% da área, localizada na bordadura. Marchesin (2005) observou deposição com variação de 18,9 a 33,5 % do total de fezes nas áreas de descanso em função da oferta de forragem (estações alimentares), e aumento da deposição na medida em que foi diminuída a oferta.

Ao se calcular o retorno em kg de N/ha/ano, assumindo as quantidades retornadas desse nutriente observadas por Rodrigues et al. (2008) e Marchesin (2005) e o padrão de distribuição verificado por Braz et al. (2003), tem-se que no pasto houve o retorno equivalente a 55,57kg, enquanto que para as zonas de maior concentração a dose equivalente foi de 200,75kg de N/ha/ano, o que reforça o fato de que as áreas de baixada têm naturalmente maior deposição de nutrientes (MARCHESIN, 2005) e que essa característica é acentuada na presença dos animais, pois ao serem atraídos, elevam a deposição de nutrientes nessas áreas (EDMEADES, 2003). Dessa forma é gerado um mecanismo de realimentação do sistema, que tende a elevar essa concentração ao longo do tempo até que a quantidade de dejetos limite o consumo desses animais.

Quanto aos principais motivos que levam os animais a depositarem seus dejetos, Braz et al. (2003) observaram que a deposição das fezes em uma determinada área é função do maior tempo despendido pelos animais nesses locais. Comportamento similar foi descrito por White et al. (2001), quando estudaram a deposição de fezes e urina em vacas Holandesas e Gersey e observaram correlação alta (0,94) entre a deposição de fezes e o tempo gasto no local.

No caso da área com sombreamento, houve maior concentração em duas áreas (zona I e IV). A primeira próxima à estrada, que também coincide com a presença de uma árvore próxima à cerca, de porte elevado, que projeta sua sombra totalmente para o interior da área no período mais quente do dia. Já a segunda, foi observada na zona de menor cota. No caso da segunda área sem arborização, a maior concentração foi observada no local próximo à fonte de água (zona I), próximo a uma árvore existente nessa área (zona V), próximo ao cocho (zona II), no ponto de menor cota (zona III) e no ponto de maior cota (zona IV).

Na área com sombreamento, observa-se o efeito da interação entre fatores relacionados à presença de sombra, proximidade da estrada e menor cota. Já que a deposição de fezes resulta do maior tempo de permanência dos animais na área, ter-se-iam indícios suficientes para supor que essa área apresentou maior número de placas por unidade de área em função do maior tempo de permanência dos animais, haja vista que existiam nesse local três características possíveis de atrair os animais: proximidade com estrada, sombra e menor cota (maior oferta de forragem).

A maior quantidade de placas de fezes nas áreas de menor cota (zonas I e IV na área com sombreamento e I e III na área sem sombreamento) vai de encontro ao observado por Braz et al. (2003) ao relatarem a procura pelos animais por áreas mais elevadas para descanso, em regiões quente e úmida, por buscarem locais menos úmidos e com maior brisa. Vale salientar que em função do tipo de solo há pouca possibilidade de formação de áreas muito úmidas.

Na área sem sombreamento natural foi observada uma zona de concentração no local de maior cota (zona IV). Todavia,

esse local coincidiu com uma depressão localizada no topo da área, o que leva a crer também no efeito da deposição de nutriente mencionado anteriormente. Assim, ter-se-ia a existência de dois efeitos: a busca por locais de maior brisa (já que não havia árvores nessa área) e um local com maior possibilidade de crescimento vegetal. Já na área com sombreamento (Figura 2), as árvores proporcionaram melhor ambiência aos animais, estes não necessitaram buscar o ponto de maior cota (zona mais clara) para se refrescarem (maior ventilação).

Páscoa (2009) ao avaliar a deposição espacial de fezes por novilhas Nelore, na região de Sertãozinho – SP, observou que em períodos de maior oferta de forragem os animais rejeitavam as áreas de pastagem contaminadas com fezes, e que quando da baixa disponibilidade, essa rejeição não era notada.

Práticas de manejo que manipulem o pastejo (pecuária de precisão), e organizem a oferta e o acesso às áreas, podem melhorar a distribuição de fezes, e assim diminuir os efeitos acentuados de pontos específicos, quando da utilização da área em pastejo contínuo.

Concluiu-se que a arborização proporcionou melhor distribuição da deposição de fezes, pois apresentou moderada dependência espacial.

A área sem arborização apresentou dependência espacial forte em relação aos fatores extrínsecos como bebedouro, cocho e estrada, com maior concentração das deposições próximas dessas estruturas. Houve diferença nos parâmetros da análise geostatística entre as duas áreas, com maior alcance na área com sombreamento.

O relevo influenciou na deposição de fezes, pois elevou sua concentração na medida em que se dirigia para as áreas de menor cota. A análise geostatística permitiu visualizar padrões espaciais de

deposição de fezes por bovinos em área de pastagem sob lotação contínua.

REFERÊNCIAS

BAILEY, D.W.; WELLING, G.R.; MILLER, E.T. Cattle use of foothills rangeland near dehydrated molasses supplement. **Journal Range Management**, v.54, n.4, 338-347, 2001.

BRAZ, S.P.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; CANTARUTTI, R.B.; MARTINS, C.E.; FONSECA, D.M.; BARBOSA, R.A. Caracterização da Distribuição Espacial das Fezes por Bovinos em uma Pastagem de *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.787-794, 2003.

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**, v.58, p.1501-1511, 1994.

CASTRIGNANÒ, A.; GIUGLIARINI, L.; RISALITI, R.; MARTINELLI, N. Study of spatial relationships among some soil physico-chemical properties of a field in central Italy using multivariate geostatistics. **Geoderma**, v.97, p.39-60, 2000.

CORÁ, J.E.; ARAUJO, A.V.; PEREIRA, G.T.; BERBALDO, J.M.G. Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.6, p.1013-1021, 2004.

EDMEADES, D.C. The long-term effects of manures and fertilisers on soil productivity and quality: a review. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.66, p.165-180, 2003.

FENG, Q.; LIU, Y.; MIKAMI, M. Geostatistical analysis of soil moisture variability in grassland. **Journal of Arid Environments**, v.58, p.357-372, 2004.

FRANZLUEBBERS, A.J.; STUEDEMANN, J.A.; SCHOMBER, H.H. Spatial distribution of soil carbon and nitrogen pools under grazed tall fescue. **Soil Science Society of America Journal**, v.64, n.2, p.635-639, 2000.

GOLDEN SOFTWARE. **Surfer for Windows version 8.0**. Colorado: Golden, 2002.

GREGO, C.R.; VIEIRA, S.R. Variabilidade espacial de propriedades físicas do solo em uma parcela experimental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, n.2, p.169-177, 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 plantio convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.3, p.591-599, 2007.

MARCHESIN, W.A. **Dinâmica da deposição de fezes em pastagem de *Brachiaria brizantha* submetida e intensidade de pastejo**. 2005. 63p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga.

PARSONS, A.J.; SCHWINNING, S.; CARRERE, P. Plant growth functions and possible spatial and temporal scaling errors in models of herbivory. **Grass Forage Science**, v.56, p.21-34, 2001.

PÁSCOA, A.G. **Comportamento de bovinos de corte em resposta a à disposição espacial de condicionadores de pastejo**. 2009. 118p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária "Júlio de Mesquita Filho"/ Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

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.

ROBERTSON, G.P. **GS+; Geostatistics for the environmental sciences – GS+ User's guide**. Plainwell: Gamma Design Software, 2008. 152p.

RODRIGUES, A.M.; CECATO, U.; FUKUMOTO, N.M.; GALBEIRA, S.; SANTOS, G.T.; BARBERO, L.M. Concentrações e quantidades de macronutrientes na excreção de animais em pastagem de capim-mombaça fertilizada com fontes de fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.990-997, 2008.

SALTON, J.C.; CARVALHO, P.C.F. **Heterogeneidade da pastagem – causas e consequências**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste. 2007. 41p.

SCHAFFRATH, V.R.; TORMENA, C.A.; FIDALSKI, J.; GONCALVES, A.C.A. Variabilidade e correlação espacial de propriedades físicas de solo sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.4, p.1369-1377, 2008.

SILVA, S.A.; LIMA, J.S.S.; SOUZA, G.S.; OLIVEIRA, R.B.; SILVA, A.F. Variabilidade espacial de fósforo e das frações granulométricas de um Latossolo Vermelho Amarelo. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.1, p.1-8, 2010.

TATE, K.W.; ATWILL, E.R.; MCDOUGALD, N.K.; GEORGE, M.R. Spatial and temporal patterns of cattle feces deposition on rangeland. **Journal Range Management**, v.56, n.5, p.432-438, 2003.

WARRICK, A.W.; NIELSEN, D.R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (Ed.). **Application of soil physics**. New York: Academic Press, 1980. p.319-344.

WHITE, S.L.; SHEFFIELD, R.E.; WASBURN, S.P.; KING, L.D.; GREEN JÚNIOR, J.T. Spatial and time distribution of dairy cattle excreta in an intensive pasture system. **Journal of Environmental Quality**, v.30, p.2180 - 2187, 2001.

Data de recebimento: 13/07/2010

Data de aprovação: 23/03/2011