



Nutri·Time

Revista Eletrônica

Vol. 14, Nº 02, mar./ abr. de 2017

ISSN: 1983-9006

www.nutritime.com.br

A Nutritime Revista Eletrônica é uma publicação bimestral da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos bem como resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>.

Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

Distribuição espacial da produção de capim-mombaça (*panicum maximum* cv. mombaça) em um latossolo amarelo na região do baixo Parnaíba

Geoestatística, krigagem, zootecnia de precisão.

Guilherme Augusto Drehmer¹
Fernando Silva Araújo²
Antônio Hosmylton Carvalho Ferreira²
Flavio C. Aquino³
Valdemar Cavalcante Queiroga Filho⁴

¹ Graduando em Engenharia Agrônoma – Universidade Estadual do Piauí - UESPI /Parnaíba-PI E-mail: guiengagronomo@outlook.com

² Professor Adjunto da UESPI/Parnaíba - PI

³ Mestrando do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal – UFPI/Teresina- PI

⁴ Engenheiro agrônomo pela UESPI/Parnaíba- PI

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar a estrutura de dependência espacial da matéria seca produzida por *Panicum Maximum* cv. mombaça em um LATOSSOLO AMARELO na região do baixo Parnaíba, com vistas na determinação de zonas de manejo específico. Foram coletados 140 pontos, referentes aos cruzamentos de uma malha amostral de 46 x 210 metros, subdividida em 28 piquetes de 15 x 23 metros, nos quais se coletaram cinco amostras dentro de cada piquete (uma em cada extremidade e uma central). Os resultados obtidos pelo teste Shapiro-Wilk foram significativos para os atributos avaliados. Houve maior variação entre média e mediana na massa verde (MV) quando comparado com as variações de massa seca (MS) e taxa de lotação. Os valores mínimos e máximos variaram de 7,2 para 36,0 na MV; 0,86 para 6,05 na MS e de 5,45 para 38,01 na taxa de lotação. O grau de dependência espacial apresenta-se como moderado para ambos. De modo geral, a massa seca da pastagem distribuiu-se na área em estudo com uma estrutura de dependência espacial bem definida, com ajuste ao modelo esférico e a área de estudo possui zonas de manejo específico.

Palavras-chave: geoestatística, krigagem, zootecnia de precisão.

VARIABILITY MOMBAÇA GRASS PRODUCTION (PANICUM MAXIMUM CV. MOMBAÇA) LATOSOL AN AREA IN YELLOW BASS REGION PARNAIBA

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the spatial dependence structure of dry matter produced by *Panicum Maximum* cv. mombaça on a OXISOL in the lower region Parnaíba, in order to determine specific management zones. 140 points were collected, relating to intersections of a sampling grid of 46 x 210 meters is subdivided into 28 pickets 15 x 23 meters, in which 5 samples were collected within each picket (one at each end and a central). The results obtained by Shapiro-Wilk test were significant for the evaluated attributes. There was a greater variation between average and median in green mass (MV) when compared to the dry mass variations (MS) and stocking rate. The minimum and maximum values ranged from 7.2 to 36.0 in MV; 0.86 to 6.05 in MS and from 5.45 to 38.01 in stocking rate. The spatial dependence appears as moderate for both. In general, the dry matter of the pasture was distributed in the study area with a spatial dependence structure well defined, with adjustment to the spherical model and the study area has specific management zones.

Keyword: geostatistics, kriging, precision animal

INTRODUÇÃO

A agropecuária nacional ocupa atualmente uma posição de destaque no cenário mundial por possuir o maior rebanho comercial do mundo com aproximadamente 212 milhões de cabeças (IBGE, 2015). Neste cenário, há predominância de sistemas produtivos baseados na utilização de pastagens, principalmente, em virtude do menor custo de produção nessas condições. Sendo que grande parte das restrições à produção animal em pastagens tropicais pode ser resolvida com práticas de manejo que aumentem a eficiência de utilização ou colheita da forragem produzida (BARBOSA et al., 2007).

A conversão de áreas naturais, tais como florestas, a sistemas agropecuários de produção promovem um desequilíbrio no ecossistema, a retirada da cobertura vegetal original e a implantação de monocultivos, tais como pastagens, aliados a práticas de manejo inadequadas, resulta no rompimento do equilíbrio entre o solo e o meio, comprometendo a sustentabilidade da sua utilização agropecuária (Araújo et al., 2010).

O uso sustentável das áreas sob pastagens é uma questão de alta relevância, haja vista que, uma boa parte das pastagens cultivadas no Brasil encontra-se com algum nível de degradação (ANDRADE et al., 2011) Kichel et al. (2012) afirmam que uma pastagem degradada pode apresentar menos de 50% de seu potencial produtivo em relação às condições edafoclimáticas do local onde foi implantada e da espécie ou cultivar da forrageira utilizada.

Dentre os fatores mais importantes relacionados com a degradação das pastagens destacam-se o manejo animal inadequado, a falta de reposição de nutrientes, a lotação animal excessiva, sem os ajustes para uma adequada capacidade de suporte, tratando a área como um sistema homogêneo, não levando em consideram as variações da pastagem causadas pelos processos citados acima, além da ausência de adubação de manutenção têm sido os aceleradores do processo de degradação (MACEDO, 2009).

O conhecimento da distribuição espacial dos atributos do solo e de suas relações com a pastagem pode auxiliar no seu manejo (GREGO et al., 2012). As causas da degradação de pastagens variam e incluem: práticas inadequadas de pastejo e manejo, falhas no estabelecimento fatores bióticos e abióticos (DIAS-FILHO et al., 2011). Desfolhação seletiva dos animais, bem como pelo clima, relevo do terreno, estratégias de manejo da pastagem e deposição de fezes (CARVALHO, 2009).

Na literatura autores têm demonstrado a variação espacial de atributos de solo e planta. Correlacionando produtividade de gramíneas com atributos do solo Souza et al. (2010) e Montanari et al. (2012) observaram dependência espacial em atributos solo a partir de técnicas de geoestatística. Da mesma forma, as culturas agrícolas apresentam variação espacial, interferindo no seu desenvolvimento.

Outro fator que permite avaliar o potencial forrageiro de uma determinada gramínea trata-se da determinação da massa seca da parte aérea de pastagem, visto que, pode ser utilizada 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 do pasto, pode-se estimar a taxa de crescimento da planta, bem como a capacidade de lotação do pasto.

Partindo desses pressupostos, objetivou-se avaliar a estrutura de dependência espacial da matéria seca produzida por capim *Panicum Maximum* cv. mombaça em um LATOSSOLO AMARELO na região do baixo Parnaíba, com vistas na determinação de zonas de manejo específico.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do experimento

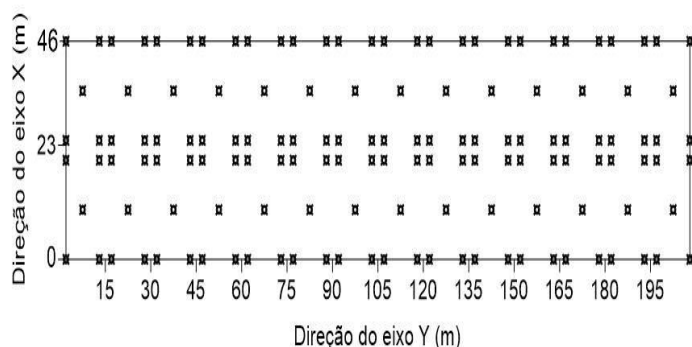
O experimento foi realizado na propriedade Balde Cheio, localizada no município de Parnaíba-PI, na BR-343 (02° 54' 18" S 41° 46' 37"). O clima é o tropical chuvoso (Aw') pelo critério de classificação de Koppen. Sua área, de topografia ondulada, é voltada para produção de gado leiteiro, utilizando como forragem o capim mombaça, cultivado em um

LATOSSOLO AMARELO, distrófico, textura média, fase caatinga litorânea, com relevo plano e suave ondulado.

Mapeamento da pastagem

Para o mapeamento da pastagem, foram coletados 140 pontos, referentes aos cruzamentos de uma malha amostral de 46 x 210 m, subdividida em 28 piquetes de 15 x 23 m, nos quais se coletaram cinco amostras dentro de cada piquete (uma em cada extremidade e uma central) conforme mostra a Figura 1. A área onde foi realizada a coleta apresenta um desnível que converge para o centro da área, estando este local sujeito a maiores níveis de fertilidade e umidade, devido ao processo de escoamento superficial e subsuperficial, na qual ocorre o transporte de moléculas pela enxurrada. (COGO et al., 2003).

FIGURA 1. Grid amostral da distribuição dos pontos de coleta na pastagem de capim Mombaça em um LATOSSOLO AMARELO.



Fonte: Elaborado pelo autor

Coleta dos pontos amostrais

Para coleta dos pontos foi utilizado método do quadrado que consiste no corte da forragem presente, dentro de uma área conhecida delimitada por uma moldura de madeira (quadro), lançada em diferentes pontos previamente estabelecidos da área a ser avaliada. A área do quadro foi de 0,25 m². Após a identificação dos pontos, foi feito o corte da pastagem manualmente com auxílio de uma tesoura de poda, sendo o material coletado em sacos plásticos de 100 litros. O critério utilizado foi um corte em 30 cm quando o capim apresentava-se com até 80 cm de altura na entrada, e corte em 40 cm quando a altura estivesse acima de 80 cm, simulando uma altura de entrada e saída do gado

durante o pastejo nos piquetes coletados.

Pesagem do capim Mombaça

Em cada ponto coletado, a massa de forragem foi pesada, no mesmo local coletado, logo após a coleta utilizando uma balança de precisão com capacidade para até 50 kg. Após a determinação da massa verde, por meio da pesagem do material em campo, o capim foi encaminhado para o laboratório da EMBRAPA MEIO-NORTE PARNAÍBA, onde foram levados para estufa com ventilação forçada a 65°C por 36 horas, quando atingiram peso constante, em seguida se determinou a massa seca.

Determinação da taxa de lotação

Para a determinação da taxa de lotação foi levado em consideração a unidade animal (UA) = 550 kg, que é a média de peso do gado leiteiro (atividade predominante da propriedade) e o consumo de matéria seca igual a 2% do peso vivo (PV).

Análise de dependência espacial dos atributos

A dependência espacial foi analisada por meio de ajustes de semivariogramas (SOUZA et al., 2006), com base na pressuposição de estacionariedade da hipótese intrínseca, a qual é estimada por:

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

Em que N(h) é o número de pares experimentais de observações, Z(x_i) e Z(x_i + h) são separados por uma distância h. O semivariograma é representado pelo gráfico $\hat{\gamma}(h)$, versus h. Do ajuste de um modelo matemático aos valores calculados de $\hat{\gamma}(h)$, são estimados os coeficientes do modelo teórico para o semivariograma (o efeito pepita, **C0**; patamar, **C0+C1**; e o alcance, **a**); já para analisar o grau da dependência espacial dos atributos em estudo foi utilizado a classificação de Cambardella et al. (1994).

Softwares utilizados

Os modelos de semivariogramas considerados foram o esférico, o exponencial, o linear e o gaussiano, sendo ajustados por meio do programa GS[®] (versão 7.0) (Gamma design software, 2004).

Posteriormente, tais modelos foram usados no desenvolvimento de mapas de isolinhas (krigagem).

Em caso de dúvida entre mais de um modelo para o mesmo semivariograma, foi considerado o maior valor do coeficiente de correlação obtido pelo método de validação cruzada. Para elaboração dos mapas de distribuição espacial da variável, será utilizado o programa Surfer®8.0 (Golden software, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos pelo teste Shapiro-Wilk não foram significativos para os atributos avaliados: massa verde (MV), massa seca (MS) e taxa de lotação (Tabela 1). Sendo que a normalidade dos dados não é condição necessária para aplicação das técnicas de geoestatística. Assim, segundo Gonçalves et al. (2001), a análise exploratória dos dados torna possível admitir, em princípio, estas distribuições como suficientemente simétricas para o estudo geoestatístico.

TABELA 1. Estatística descritiva e modelos e parâmetros estimados dos semivariogramas experimentais da taxa de lotação, massa verde e massa seca de pastagem de capim Mombaça em um LATOSSOLO AMARELO.

Parâmetros	Massa		Taxa de
	Verde	Seca	Lotação
	----- t ha ⁻¹ -----		UA ha ⁻¹
Média	25,95	2,55	16,05
Mediana	15,6	2,32	14,6
Mínimo	7,2	0,86	5,45
Máximo	36,0	6,05	38,01
DP	4,85	0,89	5,6
CV (%)	32,5%	0,79%	0,79%
Cs	0,15 (0,22)	0,59 (0,22)	0,49 (0,21)
Ck	-0,54 (0,43)	0,3 (0,44)	-0,28 (0,42)
W	0,93910 ^{ns}	0,93197 ^{ns}	0,93216 ^{ns}

Fonte: Elaborado pelo autor

Observando os três itens estudados, foi perceptível uma maior variação entre média e mediana na MV quando comparado com as variações de MS e taxa de lotação. Houve variação entre os valores mínimos e máximos na MV; MS e taxa de lotação. Com relação ao desvio padrão, nota-se uma variação baixa, o que indica que os dados tendem a estarem próximos da média, sendo que entre os itens estudados, o CV apresentou-se como baixo na MS e taxa de lotação, e médio na MV. Os itens

apresentaram assimetria positiva, com mediana menor que a média, mostrando, assim, a tendência para concentração de valores menores que a média. A maioria dos atributos apresentou distribuição de frequência platicúrtica, ou seja, com curtose negativa, indicando maior variabilidade entre os atributos avaliados.

Com a modelagem dos resíduos, foi possível a obtenção de melhores ajustes de semivariogramas. Na confecção dos mapas temáticos desses atributos, adicionou-se a tendência aos resíduos. Seguem na Tabela 2 os parâmetros de ajuste dos semivariogramas, aos dados originais e aos resíduos.

TABELA 2. Parâmetros de ajuste dos semivariogramas, aos dados originais e aos resíduos.

Parâmetros	Massa		Taxa de
	Verde	Seca	Lotação
	----- t ha ⁻¹ -----		UA ha ⁻¹
Modelo	Esférico	Esférico	Esférico
C0	5.7200,0	0,24820	987,000
C0+C1	12.5100,0	0,497401	1,975,000
a (m)	40,0	100,0	150,0
GDE (%)	45,7	49,9	49,9
R ² (%)	92,1	76,1	91,3
SQR	0,03	0,03	6,60
N	140	140	140
Outlier	20	20	16

DP = desvio padrão; CV = coeficiente de variação; CS = assimetria; CK = curtose; W = estatística do teste Shapiro-Wilk. ns = não significativo a 5 % de probabilidade pelo teste Shapiro-Wilk; UA = unidade animal; C0 = efeito pepita; C0+C1 = patamar; a = alcance; GDE = grau de dependência espacial; R² = coeficiente de determinação do modelo; SQR = soma de quadrados do resíduo; UA = unidade animal

Fonte: Elaborado pelo autor

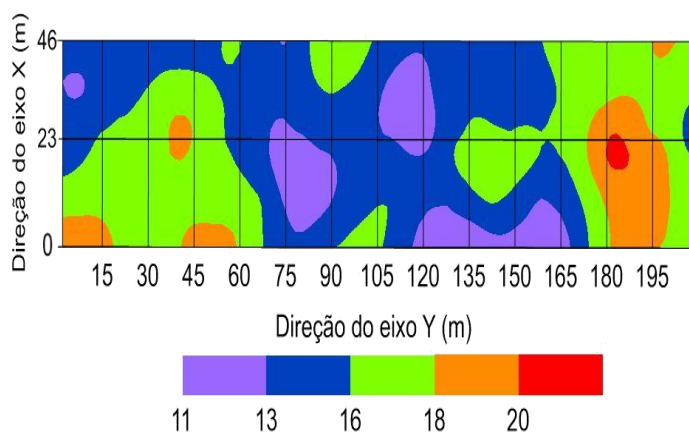
O modelo ajustado a todos os atributos foi o esférico, o alcance (a) é uma medida importante, uma vez que pode auxiliar na definição de práticas de amostragem, ou seja, pontos coletados em uma área circular de raio igual ao alcance são correlacionados e, acima deste, são independentes, podendo utilizar a estatística clássica para o estudo dos atributos do solo (VIEIRA, 2000). O maior alcance foi encontrado para taxa de lotação, indicando maior continuidade espacial. E o menor foi para MV, indicando variação de escala de acordo com o atributo estudado. Os valores de alcance podem influenciar na qualidade

das estimativas, uma vez que ele determina o número de valores usados na interpolação, estimativas feitas com interpolação por krigagem ordinária, utilizando valores de alcances maiores, tendem a ser mais confiáveis, apresentando mapas que representem melhor a realidade (CORÁ et al., 2004).

Para analisar o grau da dependência espacial dos atributos em estudo, foi utilizado a classificação de Cambardella et al. (1994), em que são considerados grau de dependência espacial forte os semivariogramas que têm um efeito pepita < 25% do patamar, moderada quando está entre 25 e 75% e fraca, > 75%. Com isso, o grau de dependência espacial apresenta-se como moderado para MV, MS e taxa de lotação. Isso indica moderada precisão na estimativa de valores em locais não medidos até o alcance do semivariograma.

Nas Figuras 2 e 3 são apresentados os mapas temáticos interpolados, por krigagem ordinária, da distribuição espacial dos atributos na área de pastagem, o que possibilitou identificar regiões heterogêneas, mesmo em uma área de pequena extensão. Os valores estimados foram agrupados em uma escala de cores, contendo cinco classes para os itens em análise.

FIGURA 2. Distribuição espacial da massa verde (t ha⁻¹) de pastagem de capim Mombaça em um LATOSSOLO AMARELO



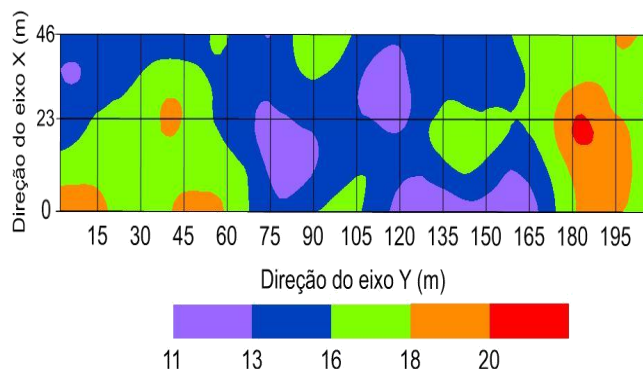
Fonte: Elaborado pelo autor

Observando o mapa da Figura 2 é notória a predominância de uma produção de massa verde de

capim - mombaça nos piquetes entre 13 e 16 toneladas por hectare, que é uma das menores produções observadas. Tal produção foi percebida nos piquetes localizados nas partes mais baixas da área em estudo; este fator pode estar relacionado pela alta umidade presente no local devido o escoamento superficial, prejudicando o desenvolvimento da pastagem, atrelada a fatores ambientais, na qual relatado pelo proprietário, este local da área apresenta grande quantidade de pedras, dificultando o desenvolvimento do sistema radicular nas plantas, a maior produção de MV (20 t ha⁻¹), conforme mostra o gráfico, deu-se nos piquetes finais, onde aparentemente não apresentou impedimentos hídricos e mecânicos.

As diferenças de produção podem acontecer também pelo tipo de adubação e manejo utilizado na propriedade. Segundo Fagundes et al. (2012) práticas como calagem, manejo do pastejo, irrigação e adubação de pastagens, particularmente, a nitrogenada proporcionam aumentos em produção de matéria. Dessa forma, a utilização da fertilização nitrogenada tem proporcionado mudanças na produção de forragem, devido alterações que ocorrem nas características morfológicas e estruturais das plantas forrageiras, influenciando o comprimento final das folhas, alongamento foliar, densidade populacional de perfilho, índice de área foliar e composição morfológica, que reflete na produção de matéria seca (FAGUNDES et al., 2006).

FIGURA 3. Distribuição espacial da massa verde (t ha⁻¹) de pastagem de capim Mombaça em um LATOSSOLO AMARELO

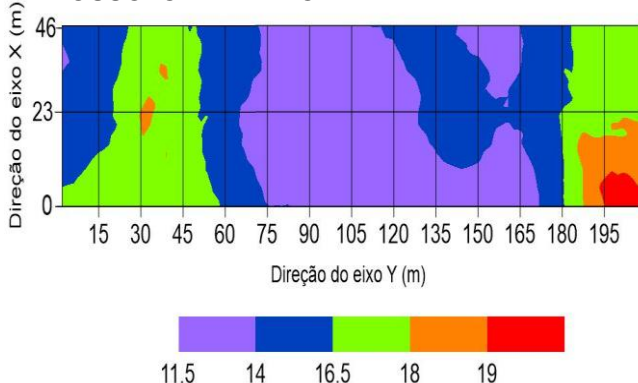


Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 3 o mapa representa a produção de matéria seca (MS) por hectare, onde a predominância foi de uma produção entre 1,7 e 2,3 toneladas por hectare, percebidas também nos piquetes da parte mais baixa da área em estudo. Da mesma forma da MV, a maior produção de MS foi observada nos últimos piquetes, com uma produção de 3,2 t ha⁻¹. Podendo haver uma melhor disponibilidade de nutrientes para as plantas. O que, segundo Bomfim-Silva e Monteiro (2010) a disponibilidade de nutrientes exerce grande influência na nutrição da planta, que se reflete no desenvolvimento vegetal e na recuperação do capim.

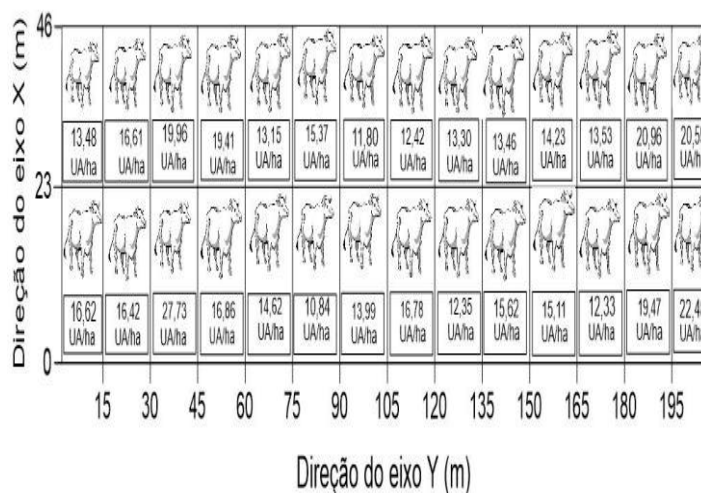
O mapa mostra (figura 4) a lotação ideal para um melhor aproveitamento da pastagem e um melhor aproveitamento do animal, conseqüentemente. Observa-se a estimativa de uma lotação de 11,5 a 14 UA nos piquetes do meio e uma lotação máxima de 19 UA nos piquetes finais, o que coincide com a melhor produção de MV. De acordo com Sarmiento et al. (2008), o efeito do pisoteio dos animais sobre o solo aumenta quando o pastejo é realizado em solos com umidade elevada e com baixa cobertura vegetal. Isto evidencia a importância do controle das taxas de lotação animal quanto à quantidade de pastagem produzida e à cobertura vegetal, para mitigar o efeito do pisoteio sobre a qualidade física dos solos. O Mombaça tem apresentado maiores produções de matéria seca total e de folhas, maior teor de fósforo (P) na parte aérea, podendo suportar maior taxa de lotação (Pimenta, 2009). Já a Figura 5 mostra uma representação média da taxa de lotação por piquetes.

FIGURA 4. Distribuição espacial da taxa de lotação (UA ha⁻¹) na pastagem de capim Mombaça em um LATOSSOLO AMARELO



Fonte: Elaborado pelo autor

FIGURA 5. Média da taxa de lotação por piquetes



Fonte: Elaborado pelo autor

CONCLUSÃO

A massa seca da pastagem distribuiu-se na área em estudo com uma estrutura de dependência espacial bem definida, com ajuste ao modelo esférico.

A área de estudo possui zonas de manejo específico, devendo-se fazer um manejo diferenciado nas áreas com menor massa seca, devido ao excesso de umidade no local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, R. G.; LEIVAS, J. F.; GARÇON; E. A. M.; SILVA, G. B. S.; LOEBMANN, D. G. S. W.; VICENTE, L. E. Monitoramento de processos de degradação de pastagens a partir de dados Spot Vegetation. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite. P. 16 2011. (**Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 19). Disponível em: <http://www.cnpm.embrapa.br/publica/download/bpd_20_2011.pdf>. Acesso em: 3 Ago. 2016.
- ARAUJO, F. S.; SALVIANO, A. A. C.; LEITE, L. F. C.; SOUZA, Z. M.; SOUSA, A. C. M. Physical quality of a Yellow Latossol under integrated Crop-livestock system. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa; v. 34, n. 3, p. 717-723, jun. 2010.

- BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; EUCLIDES, V. P. B.; SILVA, S. C.; ZIMMER, A. H.; TORRES JUNIOR, R. A. A. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n.3, p. 329-340, Mar. 2007.
- BOMFIM-SILVA, E. M.; MONTEIRO, A. Nitrogênio e enxofre na adubação e em folhas diagnósticas e raízes do capim braquiária em degradação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 8, p. 1641-1649, Ago. 2010.
- CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa Soils. **Soil Science Society America Journal**, v. 58, n. 5, p. 1501-1511, Out.1994.
- CARVALHO, P. C. F.; TRINDADE, J. K.; MEZZALIRA, J. C.; POLI, C. H. E. C.; NABINGER, C.; GENRO, T. C. M. Do bocado ao pastoreio de precisão: compreendendo a interface planta-animal para explorar a multifuncionalidade das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V. 38, p. 109-122, 2009.
- COGO, N. P.; LEVIEN, R.; SCHAWARZ, R. A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 3, p. 743-753, Ago. 2003.
- CORÁ, J. E.; ARAÚJO, J. A. V.; PEREIRA, G. T.; BERALDO, 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**. Viçosa v. 28, n. 6, p. 1013-1021, Dez 2004.
- DIAS-FILHO, M. B. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. 4.ed. Belém: **Embrapa Amazônia Oriental**, P. 215, Mai. 2011.
- FAGUNDES, J. L.; MOREIRA, A. L.; FREITAS, A. W. P.; ZONTA, A.; HENRICH, R.; ROCHA, F. C. Produção de forragem de Tifton 85 adubado com nitrogênio e submetido à lotação contínua. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 2, p. 306-317, Jun. 2012.
- FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MISTURA, C.; MORAIS, R. V.; VITOR, C. M. T.; GOMIDE, J. A. Características morfogênicas e estruturais do capim braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 21-29, Fev. 2006.
- Gamma Design Software, LLC. All Rights Reserved, 2004.
- GOLDEN SOFTWARE - SURFER for windows. Release 7.0. Contouring and 3D surface mapping for scientist's engineers. User's guide. New York, Golden Software, 1999. 619p.
- GONÇALVES, A. C. A.; FOLEGATTI, M. V.; MATA, J. D. V. Análises exploratória e geoestatística da variabilidade de propriedades físicas de um Argissolo Vermelho. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 5, p. 1149-1157, 2001.
- GREGO, C. R.; RODRIGUES, C. A. G.; NOGUEIRA, S. F.; GIMENES, F. M. A.; OLIVEIRA, A.; ALMEIDA, C. G. F. Variabilidade espacial do solo e da biomassa epigea de pastagem, identificada por meio de geostatística. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 9, p. 1404-1412, Set. 2012.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Estados. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 08 de Jul de 2015.
- KICHEL, A. N.; COSTA, J. A. A.; ALMEIDA, R. G. Vantagens da recuperação e renovação de pastagens degradadas com a utilização de sistemas integrados de produção agropecuária. **Revista Agro & Negócios**. v. 11, n. 14, p. 48-50, Mai. 2012.
- MACEDO, M. C. M.; Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 38, p. 133-146, 2009.
- MONTANARI, R.; SOUZA, G. S. A.; PEREIRA, G.T.; MARQUES JÚNIOR, J.; SIQUEIRA, D. S.; SIQUEIRA, G. M. The use of scaled semivariograms to plan soil sampling in sugarcane fields. **Precision Agriculture**.

- Dordrecht v. 13, n. 5, p. 542–552, Out. 2012
doi:10.1007/s11119-012-9265-6.
- PIMENTA, L. Capim novo a caminho. **Revista Associação Brasileira de Ciência e Zootecnia**. v. 50, n. 2, p. 18-20, 2009.
- SARMENTO, P.; RODRIGUES, L. R. A.; CRUZ, M. C. P.; LUGÃO, S. M. B.; CAMPOS, F.P.; CENTURION, J. F. Atributos químicos e físicos de um argissolo cultivado com *panicum maximum* jacq. cv. ipr-86 milênio, sob lotação rotacionada, e adubado com nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 32, n. 1, p. 183-193, Fev. 2008.
- SOUZA, Z. M.; CAMPOS, M. C. C.; CAVALCANTE, I. L. H.; MARQUES JUNIOR, J.; CESARIM, L. G.; SOUZA, S. R. Dependência espacial da resistência do solo a penetração e do teor de água do solo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 128-134, Fev. 2006.
- SOUZA, Z. M.; CERRI, D. G. P.; COLET, M. J.; RODRIGUES, L. H. A.; MAGALHÃES, P. S. G.; MANDONI, R. J. A. Análise dos atributos do solo e da produtividade da cultura de cana-de-açúcar com o uso da geoestatística e árvore de decisão. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 4, p. 840-847, abri. 2010.
- VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, G. R. (Ed.). Tópicos em Ciência do solo. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. v. 1, p. 1-54, 2000.