



UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**ANA PAULA SÁ CARVALHO**

**VARIABILIDADE ESPACIAL DA FERTILIDADE DO SOLO EM PASTOS DE CAPIM  
MASSAI SUBMETIDOS AO PASTEJO CONTÍNUO E ROTACIONADO**

**ARAGUAÍNA, TO**

**2023**

**ANA PAULA SÁ CARVALHO**

**VARIABILIDADE ESPACIAL DA FERTILIDADE DO SOLO EM PASTOS DE CAPIM  
MASSAI SUBMETIDOS AO PASTEJO CONTÍNUO E ROTACIONADO**

Monografia apresentada à UFNT –  
Universidade Federal do Norte do  
Tocantins – Campus Universitário de  
Araguaína como parte das exigências da  
Disciplina TCC 1 – Trabalho de Conclusão  
de Curso.

Orientadora: Dra. Ana Cristina  
Ferreira Holanda

**ARAGUAÍNA, TO**

**2023**

## FICHA CATALOGRÁFICA


ANA PAULA SÁ CARVALHO

**VARIABILIDADE ESPACIAL DA FERTILIDADE DO SOLO EM PASTOS DE  
CÁPIM MASSAI SUBMETIDOS AO PASTEJO CONTÍNUO E ROTACIONADO**

Monografia apresentada à UNFT–  
Universidade Federal do  
Tocantins – Campus Universitário de  
Araguaína para a obtenção do título de  
Zootecnista, sob orientação da Prof. Dra.  
Ana Cristina Holanda Ferreira.


Data de Aprovação 13/12/2023

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente  
 ANA CRISTINA HOLANDA FERREIRA  
Data: 23/02/2024 11:48:49-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Prof. Dra. Ana Cristina Holanda Ferreira - Orientadora UNFT

Documento assinado digitalmente  
 JOSE GERALDO DONIZETTI DOS SANTOS  
Data: 26/02/2024 08:46:33-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. José Geraldo Donizetti dos Santos - Examinador, UNFT

Documento assinado digitalmente  
 JOSE HUGO DE OLIVEIRA FILHO  
Data: 23/02/2024 11:42:03-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. José Hugo de Oliveira Filho - Examinador, UNFT

## DEDICATÓRIA

Agradeço e dedico essa monografia a Deus que me deu força e persistência para superar as dificuldades.

A minha Orientadora e todos os professores do curso pelos ensinamentos, apoio e dedicação.

Em memória de minha avó Adélia a quem eu devo tudo o que sou hoje.

Em memória de Juliane dos Santos de Souza Elói, que por adversidades da vida, não conseguiu seu diploma de zootecnista, mas o era de coração!

Minha mãe Maria Raimunda meu maior exemplo de garra, fé e superação e minha irmã Luanna por todo apoio dado a mim sempre.

A senhora Aldenir, o senhor Júlio e o Marcos por todo apoio que foi me dado ao longo de toda formação acadêmica.

Meu filho Júlio Netto, minha maior inspiração.

E a todos que direta e indiretamente contribuíram para minha formação acadêmica e de vida o meu muito obrigada.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1. Distribuição espacial do atributo pH.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 2. Distribuição espacial do atributo A.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 3. Distribuição espacial do atributo H+Al.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 4. Distribuição espacial dos atributos Ca+Mg, K.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 5. Distribuição espacial do atributo MO.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 6. Distribuição espacial do atributo P.....</b>	<b>23</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1. Modelos e parâmetros estimados dos semivariogramas ajustados aos valores dos atributos de fertilidade do solo em sistema de manejo CONTÍNUO de ovinos.....</b>	<b>19</b>
<b>Tabela 2. Modelos e parâmetros estimados dos semivariogramas ajustados aos valores dos atributos de fertilidade do solo em sistema de manejo ROTACIONADO de ovinos.....</b>	<b>21</b>

## **SUMÁRIO**

### **1. INTRODUÇÃO**

### **2. OBJETIVOS**

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### 3.1 MANEJO DE PASTAGEM

##### 3.1.1 SISTEMA CONTÍNUO

##### 3.1.2 SISTEMA ROTACIONADO

#### 3.2 GEOSTATÍSTICA

### **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6. CONCLUSÃO**

### **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



## 1.INTRODUÇÃO

O cerrado brasileiro compreende aproximadamente 207 milhões de ha<sup>-1</sup> com aproximadamente 127 milhões de ha<sup>-1</sup> aptos para uso agrícola e cultivo de pastagens tropicais, caracterizam-se de uma forma geral como solos de baixa fertilidade, ácidos, com baixa retenção de água e nutrientes, que no geral apresentam naturalmente baixos índices produtivos e suscetíveis a degradação (CAETANO, 2013).

O tratamento de pastagens, a quantidade e a qualidade da forragem são aspectos importantes no desenvolvimento do potencial de produção de ruminantes e na garantia da persistência da cultura perene. Para estabelecer pastagens, deve-se considerar a interação entre condições climáticas, de solo, microrganismos, plantas e animais pastejando (LENZI, 2003). Além disso, é importante que o solo seja manejado sem comprometer suas propriedades físicas, minimizando assim a quantidade de preparação da terra. O objetivo dessa mobilização mecânica reduzida é diminuir a entrada de oxigênio no solo e assim diminuir a oxidação da matéria orgânica devido à desaceleração dos processos de degradação microbiana (CAZALE, 2006).

É necessário ter conhecimentos básicos na dinâmica de crescimento das plantas tendo em vista que o manejo das pastagens é fator decisivo para o melhor aproveitamento da forragem pelos animais, quando há fatores ambientais favoráveis (luz, temperatura, umidade e fertilidade do solo) o vigor de rebrota está diretamente relacionado ao índice de área foliar. Esta rebrota depende da área foliar residual e número de perfilhos. A altura do pastejo irá influenciar a frequência e intensidade de desfolhação, o que será determinante na velocidade de rebrota (EUCLIDES, 1995).

A respeito do cenário nacional, para Macedo et. al., (2013) estima-se que 70% das pastagens brasileiras encontram-se em algum estágio de degradação. Em termos práticos, esse quadro se concretiza quando se observa que a demanda dos animais por forragem é bem mais alta, comparada à disponibilidade de forragem e esse problema é agravado quando se confronta o crescimento do capim ao consumo dos animais, pisoteio e morte.

O sistema de pastejo mais empregado nas propriedades brasileiras é o chamado pastejo contínuo, o qual se caracteriza pela utilização ininterrupta das pastagens durante todo o ano. Isso não significa que os animais realizam o pastejo de maneira uniforme, além disso, o sistema comporta baixa lotação de animais/ha e não há reposição periódica dos nutrientes. Tal situação pode provocar, em curto prazo, a degradação da pastagem e do solo. Outro fator de forte relevância para esse sistema é o baixo custo para sua aplicação, no entanto, requer grandes extensões de área para sua expansão devido à baixa lotação.

Uma alternativa ao pastejo contínuo é o sistema de pastejo rotacionado ou intermitente, que consiste na subdivisão da pastagem em um número variável de piquetes menores que são utilizados um após o outro, promovendo um tempo de descanso para a recuperação das áreas já pastejadas (CHEADE, 2017). Este método de pastoreio permite uma maior intensidade de colheita pelos animais o que possibilita uma maior carga de animais por área. Por esse motivo, exige que o manejo seja criterioso, principalmente, no que se refere à adubação, uma vez que a recuperação da pastagem se dá de forma mais eficiente quando se associa período de descanso à reposição dos nutrientes.

## **2.Objetivos**

Objetivou-se identificar alterações químicas que ocorrem no solo diante do manejo nutricional e do sistema de pastejo, possibilitando alterações pontuais que melhorem a condição de uso e conservação do solo.

### 3.REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 MANEJO DE PASTAGEM

As práticas de manejo inadequadas, podem impactar negativamente na renovação da vegetação, como a alta pressão de pastejo, acarretando o surgimento de espaços vazios na pastagem e, conseqüentemente, erosões, o que impulsiona o processo de degradação do solo (DIAS-FILHO, 2006), além de prejuízos econômicos, comprometendo a produção. Diante disso, para reduzir os efeitos danosos das gotas de chuva sobre o solo, Wischmeier e Smith (1978) recomendam manusear a forragem estimulando a rebrota, de maneira que sustente apropriadamente a cobertura vegetal, sendo conferido à altura do pasto o princípio dessa proteção, a qual pode ser controlada pela intensidade de pastejo.

Flores et al. (2008) relatam que o adequado manejo de desfolhação permite a conciliação entre produção de forragem e perenidade do pasto com elevada produção animal, além de ser necessário estabelecer um equilíbrio que respeite as limitações específicas de cada espécie. Estes mesmos autores evidenciaram que o capim-marandú manejado a altura entre 25 cm e 40 cm e capim-xaraés sob altura de 40 cm respondem de forma expressiva com relação à estrutura, consumo de forragem e produtividade. O comportamento da planta forrageira pode ser presumido pelo manejo da desfolhação através da estratégia de monitoramento e controle da altura do dossel (Da CUNHA et al., 2010).

##### 3.1.1 SISTEMA CONTÍNUO

Em geral, nas condições do Brasil central, o pastejo contínuo ocorre em áreas maiores, mas também é utilizado em áreas de produção intensiva onde há pastagens menores. Também pode ser feito em grandes propriedades, bem como em pequenas propriedades familiares. As taxas de lotação podem ser fixas ou variáveis durante a estação de crescimento (MATCHES & BURNS, 1995). De acordo com o Beef Intelligence Center (2016), os sistemas extensivos respondem por 80% de todas as operações pecuárias realizadas.

Diversas medidas podem melhorar a eficiência do sistema contínuo de pastagem, como consórcio, fertilização, controle invasivo de plantas e suplementação de animais durante períodos críticos de produção. Esse sistema

requer menos mão de obra e pode atingir melhor desempenho animal quando a forragem é abundante, devido à habilidade dos animais em escolher alimentos.

Porém no sistema contínuo, a intensidade regular do pastejo é mais difícil e, devido à seleção dos animais, a pastagem cresce dessincronizada com o pastejo, às vezes além do ponto de pastejo considerado o ponto ideal de colheita (MARASCHIN, 1991), afetando características de rebrota. Outro fator que contribui para o crescimento desigual das pastagens é a distribuição desigual de fezes, o que provoca a reciclagem de nutrientes.

### 3.1.2 SISTEMA ROTACIONADO

No pastejo rotacionado, deve-se levar em consideração o período de permanência dos animais no piquete que pode variar em horas ou dias, dependendo da categoria animal, tendo em vista que o tempo de descanso deve ser determinado pelo tempo necessário para reestruturação do dossel forrageiro. A recomposição da pastagem dependerá da espécie forrageira, da estação do ano, do clima, da fertilidade natural do solo e de outros aspectos relacionados ao manejo (VOISIN, 1957).

Nas pastagens que apresentam uma arquitetura aberta e crescimento ereto se permite a movimentação entre as touceiras, com maior incidência da radiação solar e do vento que reduz a umidade e desestabiliza as condições térmicas do microclima favorável à proliferação das larvas. O sistema de pastejo rotacionado permite que algumas cultivares sejam manejadas em baixas alturas de resíduos, dependendo da fertilidade do solo, aumentando a incidência de luz e vento na base da planta e comprometendo o desenvolvimento larval, estimulando o perfilhamento e a fotossíntese.

O sistema de rotação resulta no aumento do retorno sobre os ativos, mas muitas vezes é em função do uso de recursos técnicos e não do efeito isolado da adoção do sistema. Os produtores, ao passar da exploração contínua de ruminantes para um sistema rotativo, cultivam forrageiras mais produtivas, melhoram o solo, fertilizam e regam fazendo assim com que os animais tenham o melhor aproveitamento da forragem.. Deve-se atentar também para a superfície disponível por unidade por dia de permanência, divisão dos animais por espécies, para minimizar a hierarquia dentro da parcela, a divisão da pastagem, de acordo com o

plano de uso aprovado e com cerca, corredor, água e infraestrutura (CHEAD, 2017). Segundo Corsi (1994), o pastejo rotacionado se torna superior ao sistema contínuo por garantir produtividade, qualidade e reduzir a seleção feita pelos animais.

### 3.2 GEOSTATÍSTICA

O geoprocessamento de dados espaciais é um artifício de produção de informação geográfica por meios de coordenadas conhecidas num dado sistema ou área de referência, resultando no final em uma imagem ou um mapa. A obtenção das coordenadas dos pontos de controle pode ser realizada em campo a partir de levantamentos através da ferramenta GPS – Sistema de Posicionamento Global (PÁSCOA, 2009).

Após o mapeamento das áreas é possível proceder a um levantamento minucioso das características físico-químicas do solo e seu relevo além das características da pastagem e de comportamento animal (PÁSCOA & PARANHOS DA COSTA, 2007), de modo a dar início a prática da Zootecnia de precisão. O detalhamento das características dos fatores de produção existentes em uma área e sua distribuição no ambiente permitem a maximização da exploração racional de tais elementos, de modo a garantir a alocação de recursos destinados à produção nas áreas onde são realmente necessários.

A geoestatística como ferramenta de trabalho, permite entender a ocorrência de variabilidade no solo em função do seu uso, permitindo adequar o manejo otimizando recursos, através da análise de características e de seus aspectos aleatórios e espaciais. O estudo da dependência espacial dos dados, permite o desenvolvimento de imagens representativas da distribuição desses atributos no campo, possibilitando uma avaliação do comportamento de uma determinada variável. Através do semivariograma, pode-se modelar e verificar a dependência espacial de uma variável, possibilitando estimar dados de áreas com maiores dimensões, sendo o interpolador que utiliza o semivariograma para modelagem denominado de Krigagem.

Em várias áreas das ciências da terra, as variáveis não apresentam um padrão de distribuição requerido pela estatística clássica como normalidade e independência dos dados. Os modelos da estatística clássica estão geralmente

voltados para a verificação da distribuição de frequência dos dados, enquanto a geoestatística incorpora a interpretação da distribuição estatística, assim como a correlação espacial das amostras. Este aspecto da geoestatística está intimamente associado com a distribuição estatística dos dados no espaço.

#### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi realizado na Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Araguaína, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, no Setor de Ovinocultura, localizado próximo das coordenadas geográficas de latitude 07°12'28" sul e longitude 48°12'26" oeste, com altitude de aproximadamente de 227 m. A região é classificada como ecótono Cerrado Amazônia, com clima do tipo Aw (quente e úmido), segundo a classificação de Köppen, estação chuvosa de outubro a maio de temperatura e precipitação pluviométrica médias anuais de 28°C e 1800 mm, respectivamente (ALVARES et. al., 2013).

O trabalho foi realizado no período das águas, os tratamentos foram constituídos de dois sistemas de pastejo, no primeiro os animais foram submetidos ao regime de pastejo contínuo e no segundo, os animais foram submetidos ao regime intermitente (rotacionado) com período de ocupação de apenas um dia por piquete.

O pastejo, em cada área, foi realizado por cinco ovelhas teste + ovelhas reguladoras, sem raça definida (SRD). A definição da quantidade de animais foi baseada na capacidade de suporte do pasto, calculada em função da quantidade de forragem disponível (kg animal/kg MS/dia). No sistema, as ovelhas foram mantidas em uma área delimitada de 25,0 m x 2,5 m (62,5 m<sup>2</sup>), no qual pastejaram nos horários definidos de 08:00h da manhã às 17:00h da tarde, com rotatividade diária até o final da área total. No final do dia os animais eram recolhidos nas baias. Caso o primeiro piquete pastejado atingisse a altura de repastejo, os animais eram reconduzidos para este, iniciando-se um novo ciclo e a forragem restante era consumida por ovelhas reguladoras. No sistema contínuo, os animais permaneceram na área sob pastejo livre.

A dieta foi constituída de pastagem capim massai (*Megathyrsus maximum* cv. Massai). Após a adubação das áreas foram coletadas 50

amostras de solo em cada piquete utilizando um barbante para auxiliar na identificação dos pontos de coleta de solo, os pontos estavam distribuídos a cada 5 metros, foi utilizado um trado tipo sonda para realizar as coletas e estas foram realizadas antes do início do experimento e ao final do ciclo de pastejo. para determinar as propriedades químicas de cada área.

Cada área experimental tinha 25,0 m x 50,0 m (1250 m<sup>2</sup>). A grade de amostragem utilizada foi composta de 50 pontos em cada área experimental espaçados regularmente a cada 5,0 m no sentido longitudinal com bordas de 5,0 m entre linhas, e 5,0 m no sentido transversal e bordas de 2,5 m, com dez linhas e cinco pontos em cada. Foi coletado em cada ponto com o auxílio de um trado amostras de solo na profundidade de 0 a 20 centímetros, as amostras foram enviadas para o laboratório de análises de solo da Universidade Federal do Norte do Tocantins, Araguaína -TO.

As características químicas do solo foram avaliadas seguindo os seguintes parâmetros: P mehlich (mg dm<sup>3</sup>), acidez ativa (pH em CaCl<sub>2</sub>), K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Al, acidez potencial (H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>) expressos em (cmolc dm<sup>3</sup>), P remanescente, MO, segundo (EMBRAPA 2013).

Inicialmente, os dados encontrados foram submetidos à análise exploratória para verificar se ocorrem de maneira aleatória ou agregada e identificar valores discrepantes do conjunto de dados, uma vez que estes afetam diretamente o semivariograma e, assim, o resultado da interpolação (GUIMARÃES et. al., 2016). Foram calculados a média, mediana, variância e os coeficientes de variação, assimetria e curtose, através do programa Microsoft Excel 2007. As hipóteses de normalidade e anormalidade serão testadas.

A análise estatística e geoestatística, assim como a interpolação dos dados por krigagem ordinária e a elaboração dos mapas de contorno foram realizados utilizando-se o software GS +, versão 5.1.1. A análise da dependência espacial foi feita através do ajuste dos dados ao semivariograma experimental, indicando o avaliador de dependência espacial (ADE). A partir dos mapas de contorno é possível verificar a variabilidade espacial da massa seca disponível (SILVA NETO et. al., 2016) e a forma com que os outros atributos do pasto respondem aos diferentes métodos de pastejo empregados.



ADE é o avaliador de dependência espacial, proposto por Dalchiavon e Carvalho (2012), onde as interpretações para classes são: ADE < 20% indica variável espacial de dependência muito baixa (MB); ADE entre 20% - 40% variável espacial de dependência baixa (BA); ADE entre 40% - 60% variável espacial de dependência média (ME); ADE entre 60% - 80% variável espacial de dependência alta (AL); ADE entre 80% - 100% variável espacial de dependência muito alta (MA).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No estudo de dados, a geoestatística trata-se de uma ferramenta de estudo estatístico, avaliando sua variabilidade espacial, possibilitando a interpretação dos atributos estudados considerando sua dependência dentro de uma área amostrada. Na Tabela 1 são apresentados parâmetros dos modelos dos semivariogramas ajustados para os componentes químicos do solo no sistema de pastejo contínuo. Com base nesses semivariogramas, no sistema contínuo, as variáveis pH e P ajustaram-se ao modelo exponencial, esférico para Al e MO e gaussiano para H+Al. As variáveis Ca+Mg, Ca e K apresentaram efeito pepita puro que é o valor positivo que revela a descontinuidade do semivariograma para distâncias menores do que a menor distância entre as amostras, deduzindo-se que a distância de amostragem não foi suficiente para interpretar todo comportamento dos dados (NEGREIROS NETO et al., 2014). Cavalcante et al. (2007), avaliando a variabilidade espacial dos atributos químicos do solo sob diferentes usos, também obtiveram efeito pepita puro, ou seja, os valores não apresentaram autocorrelação espacial para K na profundidade de 10-20 cm. Quanto ao Avaliador de Dependência Espacial (ADE), foi observada dependência espacial para a maioria das variáveis, exceto para Ca+Mg, Ca e K, nas quais apresentaram efeito pepita. Como sugerido por Dalchiavon e Carvalho (2012), foram classificadas como dependência espacial muito alta (>80%) as variáveis pH, Al, P, MO e H+Al. Diante disso, pode-se afirmar que esses valores indicam que as variáveis estudadas são afetadas pelos eventos que ocorrem no ambiente, ou seja, o método de pastejo o qual as pastagens foram submetidas, influencia o comportamento da estrutura química do solo.

Outro fator relevante dos semivariogramas são os valores de alcance, cujo indica a máxima distância na qual uma determinada variável está correlacionada espacialmente. Dessa maneira, esse dado dispõe que todos os pontos coletados dentro de um círculo cujo raio é dado pelo seu valor sejam semelhantes e podem ser utilizados para representar valores de tal variável situadas em qualquer outro ponto dentro do seu alcance (CARVALHO et al., 2002). Uma forma de ilustrar o exposto acima é observando a variável pH, no qual apresentou o maior alcance dentre os atributos observados, isso significa

que de onde a amostra de solo foi coletada a um raio de 11,37m os valores de pH são semelhantes e interagem entre si, ou seja, são influenciados de forma análoga pelos mesmos fatores.

**Tabela 1.** Modelos e parâmetros estimados dos semivariogramas ajustados aos valores dos atributos de fertilidade do solo em sistema de manejo **CONTÍNUO** de ovinos.

Atributo	Parâmetro							
	Modelo	C <sub>01</sub>	C <sub>0</sub> + C <sub>2</sub>	ADE <sup>3</sup> (%)	Classificação	A <sup>4</sup> (M)	R <sup>2*</sup>	SQR <sub>5</sub>
pH	Exponencial	0,0001	0,0544	99,8	Muito Alta	11,37	0,57	6,72 <sup>-5</sup>
Ca+Mg	Pepita							
Ca	Pepita							
Al	Esférico	0,0279	0,2328	88	Muito Alta	7,93	0,02	0,02
K	Pepita							
P	Exponencial	0,0001	0,1172	99,9	Muito Alta	6,51	0,04	7,81 <sup>-4</sup>
MO	Esférico	0,21	3,865	94,6	Muito Alta	7,73	0,5	0,1
H+Al	Gaussiano	0,365	2,269	83,9	Muito Alta	5,87	0,02	0,48

(<sup>1</sup>)C<sub>0</sub>: efeito pepita; (<sup>2</sup>)C<sub>0</sub>+C: patamar; (<sup>3</sup>)ADE: avaliador de dependência espacial; (<sup>4</sup>)A: alcance; (<sup>5</sup>)SQR: soma do quadrado dos resíduos. (\*)R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação; MO: matéria orgânica.

Na Tabela 2 temos os parâmetros dos semivariogramas ajustados para os atributos químicos do solo no sistema de pastejo rotacionado. De acordo com a análise geoestatística dos semivariogramas obtidos, o sistema rotacionado, foi ajustado para as variáveis pH, Ca+Mg, Ca e Al o modelo gaussiano, o modelo exponencial para K, P e MO e para a variável H+Al ajustou-se o modelo esférico. Neste método de pastejo não houve efeito pepita puro, o que indica que a distância entre os pontos de coleta no grid de amostragem foi suficiente para a interpretação dos dados.

O avaliador de dependência espacial no sistema rotacionado obteve valores diferentes do sistema contínuo, variando entre as classes média e muito alta. As variáveis Al, K e H+Al foram classificadas como de muito alta

(>80%) dependência espacial, enquanto que pH, Ca+Mg, Ca e MO obtiveram classe alta (60% - 80%), e em seguida, o P classificado como média (40% - 60%) dependência espacial. Sendo assim, pode-se afirmar que o sistema de pastejo rotacionado tem interferência sobre o comportamento dos componentes químicos do solo, no entanto essa interferência ocorre em graus diferentes.

Geralmente, a alta dependência espacial das características do solo se dá aos fatores intrínsecos, ao modo que a fraca dependência está atribuída aos fatores extrínsecos (Cambardella et al., 1994). Portanto, a dependência espacial muito alta detectada para as características químicas no sistema contínuo, observada na Tabela 1, pode ser proveniente dos fatores de formação do solo como material de origem e relevo, enquanto que a dependência espacial moderada observada no método de pastejo rotacionado se deve à homogeneização do solo, proporcionada pelas adubações, uma vez que, para o perfeito funcionamento do sistema, é necessária constante manutenção e reposição dos nutrientes disponíveis no solo (CAVALCANTE et al., 2007).

Como observado na Tabela 2, os valores de alcance alternam entre 8,6 m (Al) e 114,7 m (MO). O alcance é um indicador do contorno da dependência que a variável exerce no espaço, desse modo, marcações superiores à distância do alcance abrangem distribuição espacial aleatória, ou seja, não dependem umas das outras. Por outro lado, medidas realizadas em distâncias dentro do raio do alcance estão relacionadas entre si, permitindo que sejam feitas interpolações para espaçamentos menores que os amostrados (CAMPOS et al., 2008). Segundo Corá et al. (2004), determinações de alcance muito baixas podem resultar na redução na qualidade das estimativas, já que são utilizados poucos pontos de coletas na interpolação para estimar os valores em locais não medidos.

Ainda em relação ao alcance, observou-se que, apesar da alta amplitude na diferença entre os números encontrados, os maiores valores foram obtidos no sistema de pastejo rotacionado. Segundo SALES (2018), isto pode estar relacionado à dinâmica dos sistemas, uma vez que no sistema rotacionado o pastejo dos animais é bem mais distribuído e, dessa forma, segue um padrão,

enquanto que no sistema contínuo, os animais são submetidos ao pastejo livre e apresentam maior seleção de forragem, havendo áreas mais pastejadas e outras que não são tão exploradas pelos animais.

**Tabela 2.** Modelos e parâmetros estimados dos semivariogramas ajustados aos valores dos atributos de fertilidade do solo em sistema de manejo **ROTACIONADO** de ovinos.

Atributo	Parâmetro							
	Modelo	C <sub>01</sub>	C <sub>0</sub> + C <sub>2</sub>	ADE <sup>3</sup> (%)	Classificação	A <sup>4</sup> (M)	R <sup>2*</sup>	SQR <sub>5</sub>
pH	Gaussiano	0,0258	0,1113	76,8	Alta	32,9	99,9	2,92 <sup>-6</sup>
Ca+Mg	Gaussiano	0,0373	0,1203	69,0	Alta	34,7	96,8	5,76 <sup>-5</sup>
Ca	Gaussiano	0,0253	0,1053	76,0	Alta	47,9	98,5	1,14 <sup>-5</sup>
Al	Gaussiano	0,0040	0,0569	93,0	Muito Alta	8,6	89,7	1,77 <sup>-5</sup>
K	Exponencial	0,0100	5,6050	99,8	Muito Alta	11,5	87,4	0,15
P	Exponencial	0,0171	0,0348	50,9	Média	40,1	88,6	5,26 <sup>-6</sup>
MO	Exponencial	0,9160	2,9160	68,6	Alta	114,7	94,8	0,01
H+Al	Esférico	0,0350	0,5350	93,5	Muito Alta	12,7	81,8	6,39 <sup>-6</sup>

(<sup>1</sup>)C<sub>0</sub>: efeito pepita; (<sup>2</sup>)C<sub>0</sub>+C<sub>2</sub>: patamar; (<sup>3</sup>)ADE: avaliador de dependência espacial; (<sup>4</sup>)A: alcance; (<sup>5</sup>)SQR: soma do quadrado dos resíduos. (\*)R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação; MO: matéria orgânica.

Nas figuras de 1 a 6 são apresentados os mapas de contorno interpolados, por meio de krigagem ordinária, da distribuição espacial dos atributos químicos do solo na área de pastagem, o que viabilizou identificar regiões heterogêneas mesmo em uma área pequena. Esta heterogeneidade sugere a ampliação da malha do grid amostral e da densidade de pontos, de modo a configurar a variabilidade espacial dos atributos de toda área de pastagem, tendo em vista a aplicação de corretivos e taxas variáveis.

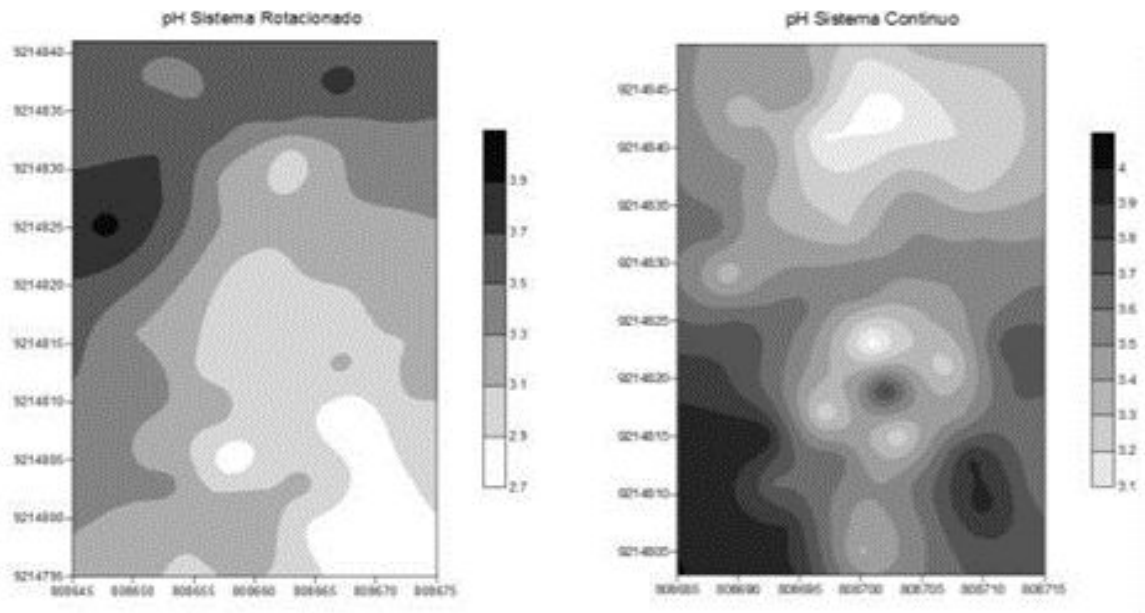


Figura 1. Distribuição espacial do atributo pH.

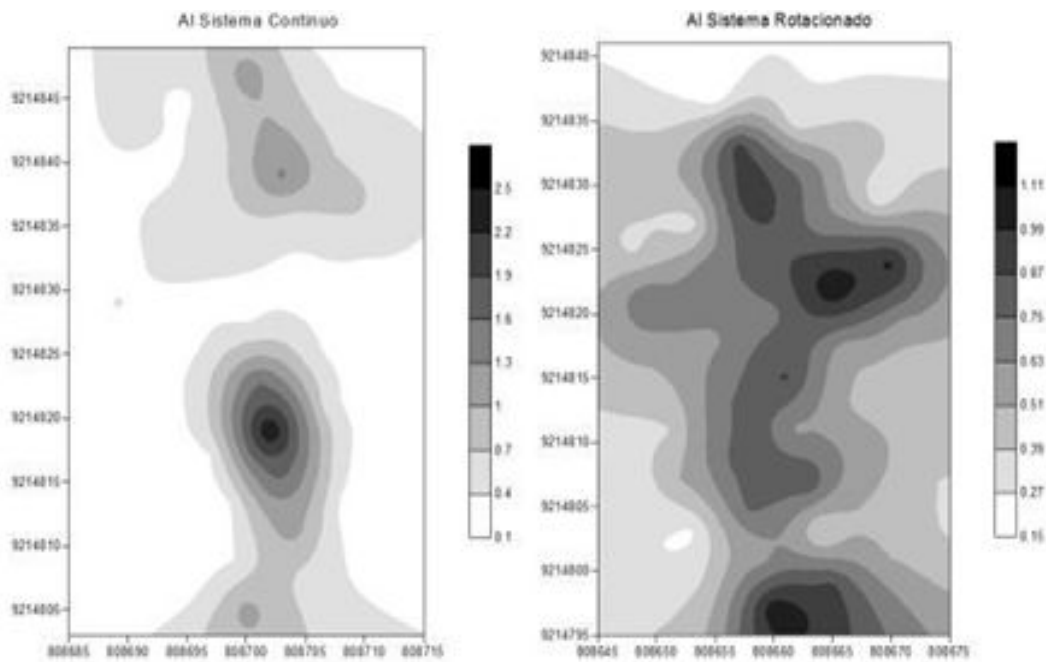


Figura 2. Distribuição espacial do atributo AI.

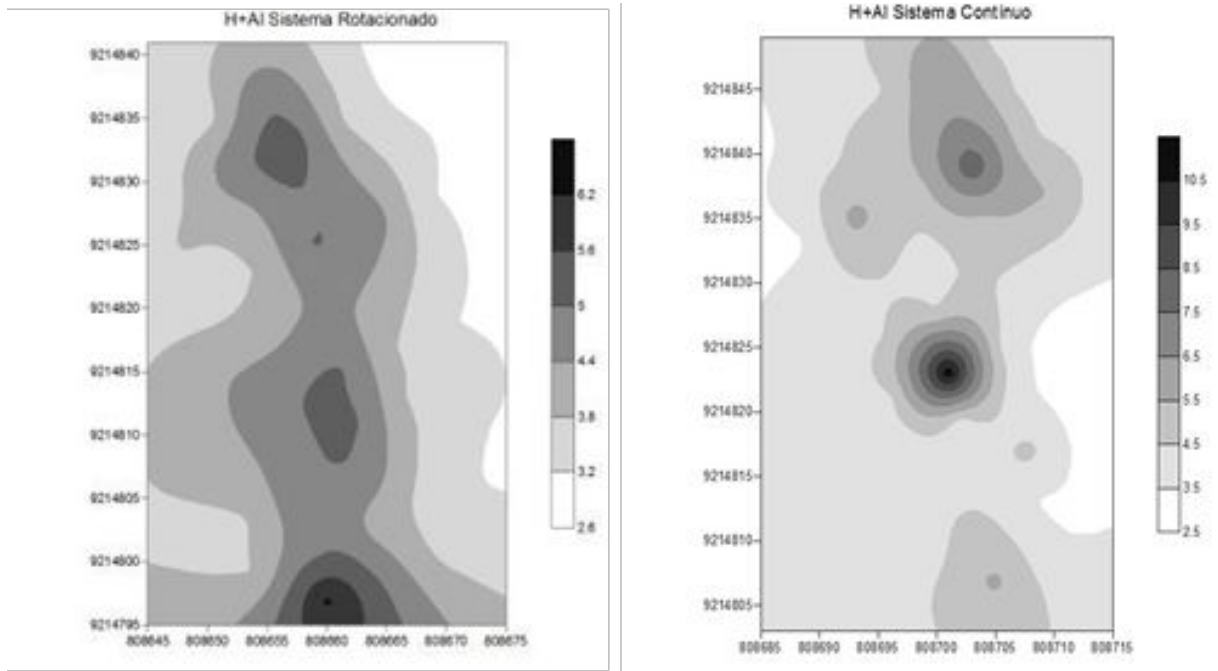


Figura 3. Distribuição espacial do atributo H+Al.

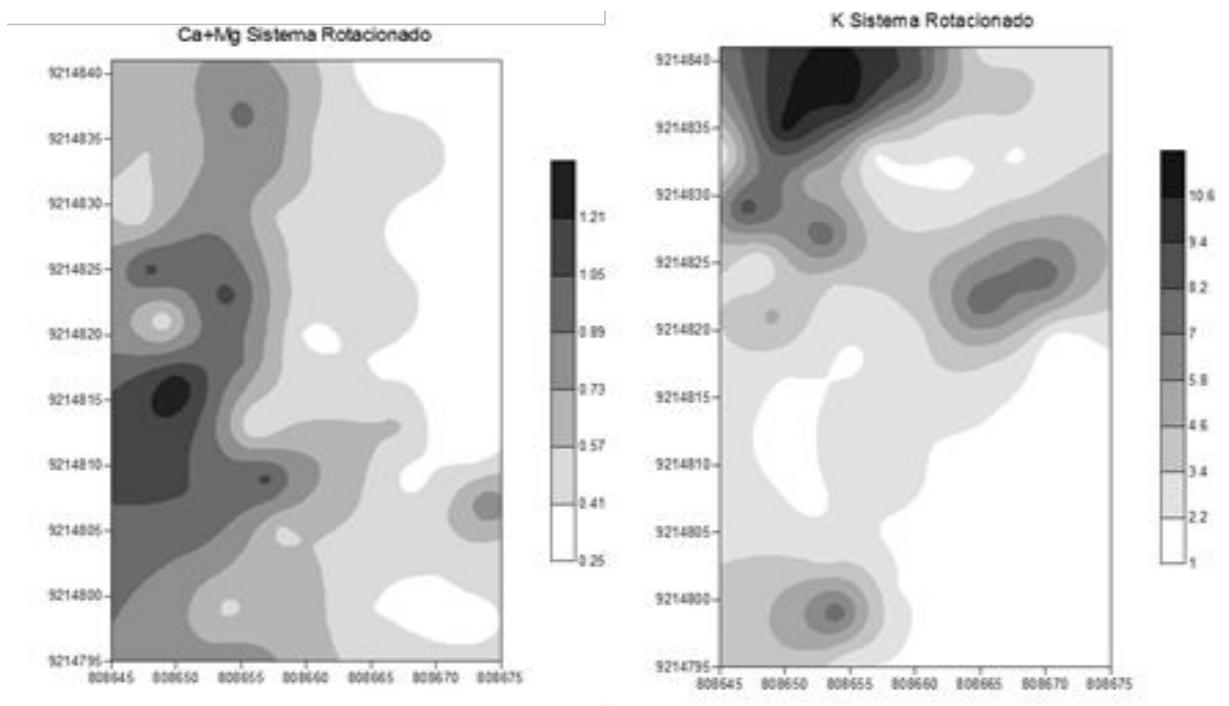
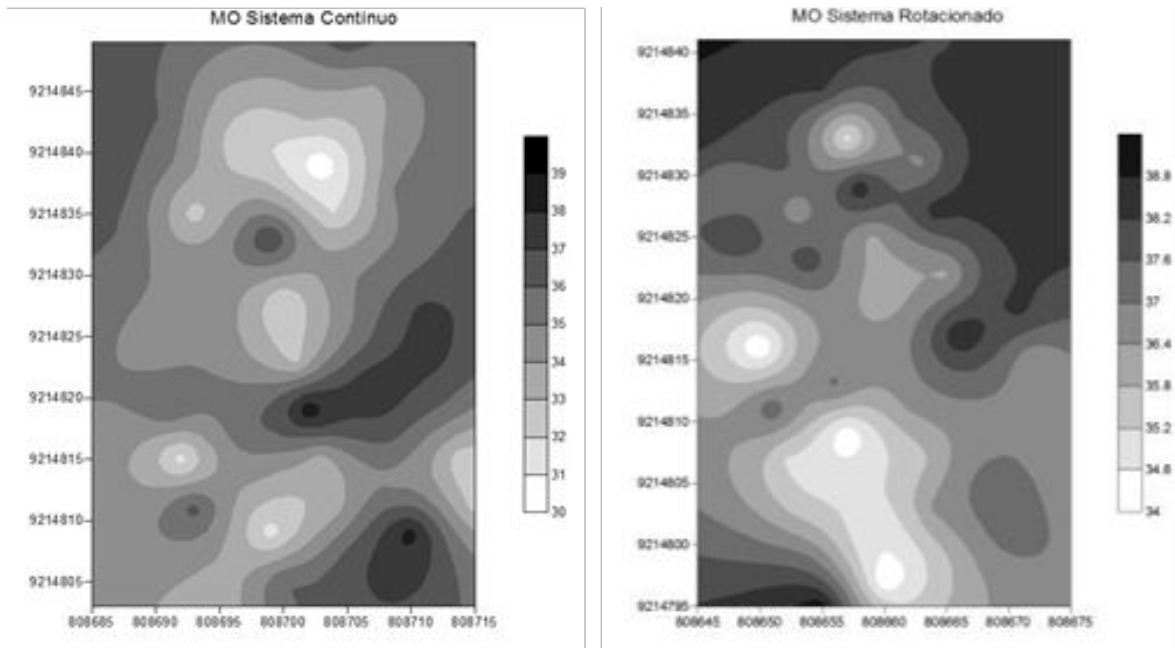
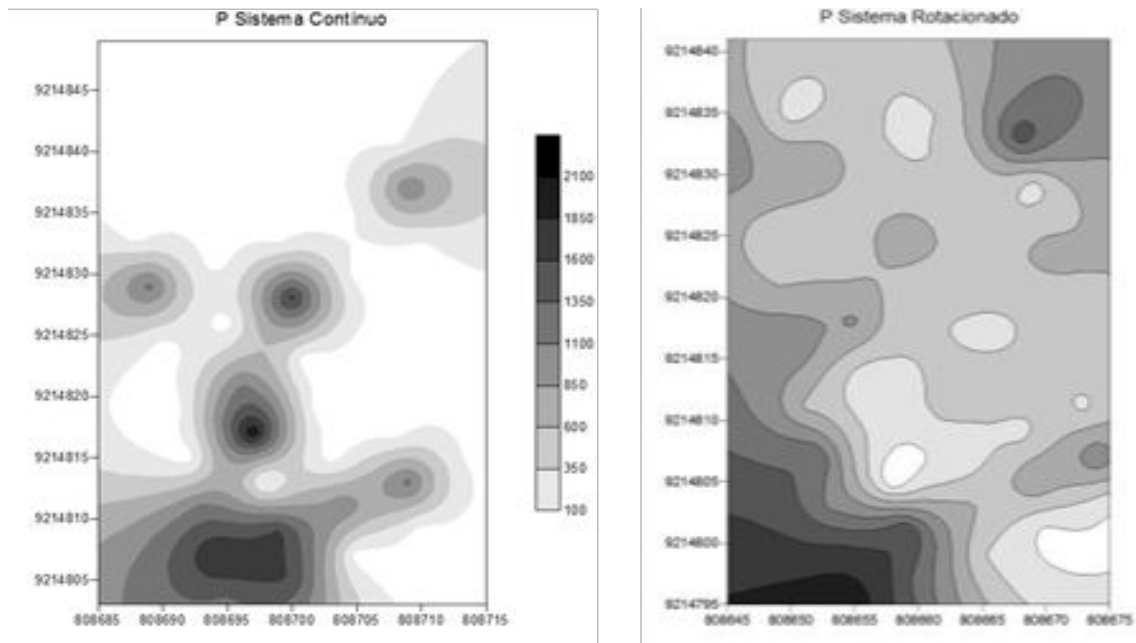


Figura 4. Distribuição espacial do atributo Ca+Mg, K.



**Figura 5.**Distribuição espacial do atributo MO.



**Figura 6.**Distribuição espacial do atributo P.

Os semivariogramas ajustados para as variáveis estudadas revelam a dependência espacial, que afere os valores não amostrados por meio da interpolação por krigagem ordinária. Dessa maneira, com os valores estabelecidos, foi possível produzir os mapas de contorno para demonstrar a



distribuição das variáveis analisadas na área de pesquisa. De acordo com Corá e Baraldo (2006), os mapas de contorno levam em conta a dependência espacial dos atributos, viabilizando a aferição dos valores em qualquer posição dentro da área de estudo sem tendências e com variância mínima, possibilitando maior precisão na elaboração dos mapas.

A distribuição espacial dos atributos químicos do solo proporciona a identificação de regiões heterogêneas, a qual está associada ao manejo extensivo da área, onde os animais definem os locais de preferência de pastejo, como aguada, sombra, disponibilidade de forragem, o que leva à irregularidade na intensidade de pastejo. Essa caracterização permite a aplicação de corretivos e fertilizantes, assim como a adequação do manejo e melhor aproveitamento do pasto (ALENCAR et al., 2016).

É possível analisar grande divergência em alguns componentes químicos do solo. Para Souza et al. (2008), a amplitude nos atributos do solo demonstra possíveis problemas que podem haver quando se usa a média dos valores para o manejo da fertilidade, pois não permite a visualização da distribuição espacial.

Nos mapas do elemento Al, foi verificada certa semelhança nos dois métodos de pastejo, na qual as mais proporções se distribuem pela região central da área, no entanto, no sistema rotacionado, a distribuição de Al ocorre por meio de um gradiente no sentido leste-oeste. Ainda, quando comparados os mapas de Al e pH, nota-se uma inversão nas suas distribuições espaciais, cujos locais onde há maior redução do pH, também são os que apresentam maior proporção de alumínio. SILVEIRA JUNIOR et al. (2014) analisaram que a solubilidade do alumínio se eleva com a redução do pH, sendo bem visível nas áreas onde houveram locais com maiores valores de pH e maiores teores de Al (Figura 1 e 2) (PRADO; NATALE, 2004).

A mesma inversão foi observada ao analisar os mapas de H+Al (Figura 3) quando confrontados com os mapas de pH. Percebe-se que nos locais onde há elevação no pH, a acidez potencial foi reduzida, conseqüentemente, devido a menor proporção de alumínio nessas áreas. Andrade (2011) constatou que a elevação do pH a valores maiores que 5,5 torna as formas trocáveis de Al assimiladas em  $Al(OH)_3$ , resultando na sua forma neutra e insolúvel, reduzindo potencialmente sua atividade.

Por meio dos mapas de contorno da MO (Figura 5) pode-se observar nitidamente o efeito individual de cada sistema de manejo sobre os atributos do solo. Apesar da distribuição espacial nos dois métodos suceder-se de maneira bastante homogênea, no sistema rotacionado nota-se que o acumulado de MO no solo é superior ao sistema contínuo. Provavelmente, isso se deve a uma condição de superpastejo em algumas áreas de preferência das ovelhas e subpastejo em locais menos atrativos, condição esta que é reduzida no sistema rotacionado, uma vez que neste o pastejo ocorre de forma dinâmica, evitando que algumas áreas sejam mais exploradas que outras.

Para o atributo P (Figura 6) é possível observar grande contraste entre os mapas das duas áreas, onde nota-se que o seu arranjo no sistema rotacionado ocorre de maneira dispersa. No método de pastejo livre, além de promover uma distribuição heterogênea no solo, os teores de P disponíveis são inferiores em relação à área onde houve o pastejo intermitente, deduzindo-se que o aproveitamento desse nutriente no solo é mais eficaz. De acordo com SILVEIRA JUNIOR et al. (2014), os NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS apresentam reduzida disponibilidade de elementos ligantes no solo, aumentando as perdas e tornando esse tipo de solo carente de suprimentos de P. Esta situação aponta problemas com relação à taxa de lotação, pressão de pastejo e eficiência de pastejo, visto que, embora a pastagem seja considerada eficaz na deposição de resíduos orgânicos no solo provenientes dos seus tecidos foliares e radiculares, o superpastejo causa aceleração da decomposição desses resíduos e impede que os nutrientes presentes na planta sejam reciclados, não retornando ao solo (SILVEIRA, 2014).

## **6.CONCLUSÃO**

O sistema rotacionado apresentou melhor uniformização dos nutrientes na área, causado principalmente pelo controle de entrada e saída dos animais, permitindo uma recuperação da pastagem e melhor ciclagem dos nutrientes.

## 7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADJEI, M.B., MISLEVY, P., WARD, C.Y. Response of tropical grasses to stocking rate. **Agron. J.**, 72: 863-868, 1980.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, L. J. D. M.; SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711–728, 2013.

CAETANO, J. O. et al. **Dinâmica da matéria orgânica de um neossolo quartzarênico de cerrado convertido para cultivo em sucessão de soja e milho.** Revista Brasileira de Ciência do Solo [online]. 2013, vol.37, n.5.

CAZALE, J. D. **Avaliação interdisciplinar da evolução do sistema de produção de leite em Pastoreio Racional Voisin – PRV**, no Colégio Agrícola de Camboriú – CAC – Estudo de CONCLUSÕES Página 12 de 14 Caso. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 20, 2006.

CHEADE, F.D.B. **Pastejo rotacionado versus contínuo: dinâmica dos sistemas.** 35f. Monografia (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína. 2017.

Da CUNHA, B.A.L.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; Da SILVEIRA, M.C.T., MONTAGNER, D.B.; EUCLIDES, V.P.B.; Da SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; RODRIGUES, C.S.; SOUSA, B.M.L.; PENA, K.S.; VILELA, H.H.; SILVA, W.L. **Effects of two post-grazing heights on morphogenic and structural characteristics of guinea grass under rotational grazing. Tropical Grasslands**, v.44, p.253–259, 2010.

DALCHIAVON, F. C.; Carvalho, M. P. **Correlação linear e espacial dos componentes de produção e produtividade da soja.** Semina: Ciências

Agrárias, Londrina, v. 33, n. 2, p. 541552, abr. 2012.

DALCHIAVON, F. C.; Carvalho, M. P. **Correlação linear e espacial dos componentes de produção e produtividade da soja**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 33, n. 2, p. 541552, abr. 2012.

DEL CARRATORE, R.R. **Avaliação do desenvolvimento ponderal, da infecção helmíntica e da viabilidade econômica de dois sistemas de terminação de cordeiros Suffolk**. Ilha Solteira: Universidade Estadual Paulista, 2000. 48p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Engenharia, 2000.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo / Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. – 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro, 1997.212p. :EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA BRASILEIRA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3ª edição versão ampliada. Brasília,DF:Embrapa,2013.353 p.** EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. Londrina: Editora Planta, 2006. 402 p.

EUCLIDES, V. P. B. Algumas considerações sobre manejo de pastagens. **Embrapa Gado de Corte**, 31 p. (Documentos, 57). Campo Grande, 1995.

GUIMARÃES, W. D.; JUNIOR, J. G.; MARQUES, E. A. G.; SANTOS, N. T.; FERNANDES, R. B. A.; **Variabilidade espacial de atributos físicos de solos ocupados por pastagens**. Revista Ciência Agronômica, v. 47, n. 2, p. 247255, abr-jun, 2016.

LENZI, A. **Desempenho animal e produção de forragem em dois sistemas de uso da pastagem: Pastejo Contínuo e Pastoreio Racional Voisin**. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Centro de Ciências Agrárias,

Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 54, 2003. Página 13 de 14.

**MACEDO, Manuel Claudio M. et al. Degradação de pastagens, alternativas de recuperação e renovação, e formas de mitigação.** Encontro de adubação de pastagens da SCOT Consultoratec-fértil, p. 158-181, 2013.

**MACEDO, F.A.F. Recria e terminação de cordeiros confinados. In: SIMPOSIO PAULISTA DE OVINOCULTURA, 4.,** Campinas. Anais... Campinas: SAA/CATI, 1995. p.50-57, 1995.

**MARASCHIN, G. E. Avaliação de forrageiras e rendimento de pastagens com o animal em pastejo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FORRAGICULTURA. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, 1994, Maringá. Anais... Maringá: UNUEM. p. 65-98. 1994**

**MATCHES, A.G.; BURNS, J.C. Systems of grazing management. In: BARNES, R.F.; MILLER, D.A.; NELSON, C.J. (Ed.) Forages: The science of grassland agriculture.** Ames: Iowa State University Press, 1995. Chap. 13, p.179-192.

**PÁSCOA, A. G. & PARANHOS DA COSTA, M. J. R. Aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica para definição de estratégias de manejo de bovinos nas pastagens.** In: Kleber Tomás de Resende; Izabelle Auxiliadora Molina de Almeida Teixeira; Telma Teresinha Berchielli. (Org.). Revista Brasileira de Zootecnia. 1 ed. : , 2007, v. 36, p. 45-5.

**PÁSCOA, A.G. Comportamento de bovinos de corte em resposta à disposição espacial de condicionadores de pastejo.** 2009. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", São Paulo, 2009.

SILVA NETO, S. P. da; SANTOS, A. C. dos; GARCIA, R. N.; DIAS, J. L. A.; SILVA, Á. M.; PEREIRA, P. A. R. **Variabilidade espacial da biomassa da forragem e taxa de lotação animal em pastagem de capim Marandu.**

Revista Agrogeoambiental, Pouso Alegre, v. 8, n. 2, p. 119-130, Jun. 2016.

SILVEIRA JUNIOR, O. et al. Distribuição espacial de atributos químicos do solo em áreas sob diferentes usos agrícolas. **Engenharia na agricultura**, Viçosa - MG, V.22 N.5, SETEMBRO / OUTUBRO 2014.

SOUZA, G.S.; LIMA, J.S.S.; SILVA, S.A.; OLIVEIRA, R.B. Variabilidade espacial de atributos químicos em um Argissolo sob pastagem. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.30, n.4, p.589-596, 2008.