

---

## VARIABILIDADE ESPACIAL DE PRODUTIVIDADE DE MILHO E PASTAGEM EM FASE DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA FLORESTA

**SANTOS, Augusto da Cunha<sup>1</sup>; PEREIRA, Daniel Pena<sup>2</sup>; FARIA, Dawson José Guimarães<sup>2</sup>; SOUZA, Amanda Nunes Davi de<sup>1</sup>; SILVA JUNIOR, Rogério Marcos da<sup>1</sup>; SILVA, Vitor Jardim<sup>1</sup>.**

---

**RESUMO:** Avanços da Agricultura e Pecuária de Precisão é realidade no campo para os técnicos e produtores rurais. Objetivou-se mapear a variabilidade espacial da produtividade de milho e de massa de forragem de capim Ruziziensis, manejados em fase inicial de um sistema integração lavoura, pecuária e floresta. A área experimental situa-se no IFTM – campus Uberaba, com solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico. Os dados foram obtidos em sistema agroflorestal com macaúba, implantado desde 2015, sendo coletadas amostras de milho e de massa de forragem do capim-Ruziziensis. Semeou-se o capim misturado ao fertilizante do milho. Foram demarcados os pontos de amostragem, com auxílio do GPS, perfazendo 38 pontos para o milho e 60 pontos para a forragem. As amostras de milho foram debulhadas e colocadas para secar à sombra, reduzindo o teor de umidade a 20%. Depois de pesado, estimou-se a produtividade do milho (ton ha<sup>-1</sup>). Para a forragem, foram coletadas 4 amostras de 0,9 m<sup>2</sup> por repetição para determinação do teor de matéria seca (%) e a massa de forragem (ton ha<sup>-1</sup>). Para análise e interpretação dos dados foi utilizado ambiente de sistemas de informação geográficas (SIG) e para a confecção dos mapas utilizou-se os métodos de interpolação Spline e inverso da distância (IDW). Observou-se variabilidade na produtividade do milho e na massa de forragem, parecendo haver pequena coincidência nas áreas com produção mediana de milho x forragem. Conclui-se que a área do sistema de integração lavoura, pecuária, floresta apresentou variabilidade espacial de produtividade de milho e de massa de forragem de capim Ruziziensis.

**Palavras-chave:** agricultura de precisão, capim-Ruziziensis, mapeamento, sistema agro-florestal, *Urochloa ruziziensis*, *Zea mays*.

### INTRODUÇÃO

Os avanços da Agricultura e Pecuária de Precisão já são uma realidade no campo para os técnicos e produtores rurais. Está se propagando progressivamente o conhecimento de que existe uma heterogeneidade nas áreas de produção, que pode ser devido às variações do relevo, solos, vegetação e também do histórico de uso. O

---

<sup>1</sup> Acadêmico do curso de Zootecnia, Instituto Federal do Triângulo Mineiro – campus Uberaba, Uberaba-MG; E-mail: zootecniaaugusto@gmail.com; amandanunes.ds@hotmail.com; rogeriodegas@hotmail.com; vjsjardim@gmail.com.

<sup>2</sup> Professor, Instituto Federal do Triângulo Mineiro – campus Uberaba, Uberaba-MG; E-mail: danielpena@iftm.edu.br; dawson@iftm.edu.br.

conhecimento da variabilidade da produção e da sua qualidade é útil para qualquer cultura, sejam aquelas cultivadas em pequenas áreas como aquelas que ocupam grandes espaços de terra. Para tanto, basta que o produtor ou o técnico inicie este trabalho de observação, medida e registro destas variações, aliando as coordenadas geográficas. Estas diferenças fazem com que os produtores e técnicos tratem cada região de modo diferente de acordo com suas potencialidades e necessidades (BERNARDI et al., 2014).

O conhecimento da distribuição espacial de variáveis de solo e planta tornou-se indispensável para o planejamento e otimização de adubações, tratos culturais e colheita. No caso do milho, mapas de produtividade da cultura do milho são mais eficientes para discriminar a variabilidade espacial das lavouras, devido às características da espécie e à simplicidade do maquinário adaptado (AMADO et al., 2007). Já o estudo da variabilidade espacial da produtividade de forrageiras e propriedades do solo pode auxiliar nas práticas de manejo de pastagens como na rotação, manejo de nutrientes e previsão de rendimento e de lotação de animais (BERNARDI; PEREZ, 2014). Uma aplicação prática desses conhecimentos é que, por exemplo, em anos de déficit hídrico, pode ocorrer aumento da variabilidade espacial da produção de grãos e forragem.

Objetivou-se mapear a variabilidade espacial da produtividade de milho e de pastagens de capim-Ruziziensis manejados em fase inicial de um sistema integração lavoura, pecuária e floresta (ILPF) em Uberaba (MG).

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

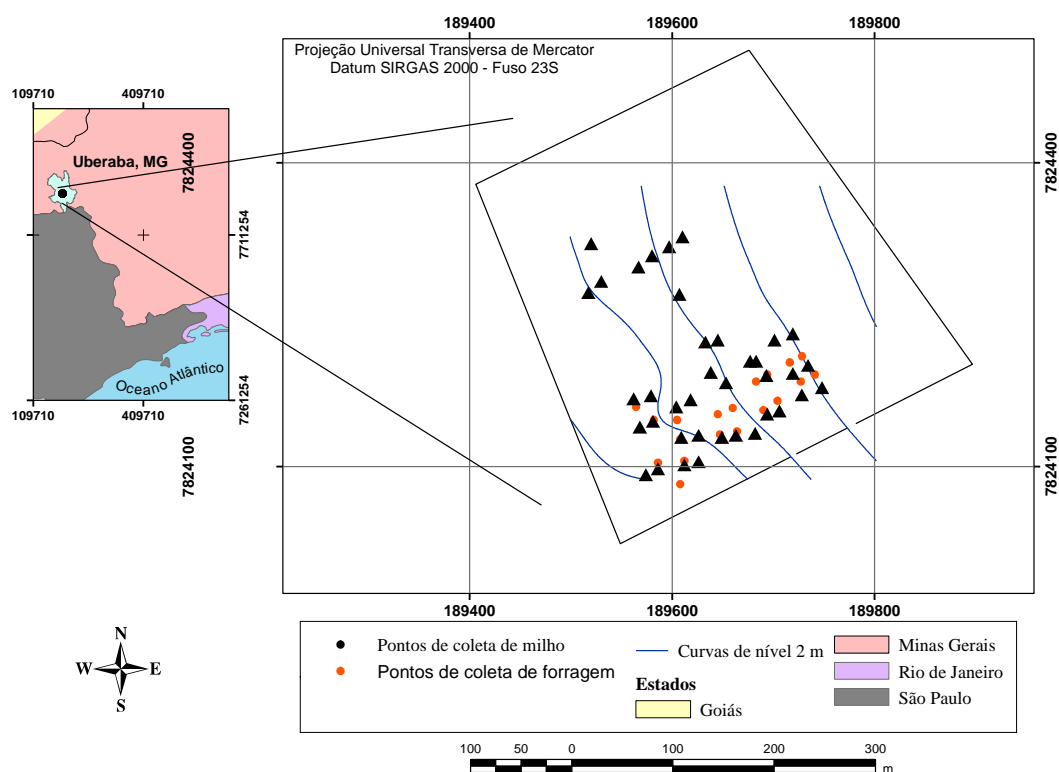
A área experimental situa-se no IFTM – campus Uberaba, no município de Uberaba, MG, com as coordenadas 19 ° 39 ' 19 " S, 47 ° 57 ' 27 " W, e a cerca de 795 m de altitude. A precipitação média anual é de 1.600 mm; a temperatura média anual é de 22,6 °C e a umidade relativa do ar média é de 68%. O clima é classificado como Aw, tropical quente, segundo a classificação de Köppen, apresentando inverno frio e seco. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico.

Os dados foram obtidos em sistema agroflorestal implantado desde 2015, utilizando a macaúba como componente florestal. O projeto, financiado pela Chamada CNPq-SETEC/MEC N ° 17/2014, tem por objetivo elucidar questões sobre os possíveis

consórcios da espécie macaúba, principalmente a associação com criação de animais, e os aspectos técnicos, sociais e econômicos do seu cultivo consorciado ou homogêneo, com o mínimo de impacto ambiental.

Foram realizadas coletas de amostras de produção de milho híbrido (safra verão 2016/2017) e de forragem (*Urochloa ruziziensis* cv Ruziziensis) semeada misturada com o fertilizante do milho, na mesma época. O espaçamento adotado foi de 0,9 m entre as linhas de milho (Figura 1).

**Figura 1: Localização geográfica da área do estudo e grade de coleta de amostras de milho e forragem, município de Uberaba, MG**



Fonte: Os autores (2017).

Dentro da área de estudo, foram demarcados os pontos de amostragem, com auxílio do GPS, distribuídos em grade irregular, perfazendo 38 pontos para o milho e 60 pontos para a forragem em uma área de 5,67 ha. As amostras de milho foram debulhadas e colocadas para secar à sombra para reduzir o teor de umidade a aproximadamente 20%. As amostras de forragem foram colhidas e pesando em balança analítica e posteriormente secando-as em estufa a 65°C até obter massa constante. Essas coletas foram realizadas cinco meses após o plantio.

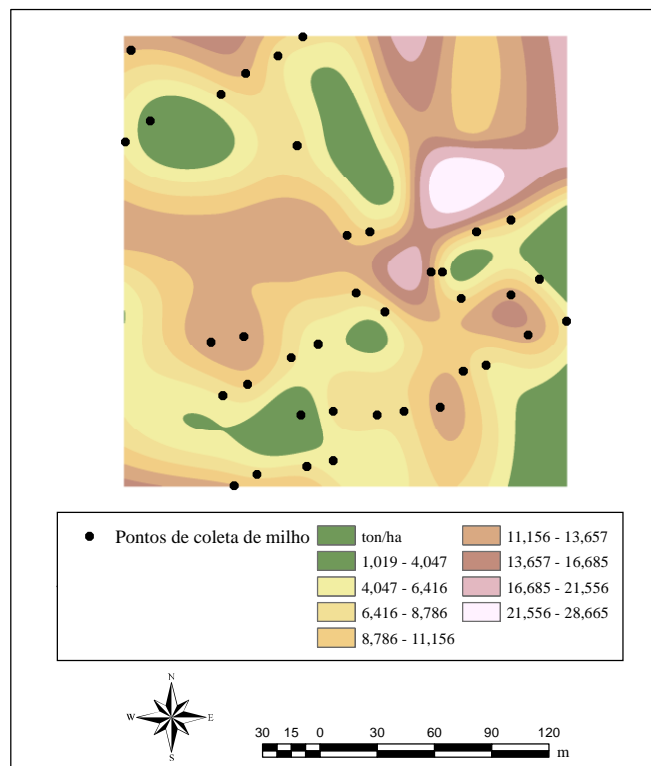
Depois de pesado, foi feito cálculo para estimar a produtividade do milho por hectare (ha), considerando a área de cada amostra de 0,9m<sup>2</sup>. Para a forragem, foram coletadas as quatro amostras rentes ao solo de área de 0,9m<sup>2</sup> cada, sendo as amostras pesadas, colocadas em estufa de circulação forçada de ar e pesadas novamente para determinação do teor de matéria seca. Assim, estimou-se a massa de forragem em ton ha<sup>-1</sup>.

Para análise e interpretação dos dados, foi utilizado ambiente de sistemas de informação geográficas (SIG) e para a confecção dos mapas utilizou-se os métodos de interpolação Spline e inverso da distância (IDW).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

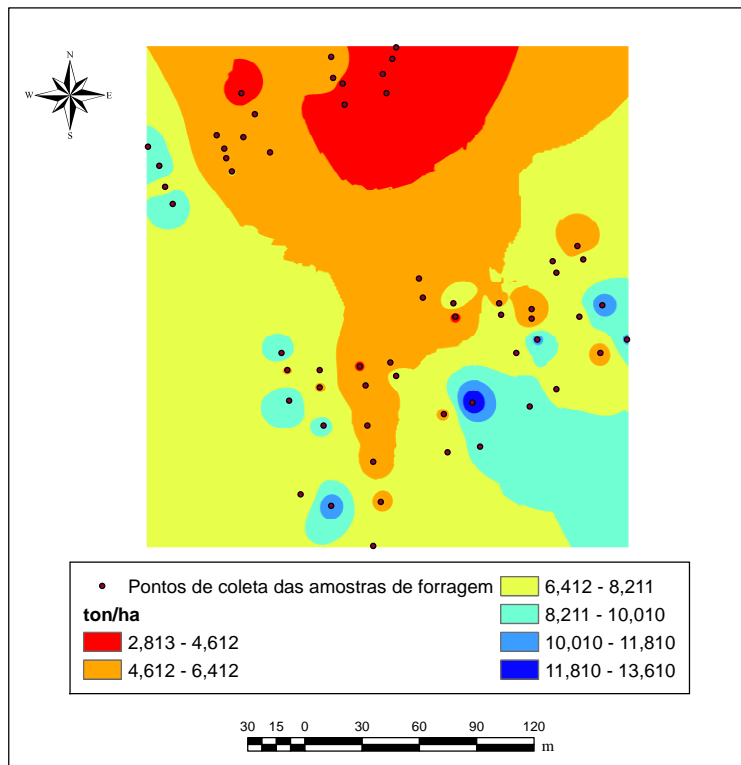
A distribuição espacial da produtividade do milho e da massa da forragem está mostrada na Figura 2 e na Figura 3.

**Figura 2: Distribuição espacial da produtividade do milho na área de estudo, Uberaba-MG**



Fonte: Os autores (2017).

**Figura 3: Distribuição espacial da produtividade da forragem na área de estudo, Uberaba-MG**



**Fonte:** Os autores (2017).

Observou-se que existe variabilidade na produtividade das culturas do milho (Figura 2) e da forragem (Figura 3). Por meio de análise visual dessas figuras, parece haver pequena coincidência nas áreas com produção mediana de milho x forragem. Isso pode estar relacionado à textura do solo ou à fertilidade química do solo. Além disto, menor massa de forragem de capim-Ruziziensis pode ter ocorrido em áreas maiores produtividades de milho ou seja, em áreas de maior desenvolvimento das plantas de milho que competiram mais com o capim.

Alguns estudos de atributos químicos e físicos do solo e de planta demonstram que a variabilidade não ocorre ao acaso, mas que apresenta correlação espacial entre as amostras (OLIVEIRA et al., 1999; SOUZA; COGO; VIEIRA, 1998). Existem poucos trabalhos com variabilidade de milho e de forragem, principalmente em sistemas do tipo ILPF. Silva et al. (2003) relataram que a produtividade de milho e a saturação por alumínio apresentaram distribuição espacial muito parecidas, indicando que a produtividade do milho pode estar associada a uma toxidez de alumínio na área.

Em relação a fatores que possam gerar a variabilidade na produtividade do milho e na forragem, Freddi et al. (2006) comentam que a resistência mecânica do solo à penetração exerce grande influência sobre o desenvolvimento vegetal, uma vez que o crescimento das raízes e a produtividade das culturas variam de forma inversamente proporcional ao seu valor. Esses autores encontraram que não houve correlação espacial entre a resistência mecânica do solo à penetração e a produtividade do milho. E que valores de resistência mecânica à penetração variando de até 2,0 MPa não restringiram a produtividade da cultura do milho.

No que se refere a variabilidade espacial da massa de forragem do capim-Ruziziensis, verificou-se amplitude bem ampla de valores, que variaram de 2,8 a 13,6 ton ha<sup>-1</sup> (Figura 3). As áreas de pastagens, por mais bem manejadas que sejam, costumam apresentar heterogeneidade espacial na conformação estrutural do pasto como reflexo das características químicas do solo, de áreas de preferência dos animais, da declividade do solo, da proximidade da aguada, entre outros.

Oliveira et al. (2015), trabalhando com variabilidade espacial das respostas produtivas e estruturais do capim Marandu em função das características químicas do solo e da topografia do terreno, verificaram variação de 1006 a 4036 kg ha<sup>-1</sup> de massa de forragem. Os autores concluíram que o dossel forrageiro apresentou heterogeneidade na morfologia em função da distribuição espacial da fertilidade do solo e da profundidade efetiva, resultando na definição de duas zonas manejo: 1 à topo e pedimento; e 2 à ombro e meia encosta.

Davatgar; Neishabouri; Sepaskah (2012) afirmaram que o estudo da variabilidade dos atributos químicos do solo e das características morfológicas e produtivas das pastagens possibilita o diagnóstico preciso na orientação do uso eficiente do solo e, conseqüentemente, na formação de zonas de manejo. Assim, o zoneamento baseado na variabilidade da fertilidade do solo e dos fatores morfológicos da forragem possibilita a aplicação localizada de insumos e a uniformização do pasto como um todo.

Considerando a existência da variabilidade espacial dos atributos de solo e da produção vegetal, é importante conhecer o comportamento dessa variabilidade para localizar áreas e unidades experimentais, de modo que as variáveis sejam independentes, e aplicar testes estatísticos de maneira correta.

---

## CONCLUSÕES

1. A área do sistema integração lavoura, pecuária e floresta apresentou existência de variabilidade espacial de produtividade de milho e de massa de forragem de capim-Ruziziensis;

2. As zonas classificadas como de baixo potencial produtivo apresentam os sítios com decréscimos de produtividade de milho e massa de forragem e podem afetar a produção animal no futuro.

3. Essas zonas de baixa produção merecem tratamento sob os aspectos da fertilidade química do solo.

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal do Triângulo Mineiro, pela colaboração e cessão da área experimental; à Acrotech pela colaboração no projeto; e ao CNPq pelo suporte financeiro.

## REFERÊNCIAS

AMADO, T. J. C.; PONTELLI, C. B.; SANTI, A. L.; VIANA, J. H. M.; SOUZA SULZBACH, L. A. Variabilidade espacial e temporal da produtividade de culturas sob sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 8, p. 1101-1110, 2007.

BERNARDI, A. C. C.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V.; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. (editores técnicos). **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

BERNARDI, A. C. C.; PEREZ, N. B. Agricultura de Precisão em Pastagens. In: **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília, DF: Embrapa, 2014, pp. 494-501.

DAVATGAR, N.; NEISHABOURI, M. R.; SEPASKAH, A. R. Delineation of site specific nutriente management zones for a paddy cultivated área based on soil fertility using fuzzy clustering. **Geoderma**, v. 173-174, n. 2, p. 111-118, 2012.

FREDDI, O. S.; CARVALHO, M. P.; VERONESI JÚNIOR, V.; CARVALHO, G. J. Produtividade do milho relacionada com a resistência mecânica à penetração do solo sob preparo convencional. **Engenharia Agrícola**, p. 113-121, 2006.

OLIVEIRA, J. J.; CHAVES, L. H. G.; QUEIROZ, J. E.; LUNA, J. G. Variabilidade espacial de propriedades químicas em um solo salino-sódico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 783-789, 1999.

OLIVEIRA, L. B. T.; SANTOS, A. C.; LIMA, J. S.; NEVES NETO, D. N. Variabilidade espacial das respostas produtivas e morfológicas do capim-Marandu em função dos atributos químicos e topográficos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, n. 4, p. 772-783, 2015.

SILVA, V. R.; REICHERT, J. M.; STORCK, L.; FEIJÓ, S. Variabilidade espacial das características químicas do solo e produtividade de milho em um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico arênico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27(6), 1013-1020, 2003.

SOUZA, L. S.; COGO, N. P.; VIEIRA, S. R. Variabilidade de fósforo, potássio e matéria orgânica no solo em relação a sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p. 77-86, 1998.