

VARIABILIDADE ESPACIAL DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DO SOLO EM ÁREA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA FLORESTA

Daniel Pena PEREIRA^{(1)*}; Eduardo Henrique de Freitas VIEIRA⁽²⁾; Dawson José Guimarães FARIA⁽¹⁾; Luciene Santos de OLIVEIRA⁽³⁾; Mayara Cardoso do PRADO⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Professor, Instituto Federal do Triângulo Mineiro, IFTM, Uberaba, Minas Gerais, Brasil.

⁽²⁾ Professor, Faculdade Pitágoras, Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil.

⁽³⁾ Estudante bolsista PIBIC/IFTM, Instituto Federal do Triângulo Mineiro, IFTM, Uberaba, Minas Gerais, Brasil.

⁽⁴⁾ Engenheira Agrônoma, consultora agrícola, Nova Ponte, Minas Gerais, Brasil.

* Autor Correspondente: E-mail: dpereira@pq.cnpq.br

RESUMO: Objetivou-se mapear a variabilidade espacial da condutividade elétrica do solo em área de Integração Lavoura Pecuária Floresta (iLPF) no município de Uberaba-MG. A área experimental situa-se no IFTM – campus Uberaba. Os dados foram obtidos em sistema iLPF com macaúba, implantado em 2015, sendo coletadas amostras de solo na camada 0-0,20m e 0,20-0,40m. Foram demarcados os pontos de amostragem, com auxílio do GPS, perfazendo 34 pontos, sendo determinado a condutividade elétrica ($mS\ m^{-1}$) em laboratório. Para análise e interpretação dos dados foi utilizado ambiente de sistemas de informação geográficas (SIG) e para a confecção dos mapas utilizou-se o método de interpolação Spline. Observou-se variabilidade nos teores de CE nas duas camadas de solo avaliadas. Os valores neste estudo são relativamente muito baixos quando comparados à condutividade elétrica aparente dos solos salinos. A variabilidade da CE na camada 0-0,20m segue a declividade do terreno e na camada 0,20-0,40m, a variação é mais difusa. Concluiu-se que, a área do sistema de iLPF, ao apresentar variabilidade espacial da condutividade elétrica do solo, permite-se criar zonas de manejo diferenciadas de manejo do solo e das culturas. Sendo uma medida barata e de fácil obtenção, a CE pode ser usada para otimizar o uso da agricultura de precisão em sistemas produtivos integrados.

Palavras-Chave: *Acrocomia aculeata*; agricultura de precisão; interpolação; salinidade; sistema agrosilvipastoril.

INTRODUÇÃO

A agricultura de precisão demonstra perspectivas promissoras no desenvolvimento de novas tecnologias e proposições de manejo de culturas, aproveitando melhor os insumos e permitindo reduções nos custos de produção ou aumentos no rendimento, além de possíveis benefícios ambientais. Uma abordagem estratégica baseia-se em zonas de manejo que representam uma combinação homogênea de potenciais fatores limitantes da produtividade e referem-se a regiões geográficas que apresentam topografia e atributos do solo com mínima heterogeneidade (LUCHIARI JR. et al., 2000).

Altas doses de fertilizantes podem alterar as relações de K, Ca e Mg do solo e a salinidade. Poucas pesquisas sistemáticas têm sido realizadas em condições de campo para avaliar como esses fatores afetam o rendimento das culturas (REIS JR et al., 1999). A condutividade elétrica do solo (CE) tem atraído a atenção como uma ferramenta de mapeamento, uma vez que é um método rápido e econômico de indicar a produtividade do solo (MCBRIDE; GORDON; SHRIVE, 1990). O delineamento de zonas de manejo diferenciado, que pode determinar com sucesso regiões

uniformes em termos de atributos da fertilidade dos solos, é uma das mais desafiadoras etapas da agricultura de precisão.

O objetivo deste estudo foi mapear o atributo condutividade elétrica do solo e delinear zonas de manejo do solo usando a condutividade elétrica do solo (CE), em área com Integração Lavoura Pecuária Floresta com macaúba no município de Uberaba-MG.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no IFTM campus Uberaba-MG, localizado entre as coordenadas 19 ° 39 ' 19 '' S, 47 ° 57 ' 27 '' W, altitude de 795 m e clima do tipo Aw (tropical quente, inverno frio e seco) segundo Köppen num Latossolo Vermelho distrófico apresentando na camada de 0,0 a 0,2 m, 221 g kg⁻¹ de argila, 662 g kg⁻¹ de areia e 117 g kg⁻¹ de silte (Figura 1).

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 (*Acrocomia aculeata*), 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 coletadas, no ano 2017, 34 amostras de solo na camada 0,00-0,20m. Dentro da área de estudo, foram demarcados os pontos de amostragem, com auxílio do GPS, distribuídos em grade regular, distribuindo os pontos em uma área de 5,67 ha. As amostras de solo foram analisadas em laboratório conforme metodologia da EMBRAPA (1997).

Os efeitos dos sistemas de manejo sobre o atributo da condutividade elétrica (mS m⁻¹) foram avaliados pela espacialização dos dados em ambiente de sistema de informação geográfica (SIG). O método de interpolação usado foi o *splines* (PEREIRA, 2014). O desempenho da técnica *splines* tem despertado atenção devido ao fato de seus resultados apresentarem-se bastante suaves. São bastante viáveis computacionalmente porque não exigem a resolução de sistemas lineares muito grandes e também evitam certas oscilações indesejadas, que é o que ocorre quando se utilizam polinômios de graus maiores para efetuar a interpolação (COLNAGO e MESSIAS, 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição espacial da condutividade elétrica do solo (mS m⁻¹) está mostrada na Figura 2. Ela apresenta mapas para os valores de CE nas duas camadas avaliadas delimitando áreas com baixa concentração (0,39 a 0,42 mS m⁻¹, respectivamente para as camadas 0-0,20m e 0,20-0,40m) e elevada concentração (1,1 mS m⁻¹). Para o observador, a diferença entre esses mapas é bastante clara. Para a camada 0-0,20m existe uma variação que segue o sentido norte-sul do declive e que

pode ser importante considerar no momento de estabelecer zonas de manejo específicas para cada componente no sistema iLPF. Já na camada 0,20-0,40m, a variação é mais difusa.

O mapeamento obtido neste estudo favoreceu a visualização da variação da condutividade elétrica na área do iLPF com macaúba. Os valores médios de CE20 e CE40 foram de 0,61 e 0,58 mS m⁻¹, respectivamente. Esses valores são relativamente muito baixos quando comparados à condutividade elétrica aparente dos solos salinos em 86,18 a 135,7 mS m⁻¹, conforme mostrado por Yan et al. (2007). Conforme relatado por Reis Jr et al. (1999), como algumas culturas recebem maiores quantidades de fertilizantes, os produtores devem dar mais atenção aos efeitos causados no solo pelo alto consumo desses fertilizantes. As proporções inadequadas entre os nutrientes no solo e os problemas de salinidade do solo podem ser evitadas, pois podem levar a reduções no rendimento das culturas. E neste quesito, os mapas de variabilidade espacial da condutividade elétrica do solo podem ajudar a definir como cada manejo de cultura dentro do sistema ILPF está interferindo na fertilidade do solo.

Utilizando mapas de condutividade elétrica para amostragem de solo, Jhonson et al. (2001) em seus estudos caracterizaram espacialmente a qualidade do solo, de acordo com suas propriedades físico-químicas. Isso pode ser importante no estudo das relações da CE com outros atributos agrícolas. Os primeiros mapas de condutividade elétrica no Brasil foram montados por Inamasu et al. (2001). Neste trabalho eles estudaram a correlação das medidas de condutividade elétrica com a produtividade de uma plantação de milho. Muitos estudos ainda são necessários para a utilização do método de condutividade elétrica do solo em sistemas de iLPF, mas ainda sim tem sido um método rápido e barato. A análise qualitativa preliminar sobre os mapas de condutividade elétrica do solo sugere a divisão em subáreas mais homogêneas para um trabalho mais detalhado nessas subáreas, como o mapeamento da fertilidade do solo e de algumas propriedades do solo.

CONCLUSÃO

Uma maneira de definir zonas diferenciadas de manejo do solo foi obtida neste trabalho usando o mapeamento da CE. Foi provado ser um procedimento viável para a área, permitindo a delimitação de regiões homogêneas e distintas entre elas com referência aos atributos do solo. As zonas de manejo resultantes representam um número razoável para uso prático. Existe viabilidade da utilização dessas informações para delinear as zonas de manejo do solo a partir da CE, pois esta técnica pode reduzir o número de amostras no uso da agricultura de precisão e permitir a divisão em subáreas mais homogêneas para um trabalho mais detalhado, como o mapeamento da fertilidade do solo e de algumas propriedades do solo.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ pelo apoio financeiro à pesquisa e a participação no evento; ao Instituto Federal do Triângulo Mineiro, *campus* Uberaba e à Acrotech Sementes e Reflorestamento Ltda pelo apoio técnico-operacional.

REFERÊNCIAS

- COLNAGO, G. R.; MESSIAS, M. Interpolação de dados por spline cúbica utilizando o software MATLAB. In: Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional, 27, 2004, Porto Alegre, Anais... Porto Alegre: SBMAC, 2004, p. 263. Disponível em: <http://www.sbmac.org.br/eventos/cnmac/cd_xxvii_cnmac>. Acesso em: 20 ago. 2013.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p. EMBRAPACNPS. Documentos, 1.
- JHONSON, C. K.; DORAN, J. W.; DUKE, H. R.; WEINHOLD, B. J.; ESKRIDGE, K. M.; SHANAHAN, J. F. Field-scale electrical conductivity mapping for delineating soil conditions. Soil Sci. Soc. Am. J., Madison, v. 65, p. 1829-1837, 2001.
- INAMASU, R. Y.; FRANCA, G. E.; TORRE-NETO, A.; MANTOVANI, E. C.; CRUVINEL, P. E.; GOMIDE, R. L.; LUCHIARI JUNIOR, A.; RABELLO, L. M.; SOUZA, R. V. de. Condutividade elétrica do solo: primeiros mapas no Brasil. In: BALASTREIRE, L. A. Avanços na agricultura de precisão no Brasil no período de 1999-2001. Piracicaba: L. A. Balastreire, 2002. Cap. 2. p. 32-37.1 CD-ROM. Trabalho apresentado no III Simpósio sobre Agricultura de Precisão, Piracicaba, 2001.
- LUCHIARI JR., A.; SHANAHAN, J.; FRANCIS, D.; SCHLEMMER, M.; SCHEPERS, J.; LIEBIG, M.; SCHEPERS A.; PAYTON, S. Estratégias para estabelecer zonas de manejo para manejo de nutrientes específicos do local. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 5., Bloomington, 2000. Proceedings., Madison: ASA-CSSA-SSSA, 2001. CD-ROM.
- McBRIDE, R. A.; GORDON, A. M.; SHRIVE, S. C. Estimativa da qualidade do solo florestal a partir de medições do terreno de condutividade elétrica aparente. Soil Science Society of American Journal, v.54, p.255-260, 1990.
- PEREIRA, D. P. Variabilidade espacial e temporal de atributos químicos do solo em povoamento de eucalipto. 2014. 106 f.: il. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2014.
- REIS Jr, R. A.; Fontes, P. C. R.; Neves, J. C. L.; Santos, N. T. Total soil electrical conductivity and critical soil K^+ to Ca^{2+} and Mg^{2+} ratio for potato crops. Scientia Agricola, v. 56, n. 4, p. 993-997, 1999.
- YAN, L. et al. Delimitação de zonas de manejo específicas do local com base na variabilidade temporal e espacial da condutividade elétrica do solo. Pedosphere, v. 17, n. 02, p. 156-164, 2007.

Figura 1: Localização da área de estudo no município de Uberaba, MG

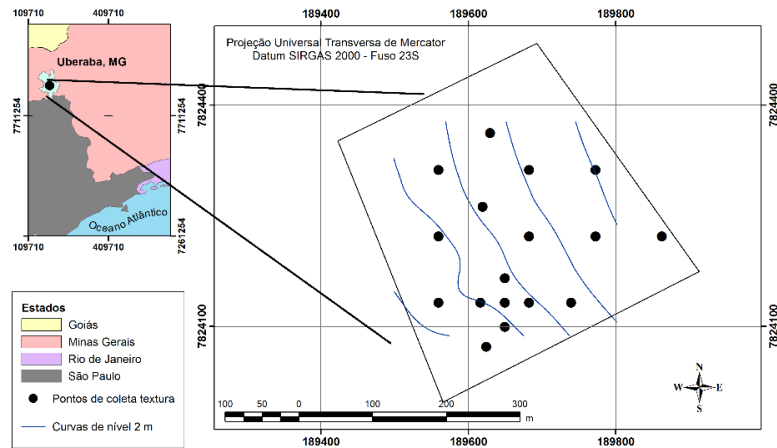


Figura 2: Distribuição espacial da condutividade elétrica do solo na área de estudo em 2017, Uberaba-MG.

