



Carbono lábil no solo avaliado por análise de imagens obtidas de câmeras de celulares

Bruna Teodoro Naves¹ (brunna.theodoroonaves@gmail.com), Gabriel Lucas Silveira da Costa¹, Kleysser Vinícius Ferreira¹, Luis Fernando Vieira da Silva², Rodrigo Amorim Bezerra da Silva¹, Edmar Isaías de Melo¹

¹ Universidade Federal de Uberlândia – Campus Monte Carmelo, Monte Carmelo, Minas Gerais; ² Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, São Paulo.

RESUMO: O desenvolvimento de ferramentas portáteis, como alternativa para espectrômetros, é essencial para otimização de tempo de análise, custos de transporte e armazenamento de amostras. As técnicas utilizadas para determinação deste analito são baseados em soluções, que produzem cor, empregando como base métodos óticos, envolvendo a aquisição e o desenvolvimento de análises por imagens digitais. Assim, o trabalho objetivou o desenvolvimento e aplicação de metodologia utilizando imagens obtida com câmera de celular para avaliação dos teores de carbono lábil no solo. As amostras de solo foram coletadas no campo experimental da Universidade Federal de Uberlândia – Campus Monte Carmelo, sendo classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico. Foram avaliados teor de carbono lábil, utilizando permanganato de potássio para desenvolvimento de coloração. Para obtenção das imagens digitais, os extratos foram depositados em microplacas e utilizou-se quatro marcas de celulares (A, B, C e D) em diferentes qualidades de imagem de 6, 8 e 12 megapixel. Os resultados de $C_{\text{lábil}}$ das amostras de solo indicaram que o método de análise por imagens digitais comparado ao espectrofotômetro não apresentou diferenças estatísticas. As imagens digitais obtidas de câmeras de celular, mostraram potencialidade para serem utilizado na determinação de carbono lábil no solo.

Palavras-chave: processamento de imagens, dispositivos analíticos miniaturizados, carbono orgânico no solo.



INTRODUÇÃO

O uso de imagens digitais obtidas de câmeras fotográficas, scanners, *webcams* ou telefones celulares tem sido utilizada como ferramenta para análises químicas para as avaliações qualitativas e quantitativas com desempenho adequado, sem a necessidade de instrumentos como espectrofotômetros (SONI, SURANA, JHA, 2018)

Ao se considerar as aplicações analíticas que podem ser conduzidas por meio de imagens digitais, destaca-se aquelas que envolvem a identificação de substâncias baseadas em medidas colorimétricas, tais como a quantificação da fração de carbono lábil ($C_{\text{lábil}}$) da matéria orgânica no solo determinada pela concentração de carbono oxidável via permanganato de potássio com posterior determinação do permanganato remanescente por espectrofotometria (CULMAN et al, 2012).

Neste sentido o trabalho objetivou o desenvolvimento e aplicação de metodologia utilizando imagens obtida com câmera de celular para avaliação dos teores de carbono lábil no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Uma microplaca com 96 zonas de toner, impressa diretamente na superfície em uma folha de transparência com impressora a laser (DO LAGO et al., 2010), foi utilizada como recipiente para amostras e padrões. O volume de 20,0 μL de uma solução de KMnO_4 na concentração de 300 $\mu\text{mol L}^{-1}$, foi colocada em cinco zonas da microplaca. Imagens da microplaca, inserida no interior de uma câmara com iluminação controlada, foram obtidas de quatro celulares de marcas diferentes (Celular: A, B, C e D) em diferentes qualidades de imagem de 6, 8 e 12 megapixel. A curva analítica foi obtida com soluções padrões de KMnO_4 (100, 300, 500, 700, 900 e 1100 mmol L^{-1}). Duas amostras de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, textura argilosa, foram avaliadas quanto ao teor de carbono lábil, segundo metodologia de Shang e Tiessen (1997). A área de cada zona da placa contendo, as soluções padrões e a solução de permanganato



remanescente após reação com o $C_{\text{lábi}}$ foi obtida utilizando o software ImageJ, e utilizada para calcular a absorbância. A área das zonas contendo água destilada foram consideradas como branco analítico (100 % de luz transmitida). A absorbância das soluções padrões e das amostras contendo $KMnO_4$ foi avaliada a 525 nm, por espectrofotometria. Os resultados foram avaliados por análise de variância (ANOVA) e teste de *Scott Knott* utilizando o software estatístico R (R CORE TEAM., 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças significativas na absorbância calculada pela área da zona da microplaca impressa em função do tipo de aparelho (Figura 1), conforme resultados do teste F realizado pela ANOVA.

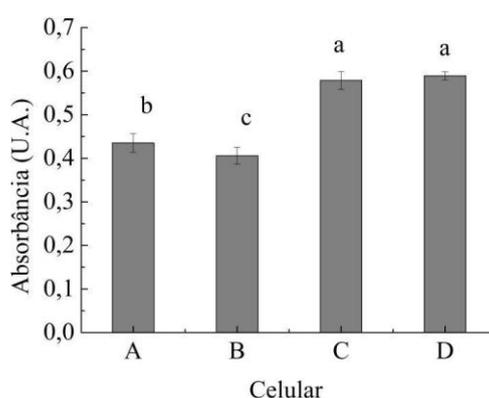


Figura 1. Comportamento da absorbância em função do tipo de celular.

O método por análise de imagem (AI) apresentou exatidão de 103,5% e precisão de 5,66% enquanto que o método espectrofotométrico (ESPC) foi de 100,1% de recuperação e 5,73 % de Coeficiente de variação. A sensibilidade do AI (0,003 U.A. nmol^{-1} L) foi menor que a sensibilidade do ESPC (0,002 U.A. nmol^{-1} L) e o coeficiente de determinação para o modelo linear foi de 0,989 e 0,999 para método AI e espectrofotométrico, respectivamente. Os resultados de $C_{\text{lábil}}$ das amostras de solo não apresentaram diferenças significativas pelo teste F, realizado pela ANOVA, sendo que as médias não apresentaram diferenças pelo teste de *Scott Knott*, ao nível de 5 % de significância.



Tabela 2. Concentração de Carbono lábil ($\text{mg C-CO}_2\cdot\text{g}^{-1}$).

Amostra de solo	Método	
	Análise de Imagem	Espectrofotométrico
A	3,63a	3,38a
B	4,40b	4,92b

Médias seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de *Scott-Knott*, a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

A utilização de imagens digitais obtidas de câmeras de celulares apresentou desempenho analítico comparável ao método espectrofotométrico podendo ser aplicada na determinação de $C_{\text{lábil}}$ no solo.

REFERÊNCIAS

CULMAN, S. W., S. S. SNAPP, M. A. FREEMAN, M. E. SCHIPANSKI, J. BENISTON, R. LAL, L. E. DRINKWATER, A. J. FRANZLUEBBERS, J. D. GLOVER, A. S. GRANDY, J. LEE, J. SIX, J. E. MAUL, S. B. MIRKSY, J. T. SPARGO, AND M. M. WANDER. 2012. Permanganate oxidizable carbon reflects a processed soil fraction that is sensitive to management. *Soil Science Journal*, v. 76, n. 2, p. 494-504, 2012. Society of America

DO LAGO, C. L.; DA SILVA, H. D. T.; NEVES, C. A.; BRITO-NETO, J. G. A.; DA SILVA, J. A. F. A dry process for production of microfluidic devices based on the lamination of laser-printed polyester films. *Analytical Chemistry*, v. 75, n. 15, p. 3853-3858, 2003.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2016.

SHANG, CHAO; TIESSEN, HOLM. Organic matter lability in a tropical oxisol: evidence from shifting cultivation, chemical oxidation, particle size, density, and magnetic fractionations. *Soil Science*, v. 162, n. 11, p. 795-807, 1997.

SONI, ANURADHA; SURANA, RAJAT KUMAR; JHA, SANDEEP KUMAR. Smartphone based optical biosensor for the detection of urea in saliva. *Sensors and Actuators B: Chemical*, v. 269, p. 346-353, 2018.