

Relação Condutividade Elétrica-Índice de Fertilidade de Solos Incubados com Resíduos Orgânicos⁽¹⁾.

Davi Lopes do Carmo⁽²⁾; Carlos Alberto Silva⁽³⁾; Laís Botelho de Lima⁽⁴⁾; Andrêssa de Paula Naves⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (processo PPM 00424/09) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (processos CT-AGRO 574921/2008-7 e 308592/2011-5). ⁽²⁾ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras (UFLA), CEP 37200-000, Caixa Postal 3037, davigoldan@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Professor da UFLA, Departamento de Ciência do Solo; ⁽⁴⁾ Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela UFLA; ⁽⁵⁾ Engenheira Agrônoma DCS – UFLA.

RESUMO: A condutividade elétrica (CE) do solo é condicionada por vários atributos de fertilidade, havendo grande potencial de sua utilização para inferir o grau de fertilidade do solo. Objetivou-se com este estudo propor um índice de fertilidade do solo associado à CE, visando a predição de um pelo outro. Amostras de três solos foram tratadas com 14 resíduos orgânicos. Após o período de incubação de 330 dias das misturas solo-resíduo, foram avaliados os diversos atributos químicos do solo. A CE dos solos variou de 66 a 394 $\mu\text{S cm}^{-1}$ e o IFS, de 0,01 a 1,0, englobando, assim, para os atributos utilizados em seu cálculo, solos com fertilidade desde baixa até alta. Existe uma estreita correlação entre a CE e o IFS, de modo que a CE pode ser utilizada para inferir o grau de fertilidade dos solos estudados.

Termos de indexação: íons solúveis, matéria orgânica, fertilidade do solo, níveis críticos, nutrientes.

INTRODUÇÃO

A condutividade elétrica do solo (CE) é utilizada em campo para mapear a produtividade das culturas e para avaliar a variabilidade espacial de alguns atributos do solo. Além disso, destaca-se como ferramenta frequentemente utilizada em áreas com uso de ferramenta de agricultura de precisão, devido à rapidez e confiabilidade dos dados gerados (Morari et al., 2009). O uso de tratores equipados com sensores de CE permite coletar em tempo real uma gama de informações, o que torna-se vantajoso em relação à análise de solo em laboratório (Kaffka et al., 2005). Entre as vantagens, estão o baixo custo, eficiência e rapidez na disponibilização de resultados (Kitchen et al., 1999). Para que a produtividade das culturas seja elevada, é necessário que a disponibilidade de nutrientes e outros atributos de fertilidade estejam próximos ou levemente acima dos níveis críticos estabelecidos. Para que isso ocorra, nos solos menos férteis, é necessária a adição de sais e íons diversos na forma de fertilizantes e corretivos, e o aumento da concentração de eletrólitos na solução do solo e no

solo como um todo apresenta potencial de se correlacionar com a CE, daí a possibilidade de uso desse atributo de fácil medição com mais um índice de fertilidade do solo (IFS). Sabe-se que a CE do solo possui relações com vários atributos do solo (Kravchenko et al., 2002), no entanto, pouco se sabe sobre a especificidade dessas relações para os solos de um modo geral, notadamente os de Minas Gerais. De fato, existem vários métodos para se determinar o nível de fertilidade do solo, e existe espaço para que a CE seja testada com essa finalidade, por ser um atributo simples, rápido e de fácil medição, com a vantagem de poder ser determinado de modo automatizado nas lavouras.

O objetivo desse trabalho foi avaliar os atributos químicos que influenciam a CE do solo e seu potencial uso com mais um índice de avaliação do grau de fertilidade do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste estudo, foram utilizadas amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd), Latossolo Vermelho distroférrico (LVdf) e Neossolo Quartzarênico (NQ), com variações contrastantes na textura e nos teores de carbono total. Em cada solo, foram aplicados 14 resíduos orgânicos, a saber: esterco de galinha; esterco de suíno; lodo de esgoto; serragem; substrato; fibra de coco; casca de pinus; esterco bovino; turfa; esterco de codorna; casca de café; composto de lixo; composto de dejetos e carvão, visando ter uma ampla variação nos níveis de fertilidade do solo, proporcionado pelas características químicas dos resíduos, pelas suas taxas de mineralização e pelos aportes diferenciados de nutrientes fornecidos por cada resíduo em cada solo em particular.

O experimento foi realizado no Laboratório de Estudo da Matéria Orgânica do Solo (LEMOS) do Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras (UFLA) – MG. Antes de instalar o experimento, foi analisado o grau de fertilidade e a textura (Tabela 1) das amostras de solo coletadas na profundidade de 0–20 cm. Após a análise de fertilidade, foi adicionada ao solo uma mistura de

CaCO₃ e MgCO₃, visando elevar a saturação por bases a 60%.

As doses de resíduos orgânicos aplicadas foram definidas visando a adição de 2000 mg kg⁻¹ de carbono. As misturas solo/resíduo foram incubadas em mini-lisímetros com capacidade de 250 ml e a incubação dos tratamentos (solo + resíduo) teve início em janeiro e término em dezembro de 2010 (330 dias), mantendo a umidade próxima de 70% da capacidade de campo. A reposição de água nas parcelas experimentais era realizada a cada intervalo de três dias, por meio das pesagens dos mini-lisímetros, sempre utilizando água deionizada. A caracterização química do solo (pH em água, K⁺, Ca²⁺, Al³⁺, capacidade de troca de cátions (CTC) a pH 7 (T) e CTC efetiva (t), saturação por bases (V), saturação por Al³⁺ (m), matéria orgânica (MO), Fe²⁺ e S-sulfato, foi realizada após os 330 dias de incubação, e as análises realizadas de acordo com protocolos disponibilizados em Silva et al. (1999).

Tabela 1 – Atributos químicos dos três solos utilizados no estudo, antes da mistura com resíduos e com corretivos.

Solo	Argila (%)	pH (água)	P -- mg kg ⁻¹ --	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	T	V	CT
LVAd	18	5,3	1	11	0,1	0,1	2,8	8	0,9
LVdf	66	4,2	2	59	0,2	0,2	15,8	3	4,4
NQ	8	5,4	9	22	0,7	0,1	5,4	16	1,2

LVAd = Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico; LVdf = Latossolo Vermelho distroférico e NQ = Neossolo Quartzarênico. P - Mehlich 1; T - capacidade de troca de cátions a pH 7; V - saturação por bases; CT - carbono total.

Os resultados de análise de solo e os níveis críticos dos atributos de fertilidade foram interpretados e estabelecidos de acordo com a 5ª aproximação – CFSEMG (1999). Após a classificação dos atributos químicos, esses foram divididos pelos respectivos valores de níveis críticos de pH, K⁺, Ca²⁺, Al³⁺, t, T, t/T, V, m, MO, Fe²⁺, S-sulfato, resultando em valores denominados de índice de fertilidade do atributo (IFA) e com a multiplicação do IFAs, foi gerado o índice de fertilidade do solo (IFS) (Tabela 2), cujos valores foram utilizados nos testes de regressões entre o IFS e a CE.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial do tipo 3x14, onde 3 tipos de solo foram tratados com 14 tipos de resíduos, em três repetições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado pelas análises de regressão que a CE dos solos foi alterada em função das mudanças dos atributos dos solos que compõe o IFS, para os diferentes tratamentos com resíduos orgânicos, em cada tipo de solo (Figura 1), e nos três tipos de solo analisado em conjunto (Figura 2).

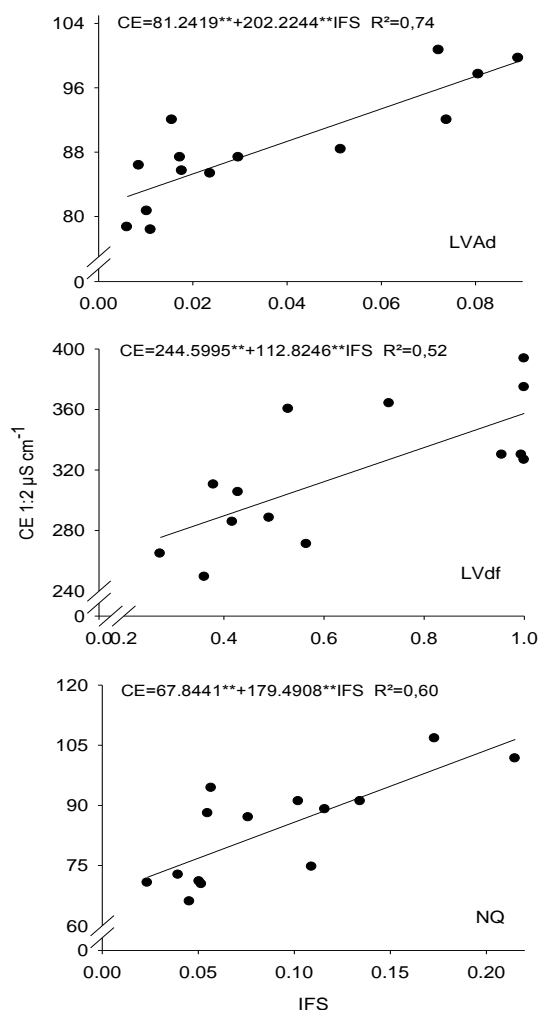


Figura 1 – Grau de associação entre a condutividade elétrica (CE) e o índice de fertilidade do solo (IFS) para cada tipo de solo. ** = significativo a 1% de probabilidade. LVAd = Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico; LVdf = Latossolo Vermelho distroférico e NQ = Neossolo Quartzarênico.

Observa-se que, na medida em que se aumenta o IFS, a CE é elevada de forma linear para o LVAd, LVdf e NQ, e para os três solos analisados em conjunto. O IFS aqui proposto é resultado das variações no pH, K⁺, Ca²⁺, Al³⁺, t, T, V, m, MO, Fe²⁺ e S-sulfato (Tabela 2), em razão da adição de resíduos orgânicos nos três tipos de solos. Essas

variações nos atributos mencionadas estão associadas aos efeitos da aplicação de resíduos no solo, destacando-se a elevação do pH, a neutralização da acidez trocável, a redução da acidez potencial, o aumento da disponibilidade de P, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ e o aumento da capacidade de troca de cátions, segundo Mantovani et al. (2005).

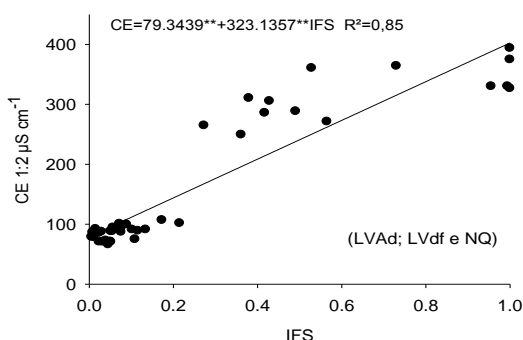


Figura 2 – Grau de associação entre a condutividade elétrica (CE) e o índice de fertilidade do solo (IFS), para os três tipos de solo analisados em conjunto. ** = significativo a 1% de probabilidade. LVAd = Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico; LVdf = Latossolo Vermelho distroférico e NQ = Neossolo Quartzarênico.

Este resultado mostra que as alterações nas concentrações de Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺, além do pH que regula a disponibilidade desses e de outros elementos no solo, incluindo os micronutrientes, alteram de forma direta e indireta a CE do solo, que variou de 66 a 394 µS cm⁻¹. De fato, a correlação positiva entre CE e IFS sinaliza para o potencial de uso da CE como mais um indicador do grau de fertilidade do solo. Parte dos dados obtidos estão de acordo aos levantados por Fernandes et al. (2008), que verificaram estreita relação entre pH e CE do solo.

Os resultados permitem, dentro do escopo do estudo, a aceitação de hipótese de que a CE do solo é influenciada pelos atributos de fertilidade em conjunto, não sendo razoável que somente um ou alguns atributos de fertilidade sejam inferidos pela CE, dado que os sais solúveis no solo interagem e se somam ao influenciar os índices de CE em solo. Assim, abre-se a perspectiva de se testar um universo maior de amostras de diferentes solos, de modo a que seus IFS e CE sejam correlacionados com atributos de crescimento de plantas, no sentido de que esses atributos sejam validados com preditores das condições de fertilidade do solo, visando pleno crescimento das culturas.

CONCLUSÕES

A CE do solo não salinizado é influenciada pela combinação de mudanças do grau de fertilidade do solo e pelo uso concomitante dos principais atributos químicos do solo.

A CE pode ser utilizada como preditora do IFS, considerando-se os três solos estudados e os atributos de fertilidade utilizados para seu cálculo.

AGRADECIMENTOS

Aos Drs. Fernando Carvalho Oliveira e Jonas Jacob Chiaradia da Biossola Agricultura e Ambiente Ltda. e à Opersan Serviços Ambientais, pela cessão da amostra de composto de lodo de esgoto. À Fábio S. Higashikawa, pela cessão de parte dos resíduos utilizados neste estudo. Ao CNPq e à FAPEMIG, pelo financiamento da pesquisa e concessão de bolsas de estudo.

REFERÊNCIAS

- FERNANDES, L.A.; RAMOS, S.J.; VALADARES, S.V. et al. Fertilidade do solo, nutrição mineral e produtividade da bananeira irrigada por dez anos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 43:1575-1581, 2008.
- SILVA, F.C.; ABREU M.F.; PÉREZ D.V. et al. Análises Químicas para avaliação da fertilidade do solo. In: SILVA, F.C. (Ed. técnico). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Capítulo 3. Brasília, Embrapa comunicação para transferência de tecnologia, 2009. p.107-184.
- KITCHEN, N.R.; SUDDUTH, K.A.; DRUMMOND, S.T. Soil electrical conductivity as a crop productivity measure for claypan soils. Journal of Production Agriculture, 12:607-617, 1999.
- KRAVCHENKO, A.N.; OMONODE, R.; BOLLERO, G.A. et al. Quantitative mapping of soil drainage classes using topographical data and soil electrical conductivity. Soil Science Society of America Journal, 66:235-243, 2002.
- MANTOVANI, J.R.; FERREIRA M.E.; CRUZ, M.C.P. et al. Alterações nos atributos de fertilidade em solo adubado com composto de lixo urbano. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 29:817-824, 2005.
- MORARI, F.; CASTRIGNANÒ, A.; PAGLIARIN, C. Application of multivariate geostatistics in delineating management zones within a gravelly vineyard using geoelectrical sensors. Computers and Electronics in Agriculture, 68:97-107, 2009.
- KAFFKA, S.R.; LESCH, S.M.; BALI, K.M. et al. Site-specific management insalt-affected sugar beat fields using electromagnetic induction. Computer and Electronics in Agriculture, 46:329-350, 2005.

Tabela 2 – Índice de fertilidade do solo (IFS) e condutividade elétrica (CE) de três tipos de solos incubados com resíduos orgânicos.

Tratamento	LVAd		LVdf		NQ	
	IFS	CE 1:2 ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	IFS	CE 1:2 ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	IFS	CE 1:2 ($\mu\text{S cm}^{-1}$)
Esterco de galinha	0,08	97,7	1,00	394	0,22	101,7
Esterco de suíno	0,05	88,3	0,96	330	0,10	91,0
Lodo de esgoto	0,02	85,3	0,53	360	0,06	94,3
Serragem	0,01	80,7	0,38	310	0,02	70,7
Substrato	0,01	78,3	0,57	271	0,05	71,0
Fibra de coco	0,02	92,0	0,36	249	0,05	70,3
Casca pinus	0,02	87,3	0,43	305	0,05	66,0
Esterco de bovino	0,02	87,3	0,43	305	0,05	66,0
Turfa	0,01	78,7	0,27	265	0,04	72,7
Esterco de codorna	0,07	92,0	1,00	375	0,13	91,0
Casca de café	0,03	87,3	0,73	364	0,11	74,7
Composto de lixo	0,09	99,7	1,00	327	0,17	107
Composto de dejetos	0,02	85,7	0,42	286	0,08	87,0
Carvão	0,01	86,3	0,49	288	0,06	88,0

LVAd = Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico; LVdf = Latossolo Vermelho distroférico e NQ = Neossolo Quartzarênico.