



## Análise da influência da aplicação de vinhaça no solo através de método de prospecção geoeletrico<sup>(1)</sup>

**Jose Rodrigo dos Santos Silva<sup>(2)</sup>; Aylton Jose Alves<sup>(3)</sup>; Fabiana Fernandes Ferreira de Godoi<sup>(4)</sup>; Francisco de Assis Profeta<sup>(5)</sup>; Wesley Pacheco Calixto<sup>(6)</sup>; Maria Carolina da Cruz Miranda<sup>(7)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Instituto Federal de Goiás (IFG). <sup>(2)</sup> Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias de Processos Sustentáveis (PPTPS) – IFG; Goiânia, Goiás; jotissimaeng@gmail.com; <sup>(3)</sup> Professor Doutor no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas Eletrônicos e de Automação (PGEA) - Universidade de Brasília (UnB) e no PPTPS – IFG; aylton.alves@ifg.edu.br; <sup>(4)</sup> Mestranda no PPTPS – IFG; fabianagodoi28@gmail.com; <sup>(5)</sup> Mestrando no PGEA – UnB; fagricola@yahoo.com.br <sup>(6)</sup> Professor Doutor na Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação (EMC/UFMG) - Universidade Federal de Goiás (UFG) e PGEA - UNB; wpcalixto@ieee.org <sup>(7)</sup> Professora Doutora no PPTPS - IFG; carol.miranda@gmail.com

**RESUMO:** A vinhaça é subproduto gerado no processo de destilação do álcool. É o principal efluente das destilarias. Dada a sua composição química, a vinhaça é aplicada no solo como biofertilizante. Sabe-se que a quantidade de matéria orgânica, sais e água determinam o valor da condutividade elétrica do solo. O objetivo deste trabalho é desenvolver método de monitoramento indireto do solo através do valor da condutividade elétrica de forma a servir como indicador de saturação devido à aplicação de vinhaça. Para isto utilizou-se o método de prospecção geoeletrico baseado no arranjo de Wenner. Na realização deste trabalho foram coletadas amostras de solo latossolo-vermelho-quartzarêncio. Partes do solo coletado foram identificadas e separadas para testes de bancada. Estas parcelas da amostra foram então colocadas na célula de carga de PVC de 75 mm de diâmetro interno, com quatro hastes inseridas em suas bordas para aplicação do método de geoprospecção. Em seguida diferentes percentuais de vinhaça foram aplicados enquanto mensurou-se os valores de condutividade elétrica. Após os testes, os valores encontrados para condutividade elétrica e os percentuais de aplicação de vinhaça foram correlacionados. Os resultados apresentaram aumento no valor de condutividade elétrica do solo com aplicação de vinhaça. Com relação à saturação do solo com vinhaça, esta ocorreu quando o conteúdo de vinhaça foi a metade do conteúdo de solo, ou seja, 50% de vinhaça. Concluiu-se que este método de prospecção geoeletrico pode ser utilizado para monitoramento do solo e ainda detectar a saturação por vinhaça.

**Termos de indexação:** Condutividade elétrica; Efluente industrial, Latossolo Vermelho.

### INTRODUÇÃO

Segundo Borges et al. (2007), nos últimos tempos, o governo federal do Brasil se impôs um

estímulo relevante à produção de álcool como combustível. Em vista disto, as áreas de produção de cana-de-açúcar (*Saccharum sp.*) vêm aumentando continuamente, sobre tudo na região Centro – Oeste do Brasil. Com isso, devido ao aumento da produção de álcool, é também acrescida a produção de vinhaça. Um efluente oriundo da sua fabricação. Para cada litro de álcool são produzidos de dez a dezoito litros de vinhaça.

A vinhaça é um líquido de cor marrom escuro, de natureza ácida, elevada Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), corrosivo e altamente poluidor. É composta de 93% de água e 7% de sólidos, dentre os quais 75% são compostos por matéria orgânica e 25% de fração mineral (Ludovice, 1997). Possui alto conteúdo de matéria orgânica e potássio, quantidades apreciáveis de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio e sulfato e quantidades menores de zinco, ferro, manganês e cobre. O pH normalmente é ácido e a condutividade elétrica é bastante elevada (Hassuda, 1989). Devido essas características, a vinhaça pode ser utilizada como biofertilizante. Porém, grandes doses de vinhaça podem ter um impacto severo no solo e nas águas superficiais e subterrâneas.

Quando depositada no solo, a vinhaça pode promover melhoria em sua fertilidade; todavia, quando usada para este fim, as quantidades não devem ultrapassar sua capacidade de retenção de íons, isto é, as dosagens devem ser mensuradas de acordo com as características de cada solo, uma vez que este possui quantidades desbalanceadas de elementos minerais e orgânicos, podendo ocorrer a lixiviação de vários desses íons, sobretudo do nitrato e do potássio (Borges et al., 2007).

Diante disso, há necessidade de buscar formas viáveis de detecção e avaliação de contaminações no solo geradas pela disposição inadequada de vinhaça. Os métodos de prospecção geoeletricos apresentam-se como uma importante ferramenta de investigação indireta da subsuperfície, não

destrutiva e de baixo custo quando comparada com as técnicas diretas de investigação.

Diante deste contexto, o objetivo deste trabalho é desenvolver método de monitoramento indireto do solo através do valor da condutividade elétrica de forma a servir como indicador de saturação devido à aplicação de vinhaça.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Química do IFG – Campus Goiânia (GO). A vinhaça utilizada no experimento foi coletada na Destilaria Nova União (DENUSA) – Inhumas (GO), e a amostra de solo utilizada foi de LATOSSOLO VERMELHO quartzarênico, coletada na região central de Goiânia (GO). A análise físico-química da amostra de solo foi realizada no Laboratório SOLO CRIA – Laboratório Agropecuário – Goiânia (GO). Os parâmetros analisados foram: potássio (K), fósforo (P), Cálcio (Ca), enxofre (S), sódio (Na), zinco (Zn), ferro (Fe), magnésio (Mg), manganês (Mn), cobre (Cu), capacidade de troca catiônica (CTC), matéria orgânica (M.O.), pH e textura do solo (teores de argila, silte e areia).

Partes do solo coletado foram identificadas e separadas para o experimento de bancada. Uma parcela foi separada para os testes com aplicação de vinhaça e a outra parcela para os testes com aplicação de água ultrapurificada, para comparações.

As parcelas de solo foram transferidas para pratos de relógio e secadas em estufa a 105°C por 24 horas e em seguida, após o esfriamento das parcelas, a umidade inicial do solo foi mensurada com a utilização de Determinador de Umidade MARTE ID50.

Após esses procedimentos, a parcela de solo, separada para os testes com aplicação de vinhaça, foi pesada e transferida para uma célula de carga de PVC de 75 mm de diâmetro interno e 0,12 m de altura, com quatro hastes de cobre de 0,017 m de comprimento inseridas em suas bordas, para a aplicação do método de prospecção geoeletrico (**Figura 1**). O espaçamento entre as hastes de cobre foi de 0,048 m.

O arranjo de Wenner consiste de quatro eletrodos inseridos no solo e espaçados igualmente. Dois eletrodos injetam determinada corrente no solo. Com a passagem da corrente elétrica no solo resulta numa diferença de potencial, que é medida por outros dois eletrodos nas vizinhanças dos eletrodos de corrente (EMBRAPA, 2009).

Após a montagem do arranjo de Wenner na célula de carga, diferentes percentuais de vinhaça em relação ao peso total do solo, presente na célula

de carga, foram aplicados enquanto um terrômetro digital EM-4055 mensurou os valores de condutividade elétrica.



**Figura 1** – Célula de carga e terrômetro digital utilizados no experimento de bancada.

A cada aplicação de 5% de vinhaça, esperava-se dez minutos, para a próxima aplicação de 5%. Assim, a aplicação de vinhaça foi realizada até que o valor de condutividade elétrica registrado no terrômetro permanecesse constante. O mesmo procedimento foi realizado com água ultrapurificada para comparações.

A análise físico-química da parcela de solo saturada com vinhaça também foi realizada com avaliação dos mesmos parâmetros quando da coleta da amostra.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que a condutividade elétrica do solo elevou-se conforme o aumento da aplicação de vinhaça. O mesmo foi observado com aplicação de água ultrapurificada. Porém os valores de condutividade elétrica do solo com a aplicação de vinhaça foram significativamente maiores quando comparados com os valores obtidos quando da aplicação de água ultrapurificada (**Figura 2**).

Os valores de condutividade elétrica do solo com aplicação dos percentuais de vinhaça variaram de 6,280 a 72,498 mS m<sup>-1</sup>, enquanto que os valores com aplicação dos percentuais de água ultrapurificada variaram de 0,378 a 1,450 mS m<sup>-1</sup>. A curva de regressão linear obtida da correlação dos valores de condutividade elétrica com os percentuais de vinhaça apresentou valor de R<sup>2</sup> de 0,97 (**Figura 3**). A umidade do solo depois de secado na estufa e antes dos testes foi de 0,5%. Com esse valor de umidade o terrômetro não registrou o valor da condutividade elétrica, o mesmo ocorreu com a aplicações de 5% de vinhaça ou



água ultrapurificada, mas pela equação da curva é possível saber o valor da condutividade com esses percentuais.

Através da análise desses resultados, percebe-se que a vinhaça tem maior potencial de influenciar na condutividade elétrica do solo do que a água. A **figura 2** mostra que o solo saturou com 50% de vinhaça, ou seja, quando o solo teve 50% de vinhaça a condutividade elétrica se manteve constante. Com relação a aplicação de água ultrapurificada, a saturação foi de 45%.

O maior potencial da vinhaça, em comparação a água, na capacidade de aumentar a condutividade elétrica do solo, foi devido a sua composição química que modificou as características químicas do solo, conforme mostra a **tabela 1**. A análise físico-química do solo com vinhaça foi realizada quando o teor de vinhaça no solo foi de 50%, no final dos experimentos.

**Tabela 1** – Análise físico-química da amostra de solo seca e depois de saturada com vinhaça.

Parâmetro	Amostra de solo seca	Amostra de solo saturada com vinhaça
Ca	1,5	1,7
Mg	0,5	0,7
K	19	750
P	0,5	0,5
S	7,9	52,2
Na	4,0	10,0
Zn	1,8	8,4
Cu	2,1	3,7
Fe	36	247
Mn	8,2	140
M.O	18	19
Areia	500	570
Silte	100	90
Argila	400	340
pH	5,2	5,2
CTC	4,37	6,64

É possível observar na **tabela 1** que a concentração de alguns metais como K, Na, Zn, Cu, Fe e Mn, tiveram seus teores elevados no solo depois da aplicação de vinhaça. Esses metais, juntamente com a água e outros elementos que participam na formação de sais, compõem a solução eletrolítica do solo, que é responsável pela condução de eletricidade. Portanto, o aumento da concentração desses elementos aumenta a habilidade do solo em conduzir eletricidade.

A textura, estrutura e arranjo das partículas do solo também contribuem para facilitar ou limitar a passagem de corrente elétrica (Gimenez, 2013).

Mas a **tabela 1** mostra que a textura (teores de areia silte e argila) do solo antes e depois da aplicação de vinhaça permaneceu praticamente a mesma. Assim, os testes mostraram que a alteração química do solo foi a responsável pela influência na condutividade elétrica do solo. É possível observar também que a M.O teve pouca variação com aplicação de vinhaça, mas isto ocorreu devido a sua estabilização no solo, quando a amostra de solo com vinhaça foi armazenada, fazendo com que o pH retornasse ao seu valor inicial. Houve aumento também da CTC do solo depois da aplicação de vinhaça, aumentando assim a capacidade do solo em liberar nutrientes.

## CONCLUSÕES

O método geoeletrico adotado nesse experimento mostrou-se adequado para detecção de vinhaça no solo. A curva de correlação entre os percentuais de vinhaça e os valores de condutividade elétrica teve regressão do tipo linear, indicando que quanto maior a quantidade de vinhaça no solo maior a condutividade elétrica. Com relação à saturação do solo com vinhaça, esta ocorreu quando o conteúdo de vinhaça foi a metade do conteúdo de solo, ou seja, 50% de vinhaça.

## REFERÊNCIAS

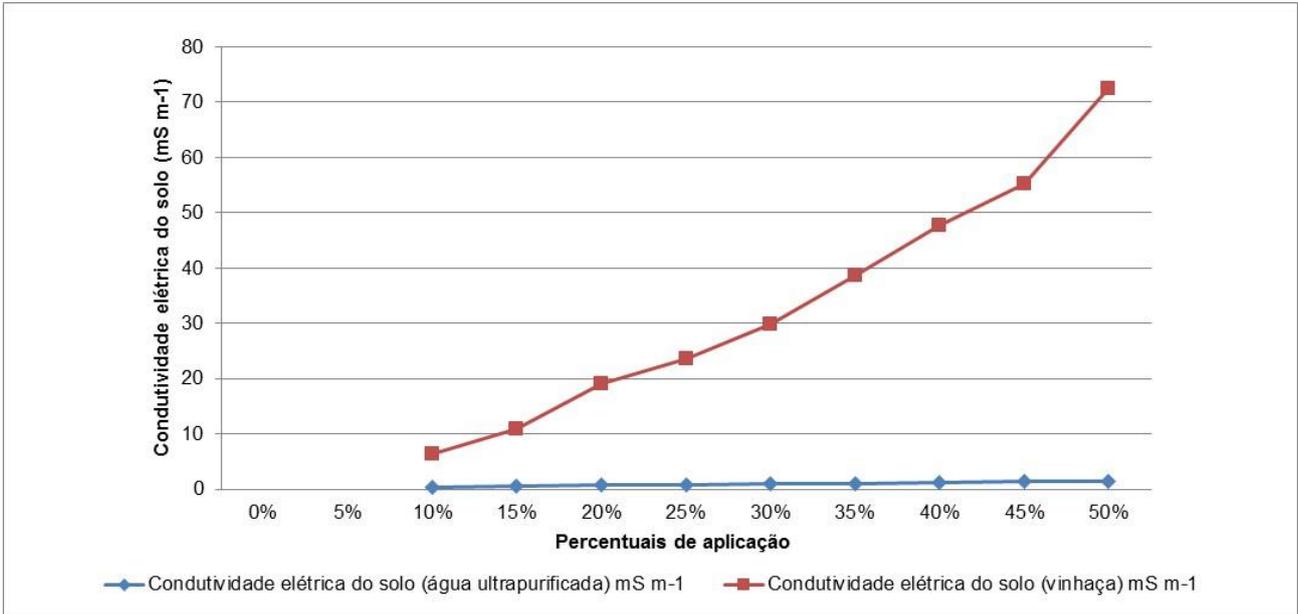
BORGES, L. C.; SILVA, M. A. S. S.; GRIEBELER, N. P. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.11, n.1, p.108–114, 2007.

EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Condutividade elétrica do solo, tópicos e equipamentos. Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos, SP, 2009.

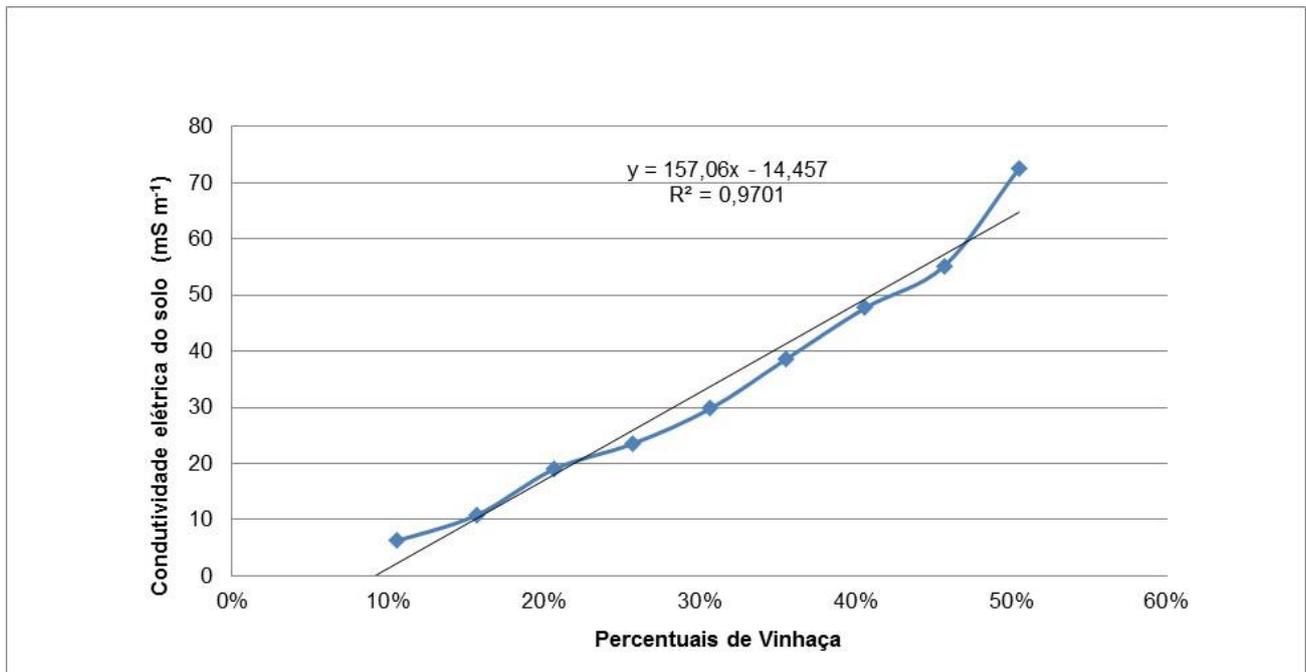
GIMENEZ, L. M. Relação da condutividade elétrica aparente com algumas propriedades físico-hídricas e com a variabilidade espacial dos solos. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz. Universidade de São Paulo (USP). 121 p. 2013.

HASSUDA, S. Impactos da infiltração da vinhaça de cana no Aquífero Bauru. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo (USP). 92 p.1989.

LUDOVICE, M. T. F. Estudo do efeito poluente da vinhaça infiltrada em canal condutor de terra sobre lençol freático. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). 143 p. 1997.



**Figura 2** – Correlação entre os valores de condutividade elétrica do solo e os percentuais de aplicação de vinhaça e água ultrapurificada.



**Figura 3** – Curva de correlação entre os valores de condutividade elétrica do solo e os percentuais de aplicação de vinhaça.