



# EFEITO DE DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO NA RESISTIVIDADE ELÉTRICA DE LATOSSOLOS

Carlos Tadeu Carvalho do Nascimento (\*), Universidade de Brasília, Brazil.  
Iêda de Carvalho Mendes, Embrapa Cerrados, Brazil.  
Layra Emily Rodrigues Dias, Universidade de Brasília, Brazil.

Copyright 2011, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 12<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 15-18, 2011.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 12<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

## Abstract

In this work, DC electrical resistivity measurements were used for to evaluate agricultural areas where no-tillage and conventional management systems have been established for 20 years. The study area is located at Distrito Federal, in the central region of Brazil. It was observed that conventional system area is less resistive than no-tillage system area. This result can be related to the fact that management systems influenced soil micro and macro aggregates distribution, what is related with permeability. Conventional system causes disruption of soil macro aggregates, increasing soil porosity and water retention and decreasing permeability and resistivity.

## Introdução

Métodos geofísicos podem ser utilizados no mapeamento geológico e na prospecção mineral, bem como na identificação e monitoramento de parâmetros ambientais. No estudo de solos alguns métodos geofísicos podem ser utilizados para medição da umidade e da salinidade e também como ferramentas auxiliares na caracterização de solos. Os solos brasileiros, dentre eles os latossolos, costumam ser caracterizados por meio de análises químicas, físicas e mineralógicas, entretanto a variação das suas propriedades dificulta a espacialização dos resultados destas análises. A geofísica permite obter estimativas sobre as condições do solo, de maneira rápida, não invasiva e em áreas relativamente grandes, encontrando aplicação, por exemplo, na cartografia de solos.

O objetivo deste trabalho foi verificar se duas áreas agrícolas submetidas a diferentes tipos de manejo poderiam ser diferenciadas por meio de medidas de resistividade elétrica e quais aspectos decorrentes destes manejos seriam os responsáveis pela diferenciação entre as áreas. O local do estudo situa-se na região central do Brasil, no Distrito Federal, entre as cidades de Sobradinho e Planaltina e é gerenciado pela Embrapa Cerrados, unidade regional da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

## Método

A resistividade elétrica, expressa em unidade de resistência elétrica multiplicada por unidade de comprimento (Ohm.m), é uma propriedade física de cada substância, tendo sido medida e tabelada para vários materiais. Um material homogêneo e isotrópico vai sempre exibir o mesmo valor de resistividade elétrica, conhecido como a resistividade verdadeira do material. No entanto, as rochas e principalmente os solos são meios de grande variação lateral e vertical de características físicas e químicas, as quais se refletem nas determinações da resistividade.

O método elétrico de corrente de corrente contínua tem sido utilizado em trabalhos de cartografia de solos na região Centro Oeste do Brasil, caracterizada, entre outros fatores, pela existência de duas estações climáticas bem definidas durante o ano, uma chuvosa e outra seca. Nascimento *et al.* (2003) observaram que existe diferença no padrão de variação da resistividade aparente de solos arenosos e argilosos em função do conteúdo de umidade, e deste modo concluíram que é possível diferenciar solos argilosos, (menos resistivos) de solos arenosos (mais resistivos) em qualquer condição de umidade. Nascimento *et al.* (2004), trabalhando com solos sob vegetação nativa, no Distrito Federal, observaram que solos argilosos são aproximadamente duas vezes mais radioativos (radiação gama) que solos arenosos e que nestes mesmos solos argilosos, os valores de resistividade são aproximadamente a metade daqueles obtidos em solos arenosos. Nascimento *et al.* (2008), trabalhando em solos de áreas agrícolas, também na região do Distrito Federal, observaram que a adição de fertilizantes tende a aumentar os níveis naturais de radiação gama e a reduzir os valores de resistividade elétrica.

Trabalho semelhante aos desenvolvidos no Distrito Federal foi executado por Becegato e Ferreira (2005). Estes autores, trabalhando com solos derivados de rochas basálticas, no Estado do Paraná, e empregando gamaespectrometria, medições de resistividade e também de susceptibilidade magnética demonstraram como estes métodos geofísicos podem ser utilizados no mapeamento sistemático de solos.

No método elétrico de corrente contínua, trabalha-se com dois eletrodos de corrente (A e B) e dois eletrodos de potencial (M e N), os quatro fixados na superfície do terreno (Figura 1). Através dos eletrodos A e B aplica-se

uma diferença de potencial  $e$ , como resultado desta diferença, uma corrente elétrica contínua começa a percorrer o terreno. O valor da corrente é medido e registrado. Utilizando os eletrodos M e N, mede-se uma diferença de potencial que se estabelece no terreno e que está associada à passagem da corrente. Deve-se notar que o solo já possui um potencial elétrico natural, o qual deve ser subtraído da medição feita com os eletrodos M e N.

Conhecendo-se a corrente que percorre o subsolo, a geometria da disposição dos eletrodos e o potencial medido entre os eletrodos M e N, pode-se calcular um valor de resistividade elétrica, que, por estar sendo medido em um meio heterogêneo e anisotrópico, e por ser função do arranjo de eletrodos, é dita aparente (Orellana, 1972; Telford *et al.* 1990).

Existem diferentes maneiras de dispor os eletrodos uns em relação aos outros, bem como de transportá-los sobre o terreno a ser estudado. Um dos arranjos mais comuns é aquele idealizado pelo norte-americano Frank Wenner, em 1915, e que leva o seu nome. Este arranjo caracteriza-se pela disposição equidistante dos eletrodos de potencial e de corrente, segundo uma linha reta. Habitualmente, os eletrodos A e B situam-se nos extremos do arranjo, enquanto M e N situam-se próximo ao centro (Koefoed, 1979; Orellana, 1972; Van Nostrand e Cook, 1966).

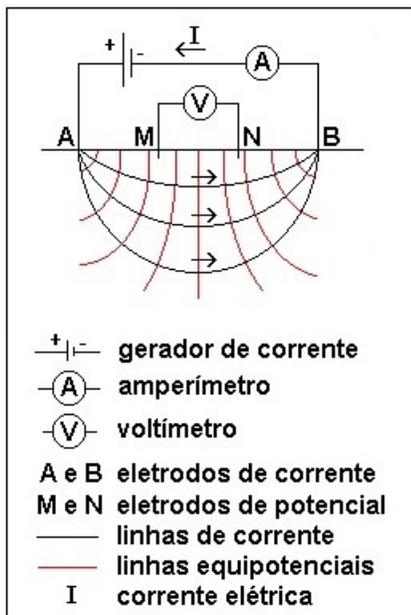


Figura 1 - Distribuição habitual dos eletrodos no método elétrico de corrente contínua.

O arranjo de Wenner é normalmente utilizado para a perfilagem elétrica horizontal, que é a determinação da variação lateral da resistividade, a uma profundidade constante. Na perfilagem, também conhecida como caminhamento elétrico, os quatro eletrodos são deslocados em grupo sobre o terreno, de forma a obter um conjunto de medidas regularmente distribuídas ao longo de uma dada direção. Quando são executadas

várias linhas de medidas em uma dada área, os resultados podem ser apresentados na forma de mapas. A profundidade de investigação é proporcional ao espaçamento entre eletrodos.

Admite-se que quanto maior o espaçamento entre os eletrodos, maior a profundidade alcançada. Em pesquisas geológicas ou hidrogeológicas, este espaçamento pode variar desde alguns metros até vários quilômetros (Fetter, 1994; Telford *et al.* 1990). Em pesquisas relacionadas com caracterização de solos, o espaçamento entre os eletrodos pode ser de poucos centímetros.

### Área de estudo

O estudo foi realizado na Embrapa Cerrados, localizada no Distrito Federal entre as cidades de Sobradinho e Planaltina (Figura 2). As determinações de resistividade elétrica foram feitas numa área experimental onde desde 1992 o sistema de Plantio Convencional (PC), comumente praticado na região do Cerrado (uma aração e duas gradagens, sem o uso de culturas de cobertura na entressafra), é comparado ao sistema de plantio direto (PD) ambos sob uma rotação soja/milho. A área foi desmatada em 1978 e cultivada durante oito anos com culturas anuais sob preparo de solo convencional. De 1986 até a instalação do experimento em 1992 ela foi deixada em pousio sendo que anualmente as gramíneas (vegetação predominante nas duas áreas) eram manejadas pelo uso de roçadeiras.

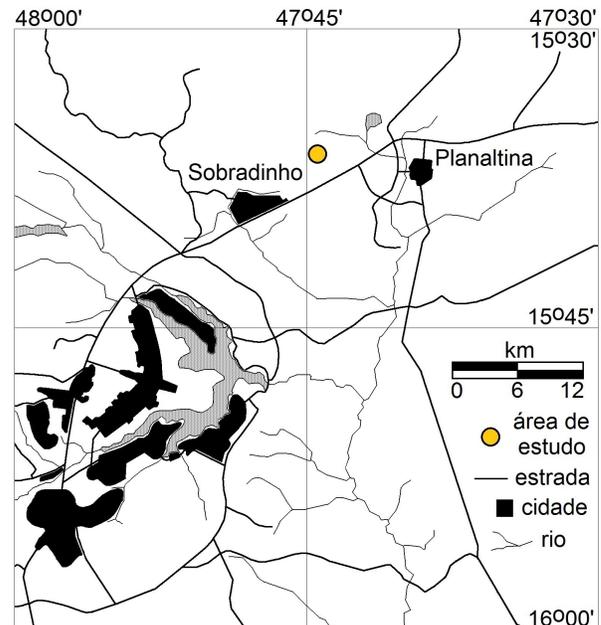


Figura 2 - Localização da área de estudo.

A área do experimento é constituída por duas parcelas medindo respectivamente 50 x 300 metros e 25 x 300 metros, distantes 75 metros uma da outra e com o comprimento maior posicionado na direção sudeste-noroeste (Figura 3). O solo desta área foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo argiloso, o clima local

é Tropical Estacional (Aw), conforme classificação de Köppen, e o terreno onde se posicionam as parcelas apresenta suave inclinação para nordeste.

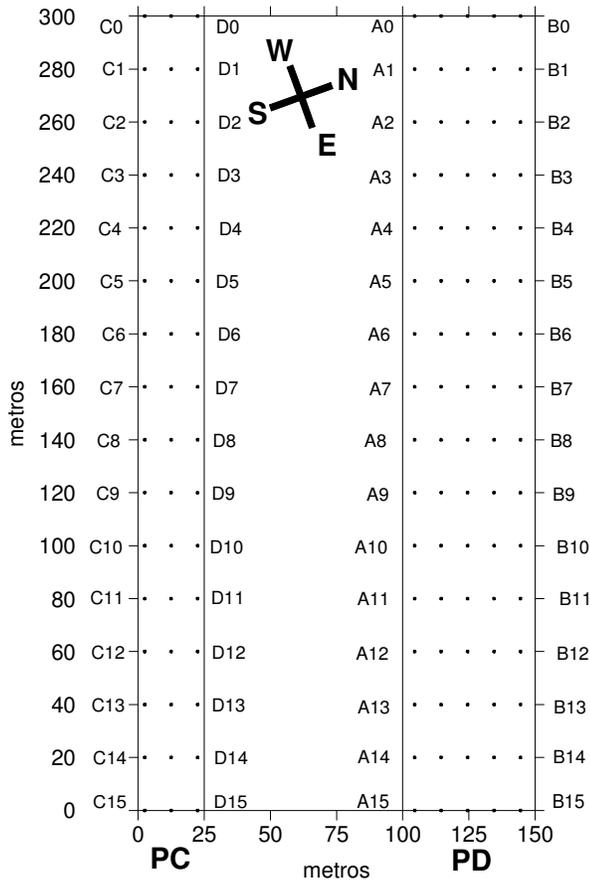


Figura 3 - Geometria das parcelas e localização das medidas de resistividade na área de estudo.

A parcela menor está sob plantio em sistema convencional de preparo do solo (PC), enquanto que a parcela maior está sob plantio direto (PD). A principal diferença no manejo relaciona-se com o grau de revolvimento do solo, frequente na área com plantio convencional e ausente na área submetida a plantio direto.

Nos dias 09, 10 e 12 do mês de novembro de 2010 foram feitas medidas de resistividade elétrica no local de estudo. Utilizou-se um resistivímetro modelo Geopulse, fabricado por Campus Geophysical Instruments, Inglaterra. O posicionamento dos eletrodos foi feito conforme o arranjo de Wenner. Na parcela maior (PD), foram feitas dezesseis linhas, denominadas A-B, ao longo das quais foram obtidas cinco leituras com o resistivímetro. O espaçamento entre os eletrodos foi de 1 metro e as leituras foram situadas nas posições 4,5m, 14,5m, 24,5m, 34,5m e 44,5m, em cada linha, a partir da borda da parcela (Figura 3). Na parcela menor (PC), foram feitas dezesseis linhas, denominadas C-D, ao longo das quais foram obtidas três leituras. O espaçamento entre os eletrodos foi de 1 metro e as leituras situaram-se nas posições 2,5m, 12,5m e 22,5m, a partir da borda da parcela.

## Resultados

Os resultados possibilitaram diferenciar as duas parcelas em relação à resistividade (Figura 4). A parcela maior, submetida ao plantio direto, apresentou valores entre 60 e 90 Ohm.m. A parcela menor, submetida ao plantio convencional apresentou valores entre 50 e 70 Ohm.m.

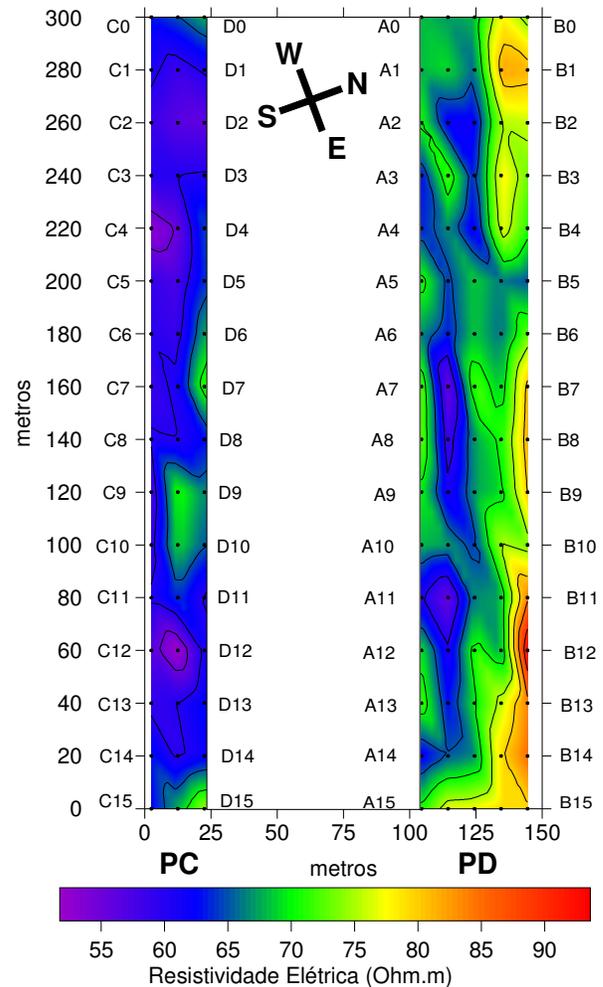


Figura 4 - Levantamento geofísico na área de estudo.

Nas duas parcelas observou-se um padrão de aumento nos valores de resistividade no sentido sudoeste para nordeste. Observou-se também que o maior e o menor valor ocorrem dispostos de forma linear, respectivamente nas linhas A12-B12 e C12-D12. Os maiores valores ocorrem restritos à borda nordeste da parcela maior, enquanto o menor valor, 51 Ohm.m, foi encontrado na linha C12-D12.

Uma hipótese para explicar estes resultados reside na possibilidade de que a utilização de diferentes sistemas de manejo, ao longo de quase vinte anos, tenha levado a acumulação de macroagregados na parcela sob PD e de microagregados na parcela sob PC. Mendes *et al.* (2003) estudaram as propriedades dos agregados de solo e observaram que o percentual de microagregados de solo num solo sob PC era maior que no solo sob PD,

concluindo que o aumento acentuado na quantidade de microagregados (<0,25mm) havia sido consequência da quebra dos macroagregados (>0,25mm) decorrente dos constantes cultivos mecânicos e das características operacionais do arado de discos. Assim, o predomínio de microagregados na área sob PC favorecerá o aumento da porosidade, e a redução da permeabilidade, condições estas que levam a um aumento na retenção de umidade. Já na área sob PD o predomínio de macroagregados causaria uma redução da porosidade e o aumento da permeabilidade, condições que tendem a diminuir a capacidade de reter umidade.

Outra hipótese se relaciona a ocorrência de chuvas durante a execução dos levantamentos geofísicos. Neste período foram registradas precipitações de 3,8 mm no dia 08/11, 0,0 mm no dia 09/11, 2,4 mm no dia 10/11, 0,6 no dia 11/11 e 5,8 mm no dia 12/11. As leituras na parcela PC podem ter sido influenciadas pelas precipitações dos dias 10 e 11/11, uma vez que esta parcela somente foi investigada no dia 12/11.

Não foram coletadas amostras de solo para quantificação da umidade do solo durante a medição da resistividade elétrica e, portanto não pode ser excluída a possibilidade que os menores valores obtidos na parcela PC sejam o efeito de maior umidade no momento da medição. Para checar esta hipótese, seria necessário repetir este experimento durante a época de seca, entre os meses de julho e agosto, não se excluindo neste caso a coleta de amostras para determinação da umidade.

Visando melhor caracterizar o local de estudo, foram coletadas duas amostras de solo, entre 10 e 20 centímetros de profundidade, posicionadas respectivamente nos pontos médios das linhas C12-D12 e A12-B12. No local da amostra CD12 o valor da resistividade foi de aproximadamente 50 Ohm.m enquanto no local da amostra AB12 o valor foi de aproximadamente 70 Ohm.m.

As amostras foram analisadas para determinação de sódio, potássio, magnésio, cálcio, fósforo, micronutrientes disponíveis (boro, cobre, zinco, enxôfre), matéria orgânica e composição granulométrica. Os respectivos procedimentos de análise estão descritos em EMBRAPA (1997). Os resultados estão representados graficamente nas figuras 5, 6, 7 e 8.

Os resultados das análises mostram que as duas parcelas são bastante semelhantes. Em relação aos macro e micronutrientes, existe uma tendência de maiores valores no PC o que se relaciona ao maior revolvimento do solo típico deste sistema de manejo. Não se observou diferença significativa entre os sistemas de manejo em relação aos teores de matéria orgânica.

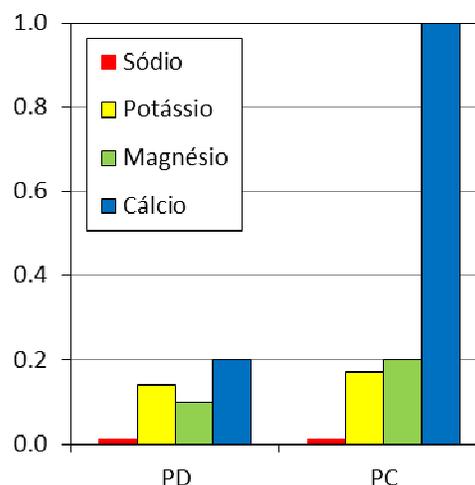


Figura 5 - Nutrientes. Valores em cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>.

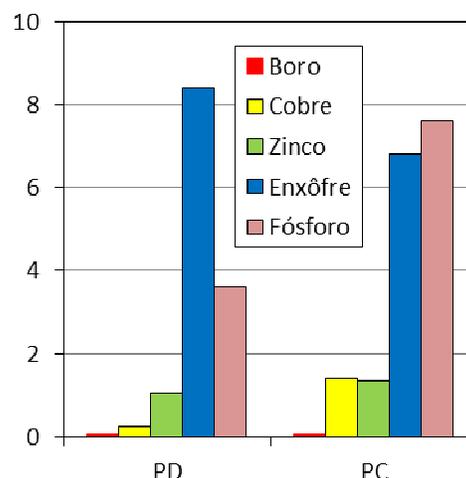


Figura 6 - Micronutrientes e fósforo. Valores em ppm.

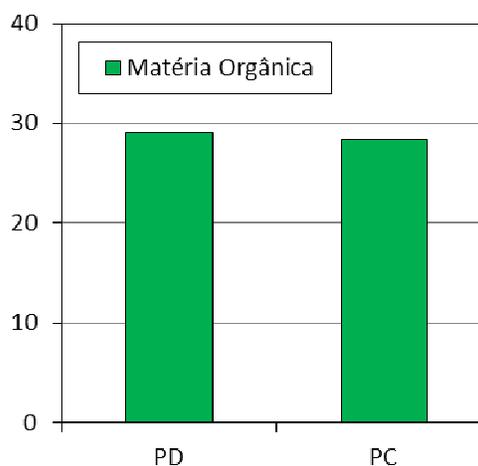


Figura 7 - Matéria orgânica. Valores em %.

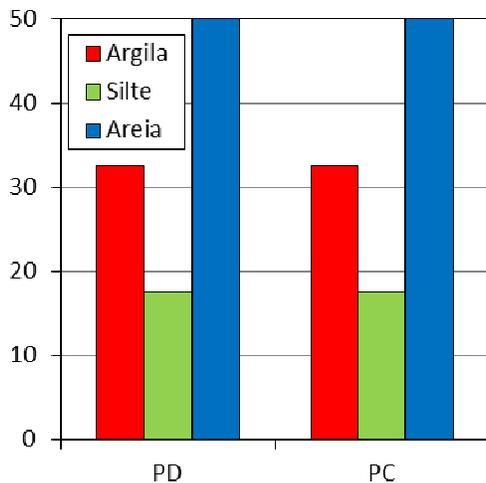


Figura 8 - Composição granulométrica. Valores em %.

Em relação à composição granulométrica, as parcelas são aparentemente idênticas. Este resultado, entretanto pode não corresponder às condições de campo visto que os macroagregados presentes em maior quantidade no solo sob PD, e que tendem a ser destruídos durante a análise granulométrica, são equivalentes em diâmetro à fração areia.

A existência dos macroagregados tem relação direta com o volume de água retido, visto que partículas menores (microagregados) propiciam poros de menores dimensões, os quais favorecem a retenção de umidade. Partículas maiores (macroagregados) se associam com poros maiores, que facilitam o escoamento da água. Deste modo é possível que as condições de manejo durante os últimos vinte anos tenham levado a uma condição na qual a parcela submetida ao PC tenha predomínio de microagregados e possa reter mais umidade nos poros que a parcela submetida ao PD, resultando, portanto que o solo da parcela PD fica mais resistivo que o da parcela PC. Seria necessário fazer determinações da porosidade e da permeabilidade do solo das duas parcelas para confirmar esta hipótese.

### Conclusões

O solo da parcela sob PD apresentou maior resistividade que o da parcela sob PC. O predomínio de microagregados capazes de reter mais umidade nos poros, com conseqüente diminuição da resistividade na parcela sob PC, pode ser uma possível explicação para essa observação. Entretanto, para confirmar esta hipótese será necessário, na continuidade desses estudos, fazer determinações da porosidade e da permeabilidade do solo nas duas parcelas. Não foram coletadas amostras de solo para quantificação da umidade do solo durante a medição da resistividade elétrica e, portanto não pode ser excluída a possibilidade que os menores valores obtidos na parcela PC sejam o efeito de maior umidade no momento da medição, decorrente de precipitação atmosférica. É necessário repetir este levantamento simultaneamente com coleta de

amostras de solo para determinação da umidade no momento da medição para verificar esta possibilidade.

### Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo auxílio financeiro. Ao Laboratório de Geofísica Aplicada da Universidade de Brasília pelo empréstimo do resistímetro. À Embrapa Cerrados, pelo apoio durante a realização do experimento.

### Referências

- Becegado, V. A.; Ferreira, F. J. F. 2005. Gamaespectrometria, resistividade elétrica e susceptibilidade magnética de solos agrícolas no noroeste do Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Geofísica*, 23(4), 371-405.
- Fetter, C. W., 1994, *Applied Hydrogeology*. 3.ed. New York, Macmillan College Publishing Company, 691p.
- Koefoed, O., 1979, *Resistivity Sounding Measurements*. Amsterdam, Elsevier, 276p.
- Mendes, I. C., Souza, L. V., Resck, D. V. S., Gomes, A. C., 2003, Propriedades biológicas em agregados de um latossolo vermelho-escuro sob plantio convencional e direto no cerrado, *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27, 435-443.
- Nascimento, C. T. C., Pires, A. C. B., Moraes, R. A. V., 2003, Variação sazonal da resistividade em latossolos, Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica, 8, CD-ROM.
- Nascimento, C. T. C., Pires, A. C. B., Moraes, R. A. V., 2004, Reconhecimento de solos por meio de resistividade elétrica e radiação gama, *Revista Brasileira de Geociências*, 34(3):383-392.
- Nascimento, C. T. C., Ferreira, F. J. F., Andrade, L. R. M., Gaspar, J. C., Pires, A. C. B., 2008, Radiação gama e resistividade elétrica em solo com aplicação de carbonatito e fertilizantes agrícolas no Distrito Federal, *Revista Brasileira de Geofísica*, 26(1):21-29.
- Orellana, E., 1972, *Prospeccion Geoelectrica en Corriente Continua*. Madrid, Paraninfo, 523p.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E., 1990, *Applied Geophysics*. Cambridge, Cambridge University Press, 860p.
- Van Nostrand, R., e Cook, K. L., 1966, *Interpretation of Resistivity Data*; Geological Survey Professional Paper 499. Washington, United States Geological Survey, 310p.