



# XX Congreso Latinoamericano y XVI Congreso Peruano de la Ciencia del Suelo

“EDUCAR para PRESERVAR el suelo y conservar la vida en La Tierra”

Cusco – Perú, del 9 al 15 de Noviembre del 2014  
Centro de Convenciones de la Municipalidad del Cusco

## pH E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA SOLUÇÃO DO SOLO EM DENZEAIS E FLORESTA PRIMÁRIA DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Encinas, O.C.<sup>1</sup>; Teixeira, W.G<sup>2</sup>; Lima, W.A.A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Amazonas – Embrapa Amazônia Ocidental / Solos

<sup>2</sup> Embrapa Solos

<sup>3</sup> Embrapa Amazônia Ocidental

\* Autor para contato: [o\\_cubas@hotmail.com](mailto:o_cubas@hotmail.com) Rua São Pedro, 381<sup>a</sup>, COROADO II, CEP: 69.080-500, Manaus, AM.- Brasil; 55-929306-5553

### RESUMO

O estudo da solução do solo está relacionado ao fato de que as plantas, predominantemente, absorvem os nutrientes que estão na solução do solo, além de fornecer indicadores de fertilidade e do potencial de hidrogênio (pH). Com o objetivo de avaliar a dinâmica do pH e da condutividade elétrica da solução do solo em dendezaís e na floresta primária, foi instalado um experimento no Campo experimental do Rio Urubu (CERU), município de Rio Preto da Eva, Estado do Amazonas, Brasil. A solução do solo (SS) foi coletada intensivamente por meio de um sistema de capsulas de sucção automatizado instalado a 20, 40 e 100 cm de profundidade num dendezal e na floresta primária. No dendezal, na profundidade de 100 cm, o pH da SS diminuiu ao longo do tempo, passando de 4,3 a 3,6 no início e final do estudo, respectivamente. Na floresta primária, a SS nos 20 cm foi mais ácida, diminuindo com a profundidade. A CE da SS nos 20 cm sob floresta primária apresentou valores superiores ao do dendezal. No dendezal, os valores da CE aumentaram em profundidade, superando aos da floresta primária. A CE da SS do dendezal nos 100 cm apresenta um incremento nos meses de maior precipitação (Março, Abril e Maio). O pH da solução do solo no dendezal se torna mais ácido em profundidade e da floresta primária menos ácido. A condutividade elétrica da solução do solo no dendezal aumenta em profundidade e da floresta diminui.

**PALAVRAS CHAVE:** Lixiviação; Dendê; Dinâmica de nutrientes.

## INTRODUÇÃO

O estudo da solução do solo está relacionado ao fato de que as plantas, predominantemente, absorvem os nutrientes que estão presentes na solução do solo, além de fornecer indicadores de fertilidade e do potencial de hidrogênio (pH). De acordo com White e Broadley (2009), o pH da solução do solo influencia a disponibilidade dos cátions e ânions para a absorção radicular. Para Fageria (2000), o pH é uma das propriedades químicas do solo mais importantes na determinação da produção agrícola.

Segundo Hedin et al. (2003), a intensa produção de ácidos orgânicos nos ecossistemas Amazônicos favorece o aumento da acidez da solução do solo. A mesma pode ser atribuída à elevação da concentração de  $H^+$  no meio pelo aumento da decomposição da matéria orgânica, advinda da atividade microbiana com o aumento da umidade do solo no período chuvoso após um período de seca (Alexander, 1977). Em plantios comerciais de laranjeiras, o aumento das doses de fertilizantes via fertirrigação, segundo Souza et al. (2012), acidificaram a solução do solo e aumentaram a sua condutividade elétrica. Em áreas plantadas com Pinus no Cerrado o pH medido na solução do solo apresentou valores muito ácidos (4,4) (Brandão e Lima, 2002).

De acordo com Molin et al. (2005), os sais podem se dissociar em cátions e ânions na solução do solo, alterando sua condução de eletricidade. A condutividade elétrica é usada para medir a quantidade de sais presente em solução do solo. Quanto maior a quantidade de sais presente na solução, maior será o valor de condutividade elétrica obtida. Segundo Viana et al. (2004), os efeitos dos sais sobre as plantas são de natureza osmótica, tóxica ou nutricional. Para Tomé Jr. (1997), Independentemente dos íons presentes na zona radicular, o excesso de sais prejudica o desenvolvimento e produtividade das plantas.

Nas regiões tropicais úmidas, a condutividade elétrica não é um fator que gera preocupação aos produtores rurais, em função da quantidade de sais presente em solução do solo ser pequena, não possuindo capacidade, portanto, de interferir no desenvolvimento dos cultivos. Como a maioria das plantações de dendzeiro na Amazônia encontra-se implantada, em solos de baixa fertilidade natural (Latosolos e Argossolos Amarelos) e reduzidos estoques de P, Ca, K e Mg, torna-se necessário fornecer os nutrientes através de adubações (Viégas e Botelho, 2000). Estas adubações, ocasionam mudanças no pH e nas concentrações dos sais na solução do solo. Segundo Miranda et al. (2006), o monitoramento da solução do solo mostra-se sensível para detectar os efeitos advindos do uso e manejo do solo, constituindo uma técnica adequada para monitorar atividades antrópicas nos diversos ecossistemas. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a dinâmica do pH e da condutividade elétrica da solução do solo em dendezaís e floresta primária.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Campo Experimental do Rio Urubu (CERU), pertencente a Embrapa Amazônia Ocidental, município de Rio Preto da Eva – AM. Cujas coordenadas geográficas são latitude  $2^{\circ}26'49.70''$  S, longitude  $59^{\circ}33'43.50''$  O. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Am, quente úmido, tropical chuvoso com variação anual de temperatura inferior a  $5^{\circ}$  C sem definição de estações verão e inverno. A temperatura média anual varia em torno de  $27^{\circ}$  C, com média de máximas de  $32^{\circ}$  C e mínima de  $21^{\circ}$  C. A média da

umidade relativa do ar é de 85%. A média de insolação total anual é de 1.940 horas. A pluviosidade anual média de 16 anos é de aproximadamente 2.258 mm. O solo no local foi classificado como Latossolo Amarelo distrófico, textura muito argilosa.

A área onde foi instalado o experimento é um dendezal de aproximadamente 2,72 ha. Nesta área foi inicialmente plantada com dendezeiros em março de 1987 após a derrubada da floresta primária. Em 1999 os dendezeiros foram eliminados utilizando herbicidas e tombadas com trator de esteira e deixadas no local. Novos dendezeiros foram plantados no ano 2000, com espaçamentos entre plantas de 9,0 x 9,0 m, na forma de triângulo equilátero, perfazendo um total de 143 plantas ha<sup>-1</sup>. O histórico das adubações a partir de 2009 pode ser observado na Tabela 1.

A solução do solo (SS) foi coletada intensivamente por meio de um sistema automatizado em três locais próximos a dendezeiros de 13 anos de idade. O sistema está formado por um conjunto de extratores de solução do solo conectados a garrafas de 500 ml hermeticamente fechadas que armazenam a solução do solo. Esta por sua vez, foi conectada a uma unidade de controle de vácuo, alimentada com bateria e conectada a um painel solar.

**Tabela 1.** Histórico de adubações da área dendê (A63) CERU.

ANO	PRODUTOS UTILIZADOS NA ADUBAÇÃO					
	Sulfato de Amônio <sup>(1)</sup> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Arad <sup>(2)</sup>	Cloreto de Potássio <sup>(3)</sup> KCl	Sulfato de Magnésio <sup>(4)</sup> MgSO <sub>4</sub>	Boro <sup>(5)</sup>	FTE <sup>(6)</sup>
----- g planta <sup>-1</sup> -----						
2009	2000	3000	1500	700	150	150
2010	1000	2000	1500	1200	200	200
2012	2000	3000	2000	2000	200	200

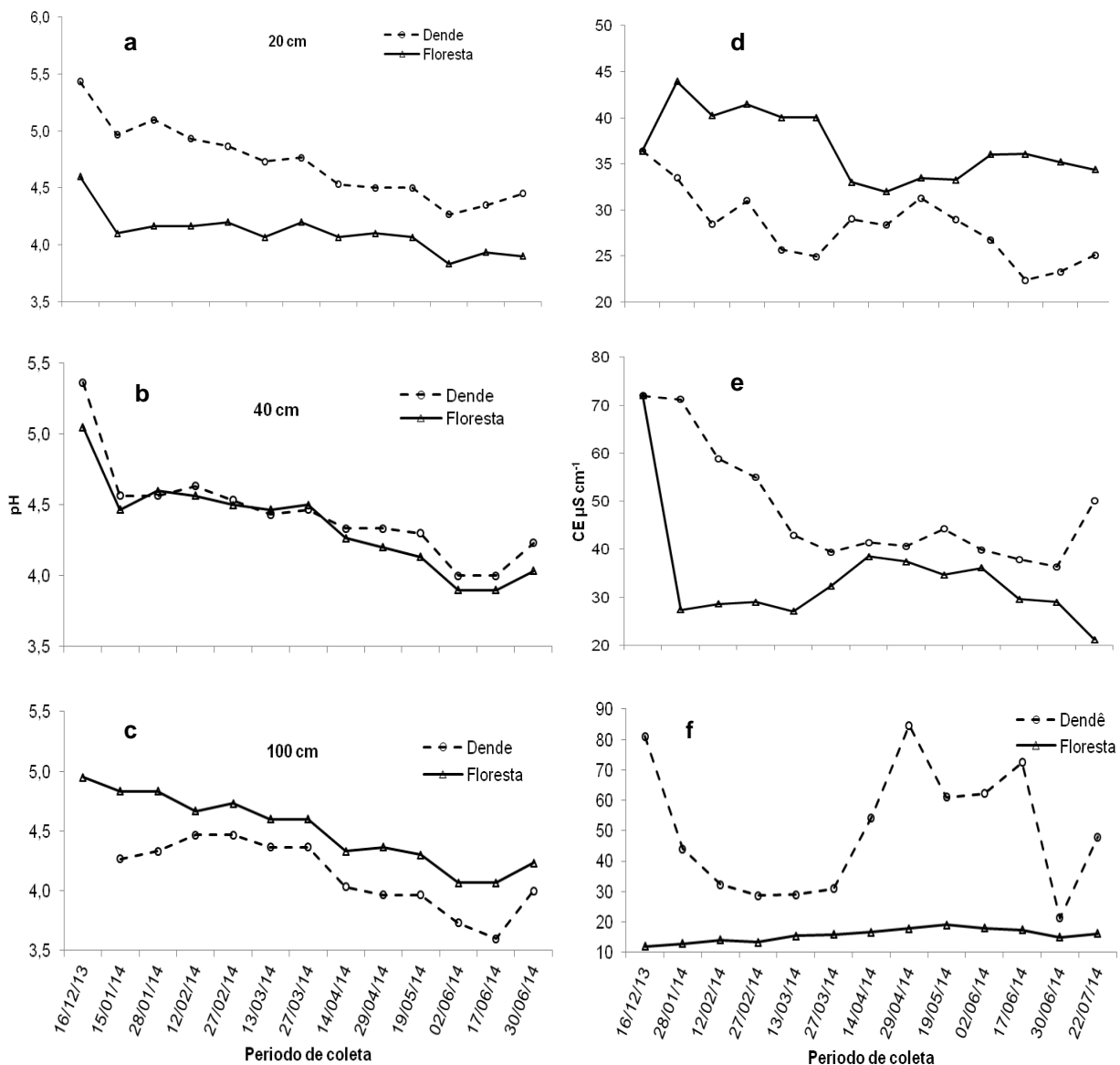
<sup>(1)</sup>(S=22% e 20% de NH<sub>4</sub>), <sup>(2)</sup>(Ca= 37%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>= 33% e S= 1%), <sup>(3)</sup>(K<sub>2</sub>O= 60%), <sup>(4)</sup>(Mg= 9%; S= 11%), <sup>(5)</sup>(B= 10%), <sup>(6)</sup>(S= 3,2%; B= 1,8%; Cu= 0,8%; Mn= 2%; Mo= 0,1% e Zn= 9%).

Os extratores foram instalados de forma simétrica, com espaçamento fixo a ser seguido, ou seja, a 1,5 m do estipe do dendezeiro monitorado e a 1,0 m de distância entre os extratores, na faixa do carregador, em três profundidades: 20, 40 e 100 cm. Cada dendezeiro é considerado uma parcela, totalizando três repetições. O mesmo sistema automatizado e esquema de coleta da SS foi instalado em uma área de floresta primária que fica a 200 m do dendezal, sendo que os pontos de amostragem foram realizados aleatoriamente próxima a três árvores maiores do que 25 m de altura.

As amostras da SS foram coletadas em tubos falcon de 50 ml e guardadas em isopor contendo gelo para serem analisadas num prazo menor de 12 horas. O procedimento de amostragem foi realizado a cada 15 dias. A cada amostragem as garrafas foram limpas com água deionizada e fechadas novamente para a próxima coleta. Este procedimento foi realizado durante oito meses. Antes de serem analisadas, as amostras foram retiradas do isopor com gelo até atingir a temperatura do ambiente (25 °C). As análises de pH e condutividade elétrica (CE) foram realizadas utilizando um aparelho portátil Thermo scientific Orion 4 Star. O aparelho é ligado 30 minutos antes das análises de pH e CE para estabilização. A calibração do pHmetro foi realizada com solução tampão (pH: 4,0 ± 0,01/25° C e 7,0 ± 0,01/25° C). A calibração do condutivímetro foi realizada com solução padrão (1413 µS cm<sup>-1</sup>) ajustada à temperatura da amostra, que era a mesma do ambiente. Após as leituras de pH e CE de cada amostra, os eletrodos foram lavados com água deionizada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação temporal do pH da solução do solo e o seu comportamento nas três camadas das duas áreas em estudo são, apresentados na Figura 1. Nela observa-se uma diminuição temporal do pH nas duas áreas em estudo, assim como nas três profundidades avaliada, tornando a solução do solo ainda mais ácida. A diminuição temporal foi mais acentuada no dendezal, principalmente na camada de 100 cm, onde o pH da solução do solo passou de 4,3 a 3,6 no início e final do estudo, respectivamente (Figura 1c). Estes resultados concordam com os encontrados por Miranda et al. (2006), em Cafezais sob Latossolo Vermelho Amarelo, onde camadas mais profundas (100 cm) são mais ácidas.



**Figura 1.** Variação quinzenal do pH e da condutividade elétrica (CE) da solução do solo em dendezais e floresta primária no período de dezembro de 2013 a Junho de 2014, em três profundidades.

A maior acidez da solução do solo em profundidade no dendezal, provavelmente esteja relacionada com o aumento da concentração eletrolítica, evidenciado pela maior condutividade elétrica (Figura 1f), ocasionada pela lixiviação de ácidos orgânicos oriundos da decomposição da matéria orgânica da camada mais superficial (20 cm). Na Figura 1a, observa-se que o pH da solução do solo na camada de 20 cm no dendezal é a menos ácida, fato relacionado

provavelmente a última adubação realizada em 2012 (Tabela 1). Entretanto, Miranda et al. (2006), mencionam que outros fatores, tais como; composição iônica da solução, decomposição da matéria orgânica, retirada de CO<sub>2</sub> e força iônica da solução influenciam o pH da solução de solo.

Em contraste com o dendezal, na floresta primária, observa-se que a solução do solo foi mais ácida na camada mais superficial (20 cm), diminuindo com a profundidade (Figura 1a), devido provavelmente aos maiores teores de matéria orgânica produto da serrapilheira encontrados nos primeiros centímetros do solo sob floresta primária (Luizão, 1989), ocasionando uma intensa produção de ácidos orgânicos nos ecossistemas Amazônicos, que favorecem o aumento da acidez da solução do solo (Hedin et al., 2003).

Lilienfein et al. (2000), afirmam que essa maior acidez da solução do solo ocorre também em áreas plantadas com Pinos (*Pinus carebaea*), devido à biomassa (serrapilheira) produzida por esta cultura, que em seu processo de decomposição, produz compostos orgânicos mais ácidos. Este fato, provavelmente não aconteça no dendezal, devido à perda de parte da biomassa (cachos) usada na produção de óleo, assim como da perda da matéria orgânica produto da retirada da floresta primária para implantar o dendezal.

A condutividade elétrica da solução do solo variou de acordo com o uso do solo (Figuras 1d,e,f). Na camada superficial (20 cm), a solução do solo sob floresta primária apresentou valores superiores de CE ao do dendezal. Este fato foi corroborado por Miranda et al. (2006), quando comparou solo sob mata natural com pastagem. Entretanto, nas camadas de 40 e 100 cm de profundidade na área de floresta primária, os valores da CE foram diminuindo (Figura 1e,f). No dendezal, o efeito é contrário, pois os valores da CE vão aumentando em profundidade e tornando-se superiores aos da floresta primária (Figura 1d,e,f), evidenciando a movimentação de elementos químicos.

A CE da solução do solo do dendezal na camada dos 100 cm apresenta uma grande variação ao longo do período de estudo (Figura 1f). Os valores compreendidos entre Março e Maio de 2014, mostram um incremento em comparação com o período compreendido entre Dezembro/2013 e Fevereiro/2014. Esse incremento coincide com os meses de maior precipitação no local (Março, Abril e Maio), o que poderia haver ocasionado uma maior lixiviação e redução da concentração eletrolítica como discutido anteriormente. Esse fato demonstra que as perdas por lixiviação de nutrientes podem ser elevadas nos períodos de alta precipitação e que, mesmo em solos adubados como o dendezal, podem ocorrer deficiências em algumas épocas do ano. Estes estudos serão complementados com análises dos nutrientes que estão na solução do solo.

## CONCLUSÕES

1. O pH da solução do solo no dendezal apresentou valores menores em profundidade quando comparados com os valores da floresta primária.
2. A condutividade elétrica da solução do solo no dendezal apresenta maiores valores com a profundidade e o inverso ocorre na área de floresta primária.
3. Há uma redução dos valores da condutividade elétrica da solução do solo no período de maior precipitação.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Embrapa Amazônia Ocidental / Solos pela logística e infraestrutura concedida e à CAPES pela concessão da bolsa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, M. *Introduction to soil microbiology*. New York, John Wiley, 1977. 472p.
- Brandão, S.L.; Lima, S. 2002. pH e condutividade elétrica em solução do solo, em áreas de Pinos e Cerrado na Chapada, em Uberlândia ((MG). *Caminhos da Geografia*, UFU. v. 3 n. 6, p. 46-56.
- Fageria, N.K. 2000. Resposta de arroz de terras altas à correção de acidez em solos de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, n.11, p. 2303-2307.
- Hedin, L.O.; Vitousek, P.M.; Matson, P.A. 2003. Nutrient losses over four million years of tropical forest development. *Ecology*, v. 84, n. 9, p. 2231-2255.
- Lilienfein, J.; Wilcke, W.; Ayarab, M.A.; Vilelac, L.; Limad, S.C.; Zech, W. 2000. Soil Acidification in *Pinus Caribaea* Forests on Brazilian Savanna Oxisols. *Forest Ecology and Management*, Bayreuther v. 128, p. 145-157.
- Luizão, F.J. 1989. Litter production and mineral element input to the forest floor in a central Amazonian forest. *Geojournal*, v.19, p.407-417,
- Miranda, J.; Marciano, L. da C.; Ruiz, H.A.; Einloft, R. 2006. Composição química da solução de solo sob diferentes coberturas vegetais e análise de carbono orgânico solúvel no deflúvio de pequenos cursos de água. *Revista Brasileira da Ciência do Solo*. v.30, p. 633-647.
- Molin, J.P.; Gimenez, L.M; Pauletti, V.; Schmidhalter, U.; Hammer, J. 2005. Mensuração da condutividade elétrica do solo por indução e sua correlação com fatores de produção. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.25, n.2, p. 420-426.
- Souza, T.R.; Bôas, R.L.V.; Quaggio, J.A.; Salomão, C.S.; Foratto, L.C. 2012. Dinâmica de nutrientes na solução do solo em pomar fertirrigado de citros. *Revista de Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.47, n.6, p.846-854.
- Tomé JR, J. B. *Manual para interpretação de análise de solo*. Curitiba: Editora Guaíba Agropecuária, 1997. 247 p
- Viana, S.B.A.; Fernandes, P.D.; Gheyi, H.R.; Soares, F.A.L.; Carneiro, P.T. 2004. Índices morfofisiológicos e de produção de alface sob estresse salino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.8, p. 23-30
- Viégas, I. de J.M.; Botelho, S.M. Nutrição e adubação do dendzeiro. In: Viégas, I. de J.M; Muller, A.A. Ed.I, *A cultura do dendzeiro na Amazônia brasileira*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental; Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. Cap. 11, p. 229-273.
- White, P.J. and Broadley, M.R. 2009. Biofortification of crops with seven mineral elements often lacking in human diets – iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine. *New Phytol*. 182, 49–84.