

## **PROPRIEDADES ELETROQUÍMICAS DE SOLOS ELETRONEGATIVOS INFLUENCIADAS PELA ADIÇÃO DE BIOCARVÃO**

LÚCIA HELENA GARÓFALO CHAVES<sup>1\*</sup>, JACQUELINE DA SILVA MENDES<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dra.em Agronomia, Profa.Titular DEAg, UFCG, Campina Grande-PB, [lhgarofalo@hotmail.com](mailto:lhgarofalo@hotmail.com)

<sup>2</sup>Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, [jacqueline.mendes@gmail.com](mailto:jacqueline.mendes@gmail.com)

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016  
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

**RESUMO:** Argissolo, Latossolo e Neossolo com caráter eletronegativo foram utilizados para estudos de propriedades eletroquímicas, diante da adição de biocarvão, proveniente de cama de galinha. Amostras dos solos foram incubadas por 100 dias com diferentes tratamentos. Após este período, as amostras de solos foram secas, peneiradas, analisadas em relação ao  $pH_{H_2O}$  e  $pH_{KCl}$ . Com os valores dos pHs, foram calculados os valores do ponto de carga zero (PCZ), das cargas elétricas e do potencial elétrico superficial ( $\Psi_0$ ). A adição de biocarvão nos solos, devido sua alcalinidade, aumentou os valores de pH, provocou diminuição das cargas negativas e do potencial elétrico superficial, aumentando os valores de PCZ. Os valores do PCZ se correlacionaram de forma positiva a 1% de probabilidade com os valores de matéria orgânica (MO) e do biocarvão aplicados em todos os três solos e de forma negativa a 5 % de probabilidade com os valores de  $\Delta pH$  e  $\Psi_0$  somente no Latossolo e Argissolo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Carga líquida, atributos eletroquímicos, matéria orgânica.

### **ELECTROCHEMICAL PROPERTIES OF ELECTRONEGATIVES SOILS INFLUENCED BY THE ADDITION OF BIOCHAR**

**ABSTRACT:** Ultisol, Oxisol and Entisol with electronegative character were used for studies of electrochemical properties, before the addition of poultry litter biochars. Soil samples were incubated for 100 days with different treatments. After this period, the soil samples were dried, sieved, analyzed for  $pH_{H_2O}$  and  $pH_{KCl}$ . With the values of pHs were calculated the values of the point of zero charge (PZC) of electric charges and the surface electric potential ( $\Psi_0$ ). The addition of biochar in soils, due to their alkalinity, increased pH, decreased the negative charge and the surface electric potential, increasing PCZ values. The values of PCZ correlated positively to 1% probability with the values of organic matter (OM) and biochar applied to all three soils and negatively to 5% probability with  $\Delta pH$  and  $\Psi_0$  values only in Oxisol and Ultisol.

**KEYWORDS:** Net charge, electrochemical attributes organic matter.

### **INTRODUÇÃO**

As superfícies dos colóides dos solos são carregadas eletricamente, o que significa que essas superfícies têm excesso ou déficit de elétrons (Uehara e Gillman, 1980). Estas cargas são geradas pela adsorção e dessorção de íons determinantes de potencial (Schofield, 1949), principalmente  $H^+$  e  $OH^-$ , e daí diz-se colóides com carga dependente do pH (Zhang et al., 1991). O estudo das cargas elétricas das partículas coloidais (orgânicas e inorgânicas) é necessário para a compreensão de distintos acontecimentos físico-químicos que ocorrem nos solos, pois a maioria das reações eletroquímicas influencia a fertilidade (Kononova, 1984), a nutrição de plantas podendo interferir em fenômenos relacionados ao seu manejo e conservação que ocorrem na superfície dessas partículas (Siqueira, 1985; Sposito, 1989b; Fontes et al., 2001).

Conforme a composição mineralógica dos solos pode apresentar, simultaneamente, cargas elétricas positivas e negativas. O ponto de carga zero (PCZ) corresponde ao valor de pH do solo no qual o balanço entre as cargas negativas e positivas é nulo (Garcia et al., 2003). A comparação entre o

pH do solo e o PCZ permite definir se a carga superficial líquida das partículas é negativa ( $\text{pH} > \text{PCZ}$ ), positiva ( $\text{pH} < \text{PCZ}$ ) ou nula ( $\text{pH} = \text{PCZ}$ ) (Appel et al., 2003). O PCZ é, portanto, é uma característica eletroquímica de grande importância em solos com predomínio de cargas dependentes de pH, afetando propriedades como floculação, dispersão, troca catiônica e disponibilidade de nutrientes, dentre outras. (Fontes et al., 2001; Fontes e Alleoni, 2006; Appel et al., 2003). Também é possível, através do valor do PCZ, determinar o potencial da dupla camada elétrica pela equação simplificada de Nernst (Uehara e Gillman, 1980)

Os solos altamente intemperizados, com predominância de minerais de carga variável, constituem um grupo de solos distinto com propriedades eletroquímicas semelhantes e cuja capacidade de troca de cátions depende, principalmente, da matéria orgânica do solo. Por isto, a adição de matéria orgânica a um sistema em equilíbrio irá promover alterações nas cargas em razão de fatores diretos e indiretos.

Biocarvão, produto rico em carbono, produzido pela lenta pirólise termo-química de biomassa tem sido aplicado no solo como um condicionador, melhorando as suas propriedades físicas, químicas (Lehmann et al., 2006), além das biológicas (Gundale e DeLuca, 2006). Oguntude et al. (2004) observaram aumento no nível de pH e nos teores dos cátions trocáveis em solos com a aplicação de biocarvão, entretanto, Topoliantz et al. (2005) notaram diminuição no nível de pH.

Considerando o exposto e o fato que são escassas as informações a esse respeito, ou seja, se o comportamento do biocarvão no solo é semelhante ao da matéria orgânica, objetivou-se com este trabalho avaliar o PCZ, as cargas elétricas e o potencial elétrico superficial de alguns solos do Estado da Paraíba em função da aplicação de biocarvão.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande. Para os ensaios, amostras de Argissolo, Latossolo e Neossolo, coletadas nos municípios Campina Grande, Areia e Lagoa Seca, respectivamente, do Estado da Paraíba, foram analisadas conforme a metodologia da Embrapa (1997) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Caracterização química das amostras de solos usadas neste experimento e classificação textural das mesmas

Atributos químicos	Argissolo	Latossolo	Neossolo
Cálcio ( $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ )	2,02	2,09	0,78
Magnésio ( $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ )	1,46	1,60	1,19
Sódio ( $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ )	0,09	0,09	0,08
Potássio ( $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ )	0,14	0,07	0,14
Soma das bases ( $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ )	3,71	3,85	2,19
Hidrogênio ( $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ )	6,36	11,97	2,72
Alumínio ( $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ )	0,40	0,40	0,20
CTC ( $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ) <sup>1</sup>	10,07	16,22	5,11
Matéria Orgânica ( $\text{g kg}^{-1}$ )	11,90	31,50	9,60
Fósforo disponível ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	3,20	2,60	11,40
pH H <sub>2</sub> O (1:2.5)	5,12	5,14	5,30
V (%) <sup>2</sup>	36,84	23,74	42,85
Classe textural	Franco arenoso	Franco Arg. arenoso	Areia franca

<sup>1</sup>= capacidade de troca catiônica; <sup>2</sup>= porcentagem de saturação por bases

O biocarvão, produzido de cama de galinha, incubado ao solo para melhorar a fertilidade dos solos, apresenta a seguinte composição: pH (H<sub>2</sub>O) = 10,1; N = 42,31 g kg<sup>-1</sup>; P = 32,56 g kg<sup>-1</sup>; K<sup>+</sup> = 48,56 g kg<sup>-1</sup>; Ca<sup>2+</sup> = 57,75 g kg<sup>-1</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 12,40 g kg<sup>-1</sup>; Na = 14,37 g kg<sup>-1</sup>; Fe = 137 g kg<sup>-1</sup>; Cu = 812 g kg<sup>-1</sup>; Zn = 700 g kg<sup>-1</sup>; Mn = 862 g kg<sup>-1</sup>.

Os tratamentos para o Argissolo e Neossolo consistiram em cinco doses e para o Latossolo seis doses crescentes destes materiais correspondentes ao dobro das quantidades necessárias para elevar a saturação por bases dos solos em torno de 40; 50; 60; 70 e 80% e de 20; 40; 50; 60; 70 e 80%, respectivamente, calculados com base no carbonato de cálcio (PRNT 100%). Isto foi feito porque não é conhecido o PRNT do biocarvão (Tabela 2).

**Tabela 2.** Quantidades de biocarvão aplicadas aos solos para atingir diferentes porcentagens de saturação por bases

Solo	Quantidade do material (g) incorporado ao solo (kg)					
	Porcentagem de saturação por bases (V%)					
	20	40	50	60	70	80
Latossolo	0,0	2,233	3,600	4,967	6,367	7,733
Argissolo		0,0	0,890	1,563	2,240	2,917
Neoossolo		0,0	0,240	0,583	0,920	1,257

Os experimentos de incubação foram realizados para avaliar os efeitos do biocarvão sobre as propriedades químicas dos solos. Para isto foram colocados em vasos plásticos (unidades experimentais) trezentos gramas de cada amostra de solo misturados com esse material, de acordo com os tratamentos. Em seguida estas misturas foram umedecidas com água deionizada em torno de 60% da capacidade de campo do solo, mantidas a uma temperatura de 28° C, e pesados a cada cinco dias para manter a umidade constante. Após 100 dias de incubação, as amostras de solo foram secas ao ar e submetidas às análises de pH em H<sub>2</sub>O (1:2,5) e em KCl (1:2,5). Em seguida os valores de PCZ foram calculados através da fórmula  $PCZ = (2 \times pH_{KCl}) - pH_{H_2O}$  (Benites e Mendonça, 1998). Com os valores de pH também foram calculados os valores de ΔpH através da fórmula  $\Delta pH = pH_{KCl} - pH_{H_2O}$ . O valor do potencial elétrico de superfície ( $\Psi_0$ ) expresso em mV, foi calculado utilizando-se a equação de Nernst simplificada por Raij e Peech (1972) da seguinte forma:  $\Psi_0 = 59,1 (PCZ - pH)$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos pHs das amostras dos solos incubadas com biocarvão e os resultados dos cálculos dos atributos eletroquímicos são apresentados na Tabela 3.

Em todas as amostras dos solos, os valores do PCZ encontrados foram inferiores aos do pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub>, resultando em valores negativos de potencial elétrico ( $\Psi_0$ ). O sinal negativo e a magnitude do ΔpH também indicaram que há predominância de cargas negativas nestas amostras de solos. Neste caso a capacidade de troca catiônica (CTC) dos solos supera a capacidade de troca aniônica (CTA) em condições de pH natural.

**Tabela 3.** Atributos eletroquímicos dos solos em função das doses de biocarvão aplicadas aos solos para atingir diferentes porcentagens de saturação por bases

Solo	Porcentagem de saturação por bases (V%)					
	20	40	50	60	70	80
Latossolo						
pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	5,07	4,94	4,99	5,13	5,21	5,29
pH <sub>KCl</sub>	4,16	4,27	4,38	4,46	4,57	4,67
ΔpH	-0,91	-0,67	-0,61	-0,67	-0,64	-0,62
PCZ	3,25	3,60	3,77	3,79	3,92	4,05
$\Psi_0$ (mV)	-107,56	-79,19	-71,51	-78,60	-75,65	-72,69
Argissolo						
pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub>		4,99	5,02	5,12	5,29	5,25
pH <sub>KCl</sub>		4,08	4,15	4,29	4,42	4,53
ΔpH		-0,92	-0,87	-0,83	-0,88	-0,72
PCZ		3,16	3,28	3,46	3,54	3,81
$\Psi_0$ (mV)		-108,15	-102,83	-98,11	-103,42	-84,51
Neoossolo						
pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub>		5,27	4,58	4,76	4,89	4,96
pH <sub>KCl</sub>		4,22	3,95	4,09	4,22	4,34
ΔpH		-1,05	-0,64	-0,68	-0,67	-0,62
PCZ		3,17	3,31	3,41	3,54	3,72
$\Psi_0$ (mV)		-123,52	-75,06	-79,78	-79,19	-73,28

Nos três solos, a magnitude do ΔpH diminuíram em função das doses crescentes de biocarvão, mostrando, com isso, a diminuição da CTC. Da mesma forma, a magnitude do potencial elétrico superficial,  $\Psi_0$ , também diminuiu conforme a aplicação de biocarvão nos solos, e, conseqüentemente,

os valores do PCZ aumentaram (Tabela 4). Esse comportamento foi confirmado pelas correlações entre os valores do PCZ e aqueles do  $\Delta\text{pH}$  e do  $\Psi_0$ , os quais variaram inversamente, de forma significativa no Latossolo e Argissolo (Tabela 4). A correlação entre os valores de PCZ e de CTC, não foi significativa em nenhum dos solos, mas, o sinal negativo, confirma a variação inversa entre estes valores.

**Tabela 4.** Coeficientes de correlação entre PCZ e atributos dos solos estudados

Variáveis	Latossolo	Argissolo	Neossolo
	PCZ	PCZ	PCZ
$\Delta\text{pH}$	-0,888*	-0,889*	-0,719ns
$\Psi_0$	-0,889*	-0,897*	-0,711ns
CTC	-0,373ns	-0,552ns	-0,329ns
MO	0,965**	0,978**	0,995**
Biocarvão	0,975**	0,979**	0,995**

\*, \*\*; ns, significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, e, não significativo, respectivamente.

Os valores do PCZ se correlacionaram de forma positiva a 1% de probabilidade com os valores de matéria orgânica (MO) e do biocarvão aplicados em todos os três solos. Esse comportamento está em desacordo com a literatura, o que salienta que a matéria orgânica e, conseqüentemente, o carbono orgânico, tende a diminuir o valor do PCZ. Conforme Raij e Peech (1972), a diminuição nos valores de PCZ foi atribuída à adsorção de ânions orgânicos na matriz mineral dos solos, o que não ocorre com a aplicação de biocarvão nos solos. Este produto, aplicado ao solo, devido sua alcalinidade, neutraliza a acidez potencial dos solos aumentando o pH dos mesmos e, por isso, diminui a CTC potencial.

A pirólise da cama de frango originando o biocarvão alterou a qualidade dos compostos de carbono presentes no biocarvão; também causou maior estabilidade de carbono neste produto diminuindo a taxa de mineralização do biocarvão quando aplicado ao solo e, conseqüentemente, menos efetivo na geração de cargas no solo, comparativamente com a aplicação de cama de frango. Provavelmente por estas razões não houve aumento no  $\Delta\text{pH}$  e, conseqüentemente, não diminuiu o valor do PCZ.

## CONCLUSÕES

As propriedades eletroquímicas das amostras de Argissolo, Latossolo e Neossolo foram afetadas pela aplicação de biocarvão. Foram observadas reduções na CTC, no  $\Delta\text{pH}$  e no  $\Psi_0$  e elevação do PCZ. Esses efeitos foram de maior magnitude no Neossolo.

## REFERÊNCIAS

- Appel, C.; Ma, L.Q.; Rhue, R.D.; Kennelley, E. Point of zero charge determination in soils and minerals via traditional methods and detection of electroacoustic mobility. *Geoderma*, v. 113, n. 1/2, p. 77-93, 2003.
- Fontes, M.P.F.; Alleoni, L.R.F. Electrochemical attributes and availability of nutrients, toxic elements, and heavy metals in tropical soils. *Scientia Agrícola*, v.63, n.6, p.589-608, 2006.
- Fontes, M.P.F.; Camargo, O.A.; Sposito, G. Eletroquímica das partículas coloidais e sua relação com a mineralogia de solos altamente intemperizados. *Scientia Agrícola*, v.58, p.627-646, 2001.
- Garcia, R.V.; Oliveira, M.L.; Mello, L.W.V.; Primavesi, O. Alteração do caráter eletroquímico de um Latossolo Vermelho-Amarelo do Estado de São Paulo sob diferentes sistemas de manejo. *Unimontes Científica*, v.5, n.1, p.1-15, 2003.
- Gundale, M.J.; De Luca, T.H. Temperature and source material influence ecological attributes of Ponderosa pine and Douglas-fir charcoal. *Forest Ecology and Management*, v.231, p. 86-93, 2006.
- Kononova, M.M. Organic Matter and soil fertility. *Soviet Soil Science*, v.16, p.71-86, 1984.
- Lehmann, J.; Gaunt, J.; Rondon, M. Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems - a review. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, v. 11, n.2, p. 403-427, 2006.
- Oguntunde, P.G.; Fosu, M.; Ajayi, A.E.; Van De Giesen, N.D. Effects of charcoal production on maize yield, chemical properties and texture of soil. *Biology and Fertility Soils*, v.39. p. 295-299, 2004.

- Raij, B. van.; Peech, M. Electrochemical properties of some Oxisols and Alfisols of the tropics. Soil Science Society of American Proceeding, v.36, p.587-593, 1972.
- Siqueira, C. (1985) Eletroquímica de solos tropicais de carga variável: efeitos da matéria orgânica. Tese (Doutorado em Ciências – área de Ciência do Solo) Itaguaí – RJ, UFRRJ, 113 p.
- Sposito, G. Surface reactions in natural aqueous colloidal systems. *Chimia*, v.43, p.169-176, 1989.
- Schofield, R. K. Effect of pH on electric charges carried by clay particles. *J. Soil Science*, v.1, p.1-8, 1949.
- Topoliantz, S.; Pong, J.F.; Ballof, S. Manioc peel and charcoal: a potential organic amendment for sustainable soil fertility in the tropics. *Biology and Fertility Soils*, v.41. p. 15-21, 2005.
- Uehara, G., Gillman, G. Charge characteristics of soils with variable and permanent charge minerals I. Theory. *Soil Sci. Soc. Am. J.* v.44, p.250-252, 1980.
- Zhang, F.S.; Zhang, X.N.; Yu, T.R. Reactions of hydrogen ions with variable charge soils: I. mechanisms of reaction. *Soil Science*, v.151, p.436-443, 1991.