

Alteração do caráter eletroquímico de um latossolo vermelho-
amarelo do Estado de São Paulo sob diferentes sistemas de manejo *

Change in the electrochemical balance of a red-yellow latosol from
São Paulo

Rozane Vieira Garcia **
Milson Lopes de Oliveira **
Jaime Wilson Vargas de Mello ***
Odo Primavesi ****

Resumo: Objetivou-se confirmar a alteração do caráter eletroquímico em camadas profundas de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, sob diferentes sistemas de manejo, e as possíveis causas dessa mudança. O Ponto de Efeito Salino Nulo (PESN) foi determinado em amostras de solo naturais e dessaturadas com HCl 0,1 mol L⁻¹ e nos extratos da dessaturação os cátions extraíveis. Os valores de pH em H₂O e KCl permitiram inferir que está ocorrendo mudança no caráter eletroquímico do solo, nos tratamentos com adubação nitrogenada e calagem. Tais alterações foram comprovadas pelas determinações do PESN e, provavelmente, estão relacionadas à presença de cálcio em profundidade, o qual pode ter sido carregado no perfil por nitratos e substâncias orgânicas, sendo parcialmente retido com maior energia nos colóides em profundidade.

Palavras-chave: PESN, sistema de manejo, dessaturação

Abstract: This article aimed to confirm the electrochemical change at deep layers of one dystrophic Red-yellow Latosol submitted to different tillage, and to identify the possible causes. The PZC was determined in natural soil samples and dessaturated ones with HCl 0,1 mol L⁻¹. The extracts of the desaturation were used for determination of the extractable cations. The pH values in H₂O and KCl allowed to infer that the electric potential has changed in the treatments that received nitrogen fertilization and liming. Such alterations were confirmed by the PZC values, and probably are related to the presence of calcium in depth, which has been mobilized in the profile for nitrate and organic substances, being partially retained with higher energy by the soil colloids in deeper layers.

Key-words: PZC, tillage, desaturation

* Trabalho apresentado no Congresso Latinoamericano de Ciência do Solo.

** Estudante do Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas, DS/UFV; e-mail: rozane@solos.ufv.br

*** Professor Adjunto do Departamento de Solos/UFV; e-mail: jwvmello@mail.ufv.br

**** Pesquisador do Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste – CPPSE/EMBRAPA; e-mail: odo@cppse.embrapa.br

Introdução

O ponto de carga zero é o pH do solo no qual o balanço entre cargas positivas e negativas é nulo. Esta é uma característica eletroquímica de grande importância em solos com predomínio de cargas dependentes de pH, típica de solos altamente intemperizados encontrados em regiões tropicais. O balanço de cargas eletroquímicas interfere diretamente no comportamento das partículas coloidais do solo, afetando propriedades como floculação, dispersão, troca catiônica e disponibilidade de nutrientes, dentre outras.

Uma das maneiras de se estimar o ponto de carga zero de um solo é por intermédio de curvas de titulação potenciométricas de amostras de solo a diferentes concentrações salinas. Tal estimativa tem sido demonstrada do Ponto de Efeito Salino Nulo (PESN), conforme proposição de Alleoni e Camargo (1993).

Vários são os fatores que afetam o PESN, como a natureza e quantidade de argila, teor de matéria orgânica, estado de intemperização do solo e práticas de manejo. A possibilidade de reverter a carga líquida do solo tem sido demonstrada por vários autores, como Raij e Peech (1972) e Uehara e Gillman (1981). Acredita-se que a mudança de potencial eletroquímico do solo esteja diretamente relacionada com práticas de manejo, especialmente a aplicação de adubos e corretivos, os quais, uma vez solubilizados, podem ter seus íons carregados no perfil, com conseqüente acúmulo em camadas mais profundas, onde o efeito da matéria orgânica sobre o balanço de cargas é reduzido.

Em um Latossolo Vermelho-Amarelo do Estado de São Paulo, foram observados maiores valores de pH em CaCl_2 em relação ao pH em H_2O , em camadas mais profundas do perfil do solo, quando submetido a certos tipos de manejo. Tal observação sugere alterações no balanço de cargas. O objetivo deste trabalho foi fazer uma caracterização física e química de parte do perfil do solo dessas áreas, com vistas a confirmar tais alterações e identificar as possíveis causas de mudanças do caráter eletronegativo para eletropositivo.

Material e métodos

Neste trabalho, foram utilizadas amostras de terra de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, com textura média, sob diferentes sistemas de manejo, envolvendo: milho, pastagem (braquiária e tobiatã, sem e com adubação) e mata. A seleção das camadas do perfil amostradas foi feita com base nos valores de pH em água e CaCl_2 obtidos em

análises de rotina ao longo de anos, sendo considerada como representativa do problema a faixa a partir de 1 m de profundidade, na qual foram tomadas sub-amostras a cada 0,2 m.

Para caracterização física foi feita a análise granulométrica e a determinação da argila dispersa em água, reunindo-se amostras das diferentes camadas do solo submetido a um mesmo manejo (EMBRAPA, 1997).

O PESN foi determinado em amostras de solo naturais e dessaturadas com HCl 0,1 mol L⁻¹, por meio de curvas de titulação potenciométrica, com diferentes concentrações de sal neutro. Para a dessaturação, cada amostra foi submetida a 3 extrações sucessivas com 40 mL de HCl 0,1 mol L⁻¹, solução cuja concentração equivale a, aproximadamente, três vezes a soma de cátions do solo, obtida em análises de rotina. Após a centrifugação a 3.500 rpm, recolheu-se o sobrenadante de cada extração para determinação dos cátions extraíveis. Posteriormente, as amostras foram lavadas com água destilada para remoção do excesso do ácido, constatado pela reação negativa do cloreto com algumas gotas de AgNO₃ (Raij, 1973).

Os cátions foram determinados em cada extrato com técnicas de espectrofotometria de absorção atômica para cálcio e magnésio, fotometria de chama para potássio e espectrofotometria do visível para alumínio, pelo método do alaranjado xilenol, conforme EMBRAPA (1982).

Na determinação do PESN, foram utilizados 2 g de TFSA e 10 mL de NaCl nas concentrações de 0,1; 0,01 e 0,001 mol L⁻¹, mantendo-se a relação 1:5 empregada por Raij (1973). Para definição do volume de ácido ou base a ser adicionado às amostras, determinou-se o pH em H₂O e em KCl 1 mol L⁻¹, utilizando uma relação solo: solução de 1:2,5. Foram adicionados às suspensões solo: eletrólito 0,1 mL de NaOH 0,2 mol L⁻¹; 0,1; 0,2 e 0,3 mL de HCl 0,2 mol L⁻¹, quando o solo apresentava caráter eletropositivo (DpH positivo), ou seja, pH em KCl maior do que pH em H₂O. Quando o DpH foi negativo, foram adicionados 0,1 mL de HCl 0,2 mol L⁻¹, 0,1; 0,2 e 0,3 mL de NaOH 0,2 mol L⁻¹. Em ambos os casos, estabeleceu-se um quinto ponto ao qual não foi adicionado ácido ou base. Dessa forma, foram utilizados 5 volumes de ácido e base para cada nível de concentração do sal, totalizando 15 pontos para cada amostra.

O pH das suspensões foi determinado no sobrenadante, após 24 horas de contato, e os valores foram plotados em relação ao nível de ácido ou base, obtendo-se as curvas de titulação para cada amostra. No cruzamento destas curvas, determinou-se o pH correspondente ao PESN, o qual reflete a condição de igualdade de adsorção de íons H^+ e OH^- .

Resultados e discussão

Os resultados obtidos para pH em $KCl\ 1\ mol\ L^{-1}$, pH em H_2O e valores de DpH positivos (Quadro 1) atestam que houve mudança no caráter eletroquímico dos solos adubados e corrigidos em relação à testemunha, representada pela área da mata. Comportamento similar ao da mata foi verificado na área de tobiatã sem adubação, exceto para a camada de 160 a 180 cm, cujo valor de DpH foi positivo. Na área cultivada com braquiária, mesmo sem adubação, verificou-se uma inversão do caráter eletroquímico, a qual pode ser atribuída a práticas de manejo realizadas em épocas passadas, visto que esta encontra-se na área há mais de 20 anos.

Quadro 1- pH em KCl, em água e DpH de amostras de solo em camadas profundas de um Latossolo Vermelho-Amarelo, sob diferentes sistemas de manejo

Profundidade	pH		Δ pH
	KCl	Água	
	Braquiária sem		
100-120	5,14	5,12	0,02
120-140	5,21	5,12	0,09
140-160	5,18	5,07	0,11
	Braquiária com		
100-120	5,47	4,81	0,66
120-140	5,68	4,77	0,91
140-160	5,60	4,70	0,90
160-180	5,68	5,08	0,60
	Tobiatã sem		
100-120	5,18	5,38	-0,20
120-140	5,19	5,49	-0,30
140-160	5,04	5,16	-0,12
160-180	5,02	4,97	0,05
	Tobiatã com		
100-120	5,29	5,66	-0,37
120-140	5,09	4,53	0,56
140-160	5,15	4,48	0,67
160-180	5,24	4,45	0,79
180-200	5,35	4,45	0,90
	Milho		
100-120	4,99	4,54	0,45
120-140	5,02	4,47	0,55
140-160	5,13	4,51	0,62
160-180	5,32	4,49	0,83
180-200	5,41	4,59	0,82
	Mata		
100-120	3,74	4,32	-0,58
120-140	3,78	4,40	-0,62
140-160	3,86	4,23	-0,37
160-180	3,91	4,48	-0,57
180-200	3,94	4,37	-0,43

Sem– sem adubação nitrogenada e calagem; com – com adubação nitrogenada e calagem

Os resultados de PESN para amostras naturais e dessaturadas (Figura 1), mostraram mesma tendência, apresentando maiores valores nas áreas que receberam adubação nitrogenada e calagem (braquiária com adubação, tobiatã e milho). Entretanto, os valores obtidos após a dessaturação foram mais uniformes, mantendo-se mais próximos do PESN

esperado em função dos componentes da fração mineral característica dessa classe de solo, representados pela caulinita e óxidos de Fe e Al. Os menores valores foram obtidos na área sob mata, condição não afetada pelas práticas de manejo.

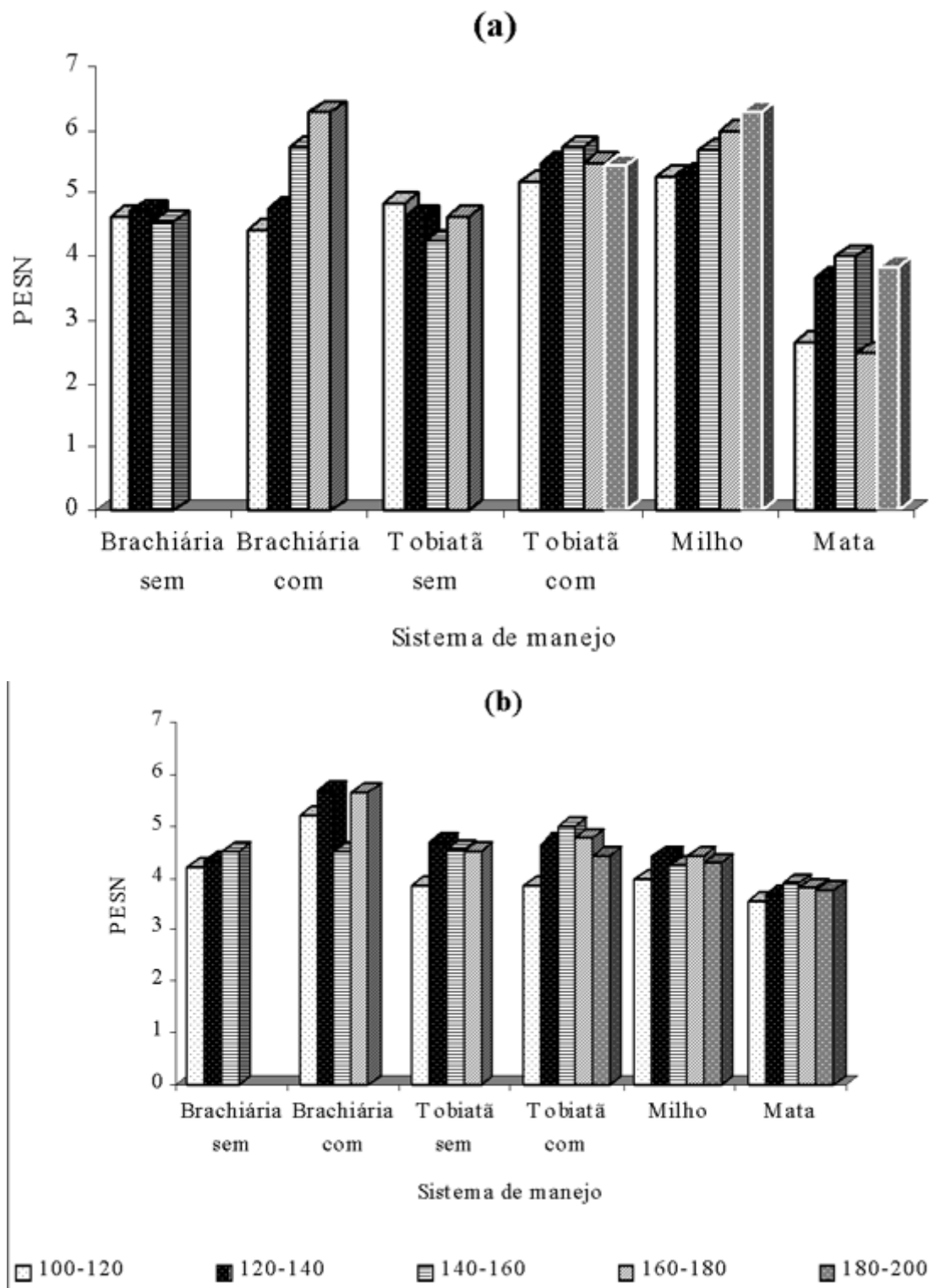


Figura 1 - PESN das amostras de solo, naturais (a) e dessaturadas (b) em camadas profundas de um Latossolo Vermelho –Amarelo sob sistemas de manejo

O Quadro 2 mostra os teores de cálcio, magnésio, potássio e alumínio no solo, extraídos das amostras pelo procedimento de dessaturação com HCl 0,1 mol L⁻¹. Observa-se que as maiores concentrações de cálcio foram detectadas nas áreas de tobiatã e milho que receberam adubação nitrogenada e calagem. Entretanto, a área sob braquiária adubada não apresentou o mesmo comportamento e mostrou valores similares àqueles das áreas sem adubação. Esse resultado pode estar associado ao tipo de fertilizante nitrogenado utilizado, uma vez que esta área recebeu aplicação de sulfato de amônia, enquanto que os outros receberam uréia. Em média, foram removidos 67, 14 e 19% do cálcio total na primeira, segunda e terceira extrações, respectivamente, excetuando-se as amostras da mata. O fato de ter havido uma menor percentagem de retirada do cátion na segunda extração pode estar associado ao fenômeno da adsorção específica, deixando o elemento retido com mais energia, para ser extraído apenas na terceira etapa de dessaturação com HCl.

Os elevados teores de cálcio nas áreas adubadas, comparativamente aos da mata, podem ser oriundos de uma possível adsorção específica deste elemento, o qual é carreado no perfil em associação com nitrato ou ácidos orgânicos provenientes de adubos verdes encontrados na superfície destas áreas (Pavan, 1997; Ziglio, et al., 1997; Lumbanraja e Evangelou, 1991).

Os teores de magnésio encontrados nas áreas adubadas (tobiatã e milho) foram maiores do que os encontrados nas áreas da mata, pastagens sem adubação e braquiária com adubação. Já o potássio apresentou teores baixos em todas as amostras. No que diz respeito a estes cátions, não há nenhuma evidência que possa inferir a ocorrência de adsorção específica, sendo verificada diminuição progressiva do valor removido nas três extrações.

Quadro 2- PESN de amostras naturais e dessaturadas com HCL 0,1 mol L⁻¹ e valores de cátions trocáveis nos extratos de dessaturação, em camadas profundas de um Latossolo Vermelho Amarelo sob diferentes sistemas de manejo

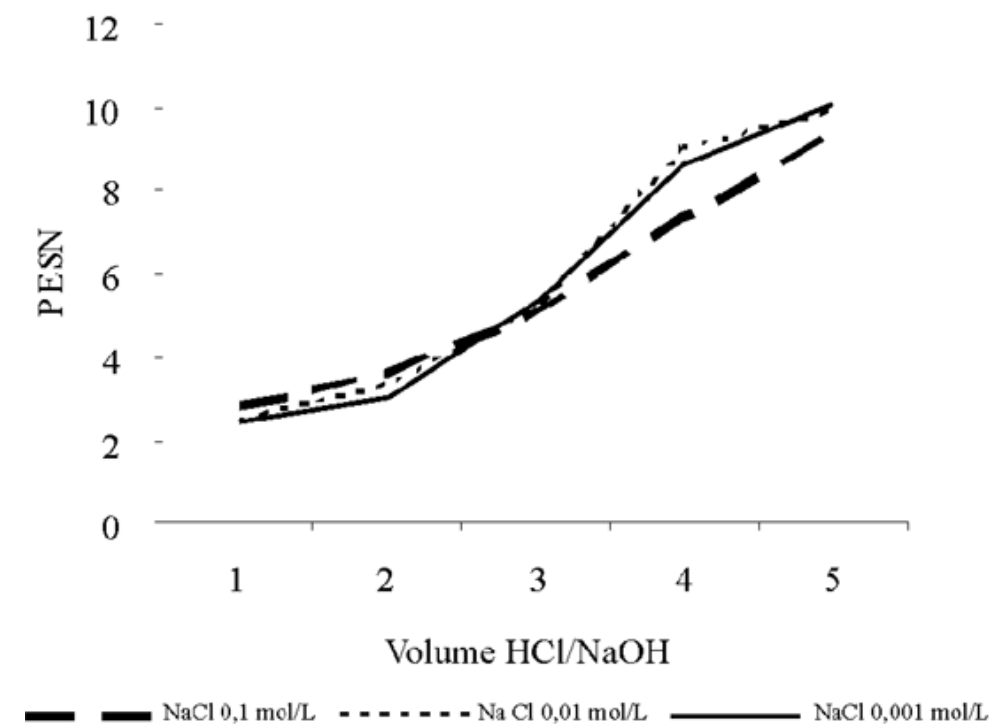
Prof.	PESN		Ca ⁺²			Mg ⁺²			K ⁺			Al ⁺³		
	Nt	Dt	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
mmol _e dm ⁻³														
Braquiária sem														
100-120	4,62	4,22	82,3	27	11,3	731,5	8,0	2,9	5,4	3,5	1,4	0,1	0,9	0,1
120-140	4,71	4,33	63,4	8,8	7,5	361,5	1,7	1,3	3,6	2,2	0,8	0,3	1,1	0,2
140-160	4,57	4,50	17,5	16,8	5,8	106,3	3,5	1,0	4,1	1,4	0,8	0,3	1,5	0,4
Braquiária com														
100-120	4,44	5,22	51,4	17,4	18,6	6,6	4,7	2,4	2,8	1,1	1,1	0,8	1,1	0,0
120-140	4,75	5,70	48,3	17,9	20,6	236,0	7,4	3,7	2,4	1,3	1,3	0,0	1,3	0,0
140-160	5,75	4,50	62,1	20,7	18,2	274,8	7,3	2,7	2,5	1,5	1,2	0,3	0,5	0,1
160-180	6,29	5,66	34,2	8,1	15,2	146,5	3,8	2,3	4,6	2,3	1,6	0,1	0,5	0,3
Tobiatã sem														
100-120	4,86	3,84	101,3	14,3	16,2	8,1	3,5	1,4	3,6	1,4	1,0	0,2	0,7	0,3
120-140	4,62	4,70	60,0	13,4	15,5	8,5	4,4	1,8	2,6	1,2	0,5	0,4	0,6	0,6
140-160	4,25	4,55	42,4	6,4	12,6	6,2	2,8	1,3	3,5	2,0	0,7	0,6	0,6	0,3
160-180	4,62	4,50	35,0	6,2	11,3	6,4	3,5	1,4	3,0	1,6	1,0	0,5	0,6	0,2
Tobiatã com														
100-120	5,20	3,86	435,6	81,7	85,9	247,0	20,9	12,5	2,1	1,7	1,0	0,1	0,0	0,0
120-140	5,50	4,66	165,6	37,8	36,8	120,0	13,8	6,3	2,0	1,2	0,7	0,2	0,4	0,2
140-160	5,75	5,00	137,4	34,8	40,6	258,0	18,8	10,6	1,7	0,7	1	0,5	0,3	0,2
160-180	5,50	4,75	152,6	28,5	35,6	225,6	15,6	8,8	1,6	0,8	0,9	0,1	0,2	0,0
180-200	5,43	4,43	134,6	34,4	41,1	368,4	21,3	12,8	1,8	0,8	0,5	0,1	0,3	0,0
Milho														
100-120	5,29	4,00	155,4	43,6	46,3	187,2	15,6	8,3	7,3	4,7	3,2	0,2	0,3	0,5
120-140	5,33	4,43	124,1	21,7	26,4	238,8	17,0	8,3	2,2	1,0	0,7	0,2	0,2	0,4
140-160	5,71	4,25	164,9	33,7	49,2	205,2	17,8	7,6	5,8	2,4	1,9	0,1	0,2	0,5
160-180	6,00	4,43	154,6	38,9	43,6	225,6	16,3	8,5	2,6	1,8	0,6	0,1	0,3	0,4
180-200	6,29	4,29	144,3	30,9	41,1	130,0	9,3	5,6	6,3	2,9	1,7	0,1	0,6	0,5
Mata														
100-120	2,64	3,55	16,9	0,0	6,4	467,5	3,2	2,0	9,2	3,9	2,2	0,8	0,8	0,4
120-140	3,66	3,69	18,0	0,0	8,8	529	4,7	1,9	2,9	1,7	0,7	0,9	0,6	0,5
140-160	4,00	3,90	15,0	0,0	6,6	36,5	10,1	5,4	4,4	1,3	0,9	0,6	0,5	0,4
160-180	2,50	3,80	10,5	0,0	4,7	74,0	9,1	4,2	2,7	1,0	0,4	0,3	0,7	0,3
180-200	3,83	3,75	32,8	0,0	4,2	452,3	7,1	3,6	2,3	1,0	0,6	0,6	0,7	0,2

Nt – natural ; Dt – dessaturada; I, II e III – teores de cátions extraídos em cada etapa da dessaturação, das amostras com HCl 0,1 mol L⁻¹

Com relação aos teores de alumínio, verificou-se que houve uma distribuição uniforme deste no perfil da mata, bem como em áreas que não foram adubadas ou pouco adubadas, porém, os valores foram baixos. Quanto à remoção deste cátion, a segunda extração foi mais eficiente, isso pode ser atribuído ao fato deste cátion encontrar-se retido com maior força pelos colóides do solo, e também pelas condições de acidez da solução extratora.

Os valores de PESN tenderam a ser menores quando determinados em amostras dessaturadas e maiores para as amostras naturais, principalmente para aqueles sistemas de manejo em que se verificou alteração do caráter eletroquímico. Isto pode ser melhor visualizado nas curvas de titulação (Figuras 2 a 7) e nos dados do quadro 2. Estes resultados constituem mais uma evidência de que o fenômeno de inversão do caráter

eletroquímico observado pode estar associado à adsorção específica de íons, possivelmente o cálcio, nos colóides do solo.



(b)

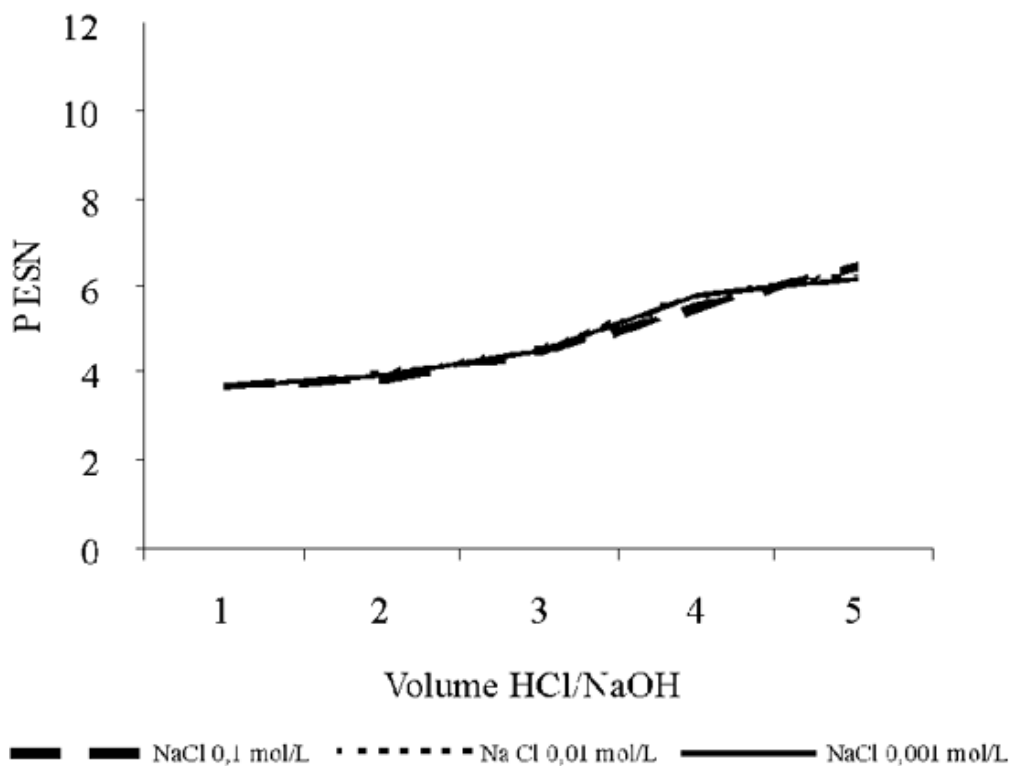


Figura 2. PESN das amostras de solo, naturais(a) e dessaturadas (b) sob cultivo de braquiária sem adubação

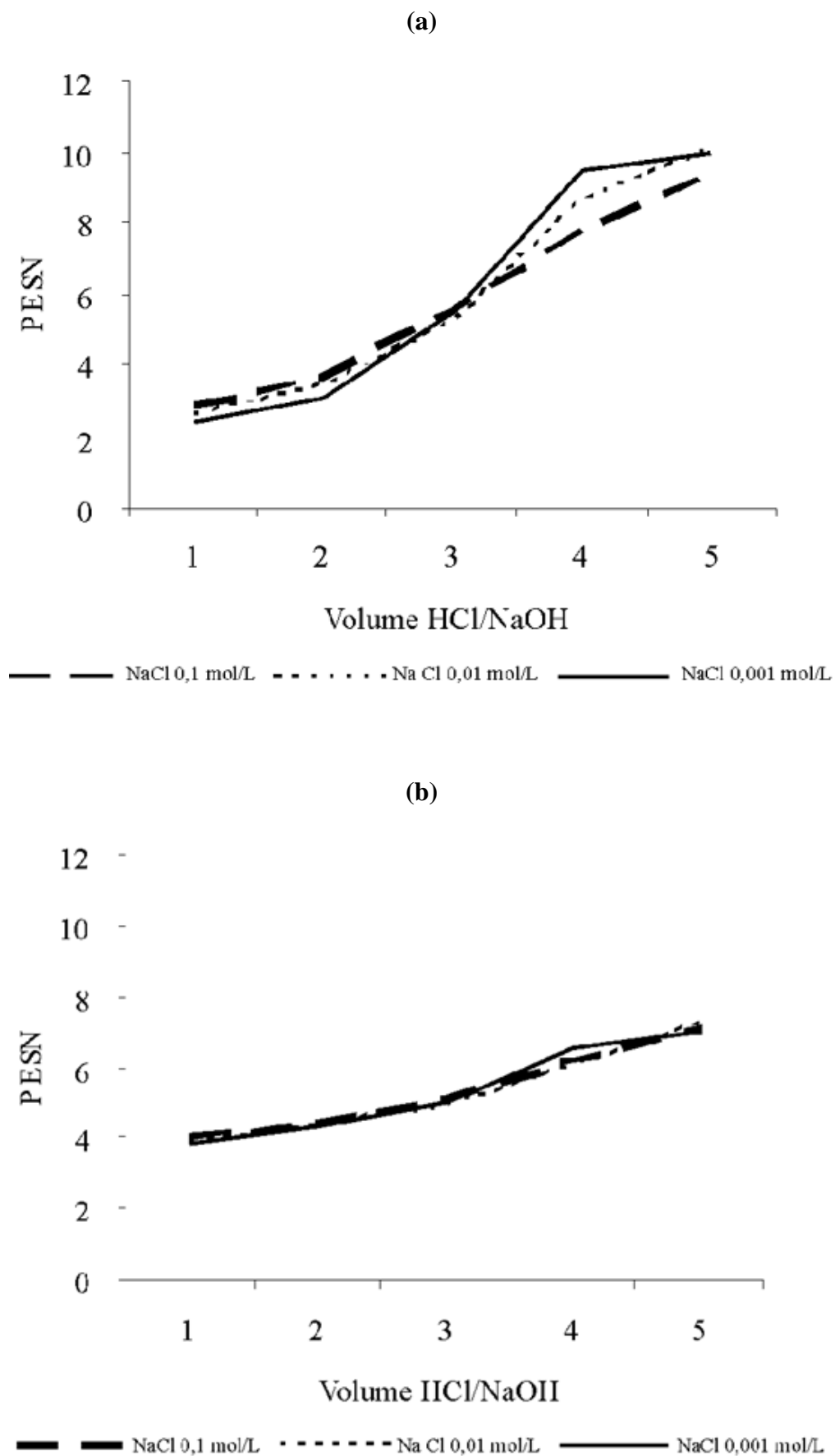


Figura 3. PESN das amostras de solo, naturais(a) e dessaturadas (b) sob cultivo de braquiária com adubação

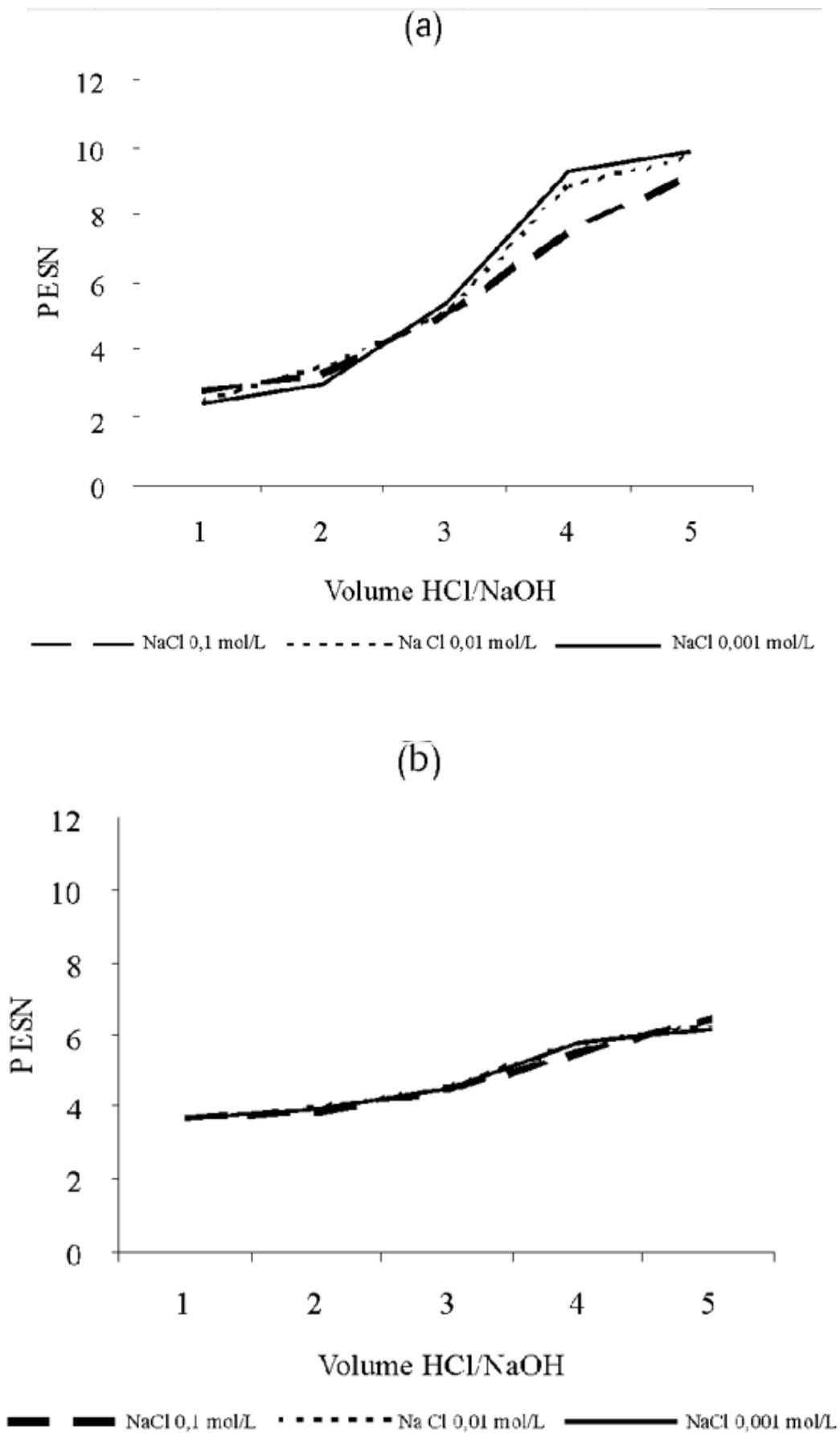


Figura 4. PESN das amostras de solo, naturais(a) e dessaturadas (b) sob cultivo de tobiatã sem adubação

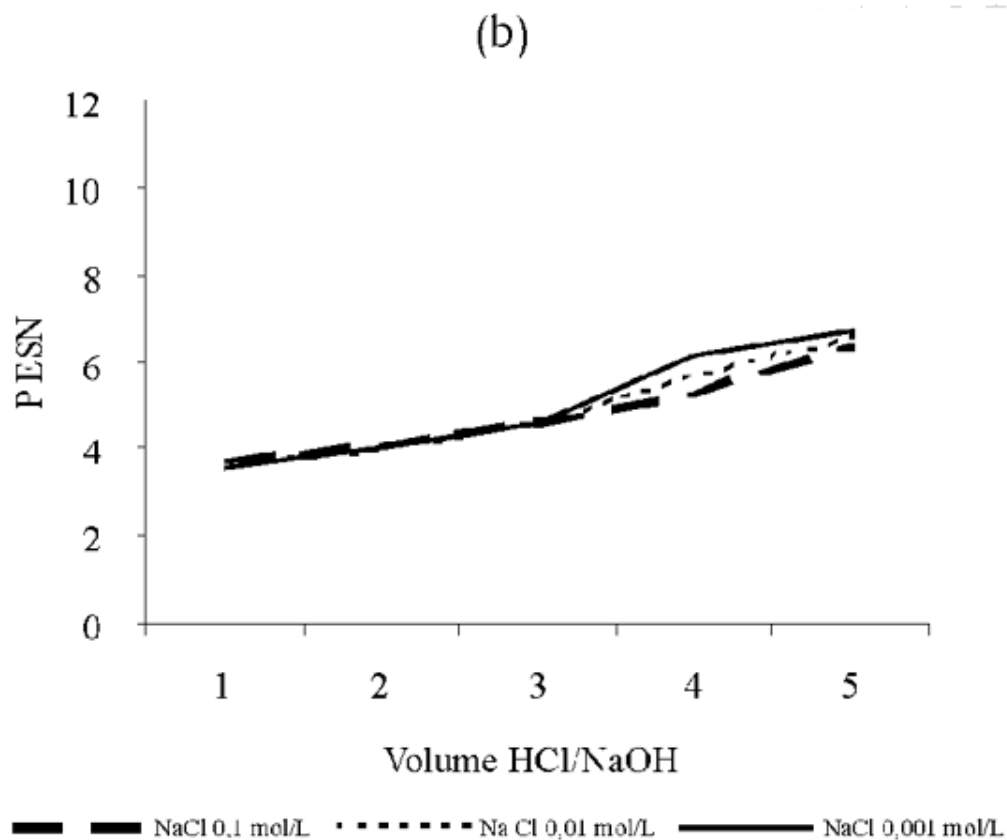
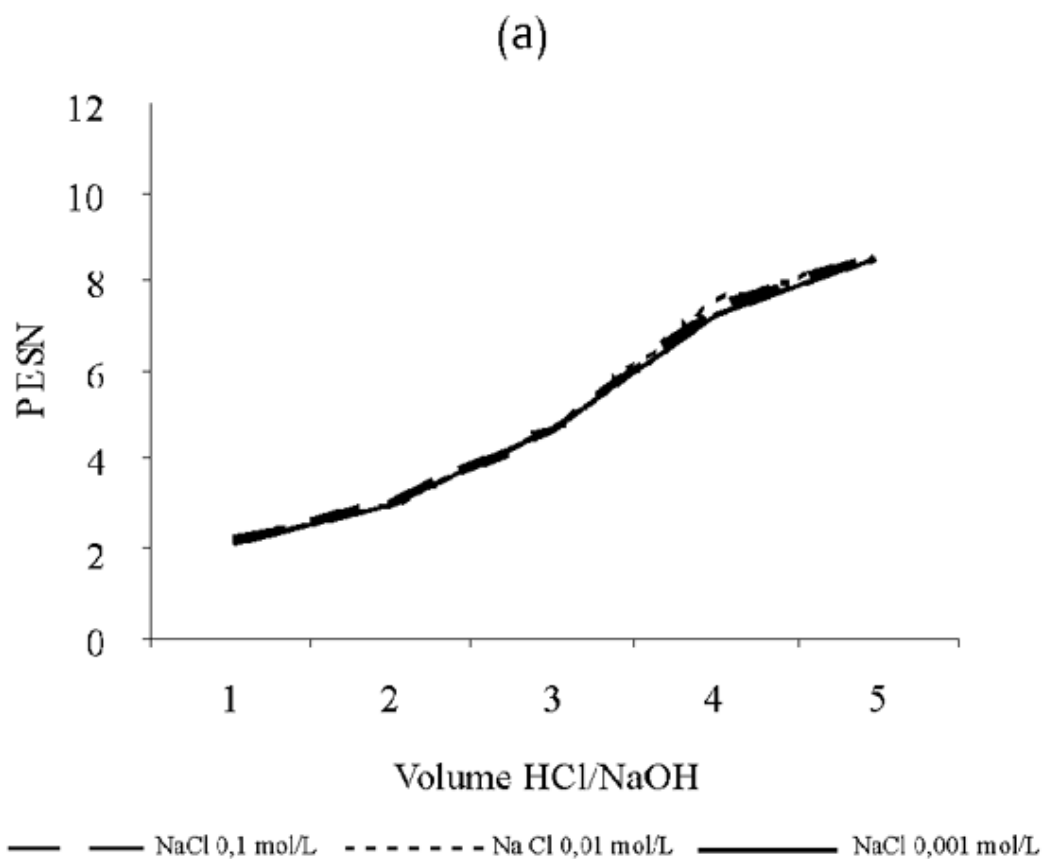


Figura 5. PESN das amostras de solo, naturais(a) e dessaturadas (b) sob cultivo de tobiatã com adubação

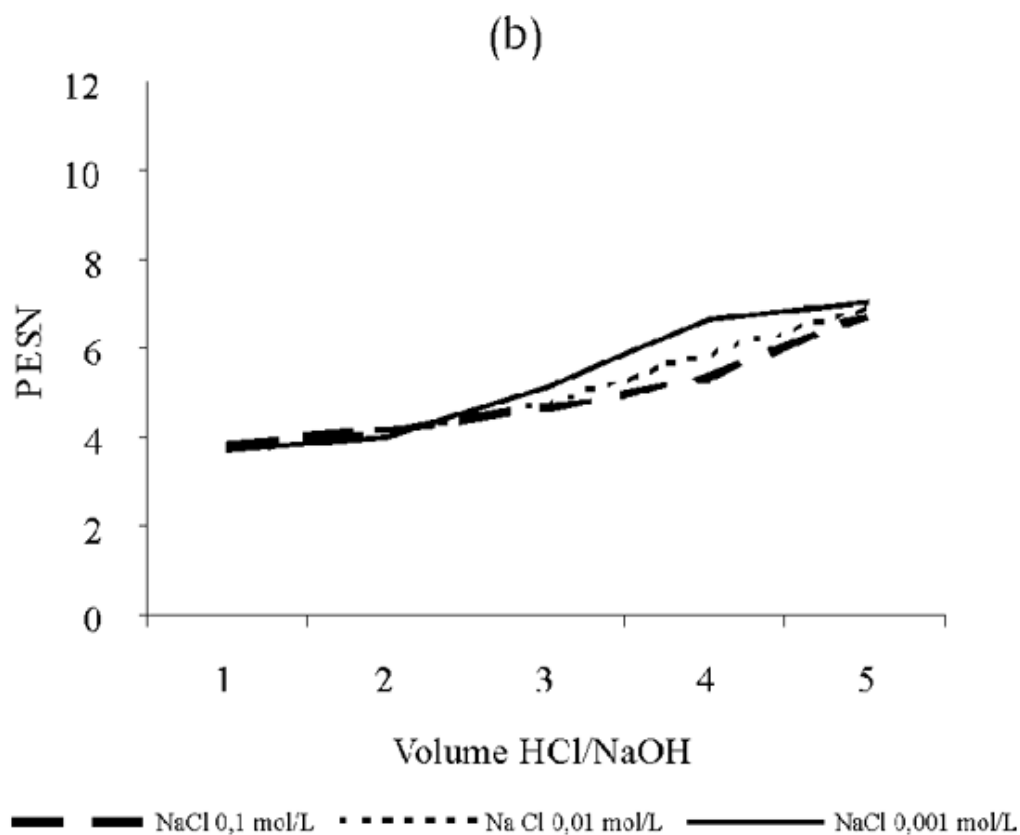
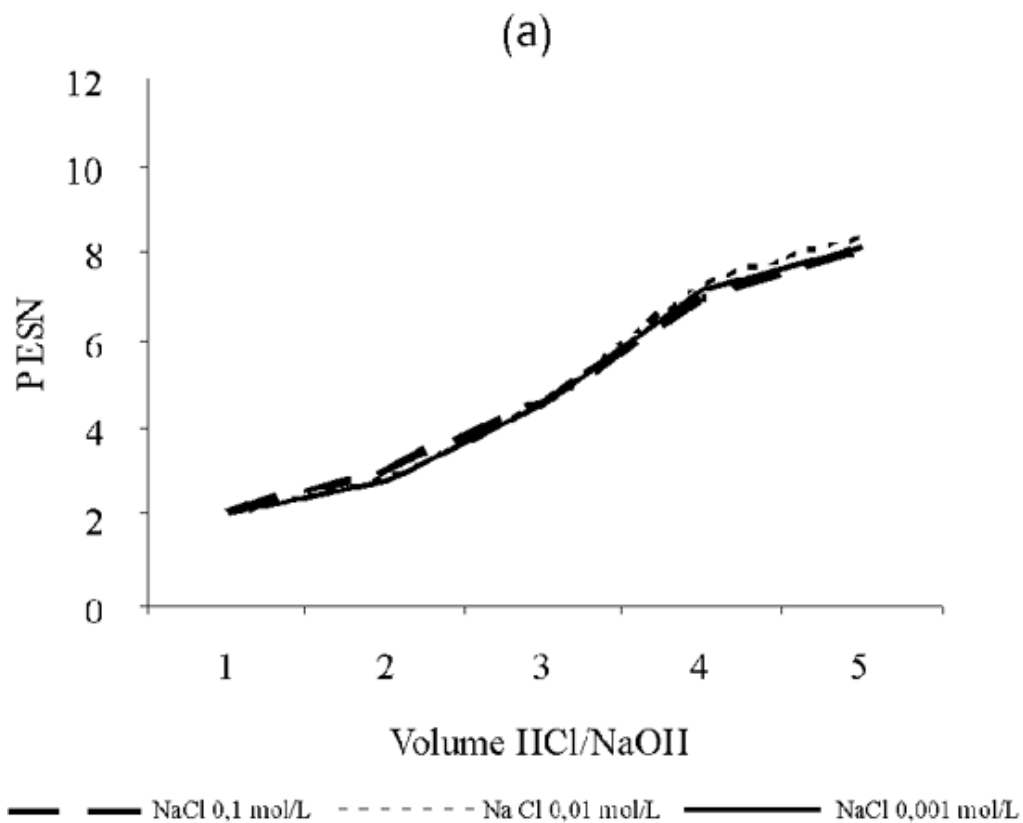


Figura 6. PESN das amostras de solo, naturais(a) e dessaturadas (b) sob cultivo de milho

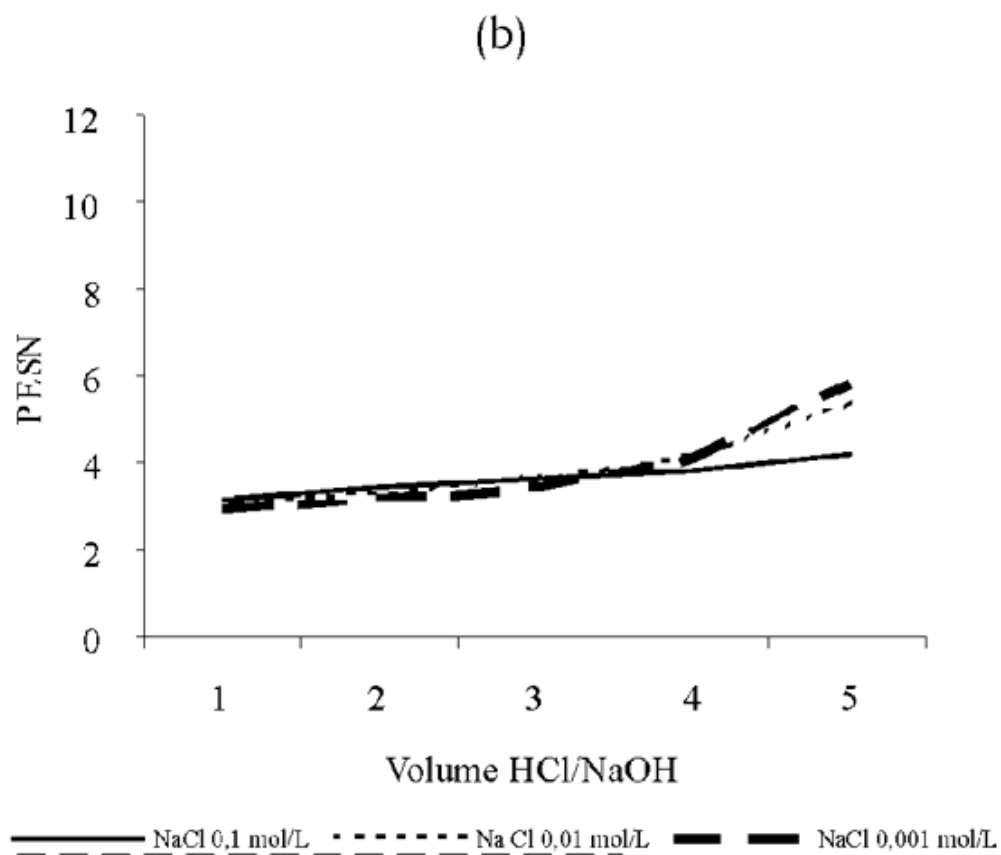
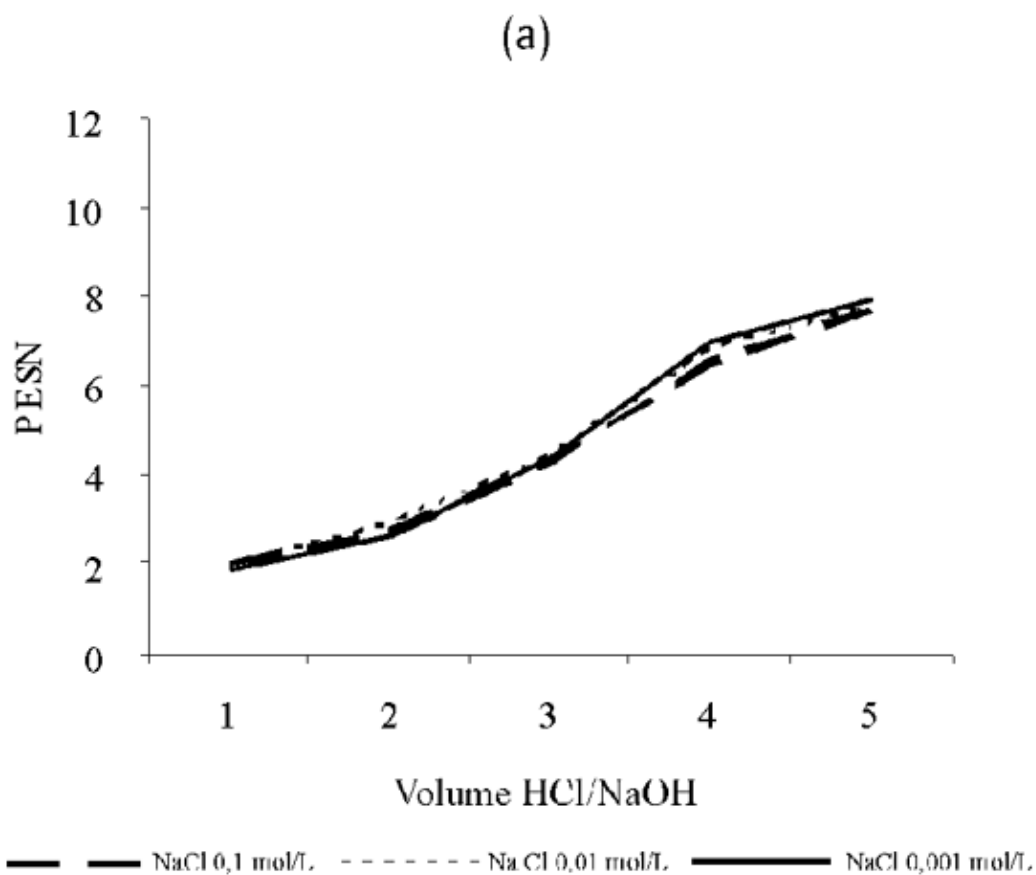


Figura 7. PESN das amostras de solo, naturais(a) e dessaturadas (b) sob cultivo de mata

Conclusões

O caráter eletroquímico do solo sofreu alterações em camadas profundas, passando de eletronegativo para eletropositivo, em áreas submetidas a práticas de manejo que utilizam adubação nitrogenada e calagem.

A mudança de caráter eletroquímico, provavelmente, está associada à presença de cálcio em profundidade, o qual pode ter sido translocado no perfil e parcialmente retido com maior energia nos colóides em camadas mais profundas do solo, sugerindo alguma adsorção específica.

Referências bibliográficas

ALLEONI, L. R. F. e CAMARGO, O. A. de. 1993. *Ponto de Efeito Salino Nulo Proposição de Nomenclatura*. SBCS. Rio de Janeiro, (Boletim Informativo v 18, n.1).

EMBRAPA. 1982. *Alumínio extraível em solo, determinação espectrofotométrica pelo alaranjado de xilenol*. SNLCS. Rio de Janeiro, 16p. (Boletim de Pesquisa n. 6).

EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solo*. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

LUMBANRAJA, J. e EVANGELOU, V. P. Acidification and Liming Influence on Surface Charge Behavior of Kentucky. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 55 (1): 26-34, 1991.

PAVAN, M. A. Ciclagem de nutrientes e mobilidade de íons no solo sob plantio direto. *Revista Plantio Direto*, 41: 8-11, 1997.

RAIJ, B. Van e PEECH, M. Electrochemical Properties of Some Oxisols and Alfisols of the Tropics. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 36 (4): 587-593, 1972.

RAIJ, B. Van. Determinação de cargas elétricas em solos. *Bragantia*, 32 (18): 171-183. 1973.

UEHARA, G. e GILLMAN, G. *The mineralogy, chemistry, and physics of tropical soils with variable charge clays*. Boulder, Colorado, Westview Press, 1981. 170p.

ZIGLIO, C. M; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A. Mecanismo de deslocamento de cálcio no solo. In: Congresso Brasileiro de Ciência do solo, 25, Viçosa. *Resumos expandidos*, v. 1 Viçosa, UFV/SBCS, 1995. p350-352.