



Análise de parâmetros morfológicos, físicos e químicos de solos associados à lagoas de água doce, Pantanal da Nhecolândia⁽¹⁾.

Thiago Tavares Vidoca do Nascimento⁽²⁾; Sheila Aparecida Correia Furquim⁽³⁾; Marjory Araújo dos Santos⁽⁴⁾, Evaldo Luis Cardoso⁽⁵⁾; Marcelo de Almeida Balbino⁽⁶⁾; Bruna Castanho Mambre Bonomo⁽⁷⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) – Processo: 2013/21591-7

⁽²⁾ Graduando em Ciências Ambientais; Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP); Diadema, SP; vidoca@gmail.com;

⁽³⁾ Professora Doutora; Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP); ⁽⁴⁾ Graduanda em Ciências Ambientais; Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP); ⁽⁵⁾ Pesquisador, Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias, EMBRAPA-Pantanal, Corumbá-MS; ⁽⁶⁾ Pós-Graduando em Geografia Física; Universidade de São Paulo (USP); ⁽⁷⁾ Graduada em Ciências Ambientais; Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP).

RESUMO: A sub-região da Nhecolândia do Pantanal Mato-Grossense é composta por lagoas de água doce, situadas em regiões de vazantes e de lagoas salinas localizadas no interior de cordilheiras, havendo predominância de solos halomórficos no entorno das salinas. O objetivo deste trabalho é estudar as características morfológicas e químicas dos solos de uma lagoa de água doce (baías) situada no Pantanal da Nhecolândia, a fim de aumentar o conhecimento sobre os solos associados a este elemento da paisagem. Em campo, os horizontes foram descritos em trincheiras e tradagens e as amostras coletadas foram enviadas para análises de pH; bases trocáveis, Al³⁺, H⁺⁺Al³⁺, CTC (direta) e CE por meio de extrato de pasta saturada. Comparando-se os parâmetros químicos da baía estudada com os de uma lagoa salina próxima, foi possível constatar similaridades tanto morfológicas quanto químicas, o que sugere que, no passado, os solos da baía eram provavelmente do tipo Salino-Sódico como os da salina. Deve ter ocorrido processos de intensa perda de cátions por lixiviação, com a transformação dos solos Salino-Sódicos das salinas em Sódicos ou, majoritariamente, em solos com características não mais halomórficas nas baías. **Termos de indexação:** solos halomórficos, baías, áreas úmidas.

INTRODUÇÃO

O Pantanal Mato-Grossense é uma imensa planície aluvionar situada na Bacia do Alto Paraguai. Compreende 138.183 km² e, em território brasileiro, abarca 16 municípios dos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Devido ao seu grande tamanho e às suas variadas características bióticas e abióticas, o Pantanal brasileiro foi dividido em 11 sub-regiões, sendo estas: Abobral; Aquidauana; Barão de Melgaço; Cáceres; Miranda; Nabileque; Nhecolândia; Paiaguás. Paraguai; Poconé e Porto Murtinho (Silva & Abdon, 1998).

O presente estudo é na sub-região da Nhecolândia. Esta região tem como característica de destaque a presença de cerca de 7000 lagoas de água doce (baías), localizadas no interior de canais

intermitentes das águas das cheias (vazantes), e de cerca de 1500 lagoas de água salgada (salinas), que se situam no interior de pequenas elevações alongadas, cerca de 3 metros mais altas que o entorno (cordilheiras) (Fernandes, 2007; Sakamoto, 1997; Rodela 2006).

Os solos associados às salinas são compostos por horizontes superficiais claros e arenosos e horizontes subsuperficiais esverdeados, areno-argilosos, maciços e extremamente duros. Apresentam, em todo o perfil, pH alcalino (entre 9 e 10), altas porcentagens de sódio trocável (PST) (>50%) e muitos argilominerais neoformados, como ilitas férricas, beidelitas e estevensitas (Furquim et al., 2010). Já os solos associados às baías, vazantes e cordilheiras são pouco conhecidos, havendo, majoritariamente, disponibilidade de dados morfológicos. Barbiero et al. (2008) mostraram a dominância de Neossolos Quartzarênicos nas baías e vazantes, compostos por um horizonte A e uma sequência de horizontes C, com areia bem selecionada (70% de areia fina). Contudo, esses mesmos autores ressaltam que em algumas baías e vazantes, os solos apresentam algumas peculiaridades morfológicas, como a ocorrência descontínua, em profundidade, de horizontes esverdeados, que guardam similaridades aos solos associados às lagoas salinas.

O objetivo deste trabalho é estudar detalhadamente não apenas as características morfológicas, mas também químicas dos solos de uma baía com presença de horizontes esverdeados, similares aos encontrados no entorno das lagoas salinas. Pretende-se aumentar o conhecimento sobre os solos associados às baías, que até o momento restringe-se majoritariamente a dados de campo, e verificar possíveis relações genéticas entre estes solos e os solos das salinas.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em uma baía conhecida como lagoa do Banhado, situada na Fazenda Nhumirim, da Embrapa-Pantanal, entre os paralelos 18° 58' 42.5" e 18° 58' 48.8" S e os



meridianos 56° 38' 39.4" e 56° 38' 41.5" W.

O levantamento dos solos foi realizado no período de seca (setembro e outubro), quando os solos estão com a maior exposição, utilizando-se o método da mangueira para o levantamento topográfico (Espartel, 1987) e o da análise estrutural bidimensional da cobertura pedológica para o levantamento de solos. Nesta última metodologia, estuda-se a variação dos solos ao longo de unidades de relevo, através da descrição morfológica em tradagens e trincheiras (Boulet, 1988; Santos et al., 2005). No presente trabalho, o levantamento foi feito ao longo de uma topossequência com 206,49 metros de extensão, que se estendeu desde a borda de uma cordilheira (Ponto A - 18° 58' 48.8" e 56° 38' 39.4") até a borda da cordilheira oposta (Ponto B - 18° 58' 42.5" e 56° 38' 41.5"), passando pelo centro da depressão da lagoa. Os horizontes identificados estão identificados majoritariamente por números, já que a classificação definitiva será realizada quando todos os dados laboratoriais forem coletados (**Figura 1**).

As amostras de TFSA foram homogeneizadas, utilizando o método de quarteamento de pilha alongada (Góes et al., 2004). Em seguida, foram submetidas às seguintes análises laboratoriais: a) pH em água, em suspensão 1:1, medido por um peagâmetro de bancada (USDA, 2004); b) Condutividade Elétrica, a partir do extrato na pasta saturada (CEp) e medida por um condutivímetro de bancada; c) Ca²⁺, Al³⁺ e Mg²⁺ trocáveis, extraídos com solução de KCl, sendo Ca²⁺ e Mg²⁺ medidos por espectrofotometria de absorção atômica e Al³⁺ por titulação (Cantarella et al., 2001); d) K⁺ e Na⁺ trocáveis, extraídos com solução Mehlich-1 e medidos por fotometria de chama; e) H⁺+Al³⁺ trocáveis, extraídos com acetato de cálcio e medidos por titulação (Quaggio & Raij, 2001). A grande maioria das análises foi feita em triplicata, sendo repetidas quando o coeficiente de variação (CV) foi superior a 12%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados 12 horizontes ao longo da topossequência estudada (**Figura 1**). Os horizontes A1, 2 e 3 apresentam cor bruna (10YR 4/3); bruna (10YR 5/3) e cinzenta-clara (10YR 7/2), respectivamente, textura arenosa e grãos simples, em sua maioria. O horizonte A2 apresenta cor cinzenta (10YR 6/1 e 10YR 5/1), textura areno-silto-argilosa; estrutura laminar, desfazendo-se em blocos.

Os horizontes 4, 5, 6 possuem maior presença de argila que os sobrejacentes, são maciços ou com estrutura em blocos incipiente, e de difícil escavação, sendo semelhantes aos horizontes esverdeados presentes nas lagoas salinas. O horizonte 4 apresenta cor oliva (5Y 4/4) e textura areno-argilosa

a argilosa. O horizonte 5 apresenta cor bruna-olivácea (2.5 Y 4/4), bruna - olivácea - clara (2.5Y 5/3) ou bruna - olivácea - escura (2.5Y 6/3), textura predominantemente areno-argilosa. O horizonte 6 apresenta cores brunadas (10YR 4/3, 10YR 4/4, e 10YR 5/6), com textura variando entre arenosa e areno-argilosa. O horizonte 7, por sua vez, apresenta cores predominantemente cinzentas-claras (10YR 7/2), com textura entre arenosa e areno-argilosa, sendo maciço e extremamente duro.

Os horizontes 11, 12 e 13 são também maciços e provavelmente associam-se à condições mais prolongadas de saturação hídrica. O 11 é cinzento-esverdeado muito escuro (GLEY 1 10GY 3/1) e areno-argiloso, o 12 é cinzento muito escuro (GLEY 1 3/N) e arenoso e arenoso-argiloso e o 13 é bruno-amarelado (10YR 5/6) e argilo-arenoso. Por fim, os horizontes 14 e 16 associam-se à dinâmica de sedimentação do centro da depressão da lagoa, que é sazonalmente inundado. O horizonte 14 apresenta cor cinzenta (10YR 6/1) e textura areno-argilosa e o horizonte 16 apresenta cor bruna-acinzentada muito escura (2.5Y 3/2) e textura argilosa.

Os resultados analíticos podem ser observados na (**Tabela 1**). O pH-H₂O está entre 4,6 e 8,9, havendo uma tendência de aumento em profundidade na maioria dos perfis, com exceção do Pedon 5. Lateralmente, há uma diminuição nítida de pH do Pedon 2 ao Pedon 4 (centro da lagoa). Quanto ao Al³⁺ trocável, os teores variam entre 0,00 e 1,60 mmol_c.Kg⁻¹, sendo os horizontes mais ácidos os que apresentam os maiores valores de Al³⁺. A Saturação por Alumínio (m%) é sempre menor que 50% em todos os horizontes. Os valores de H⁺+Al³⁺, por sua vez, estão entre 0,00 e 93,60 mmol_c.Kg⁻¹, sendo geralmente maiores nos horizontes superficiais. Lateralmente, o Pedon 2, situado em posição topográfica alta, é o que apresenta menores quantidades de H⁺+Al³⁺.

A CTC é altamente variável, entre 1,48 e 181,4 mmol_c.kg⁻¹, sendo majoritariamente inferior a 60 mmol_c.kg⁻¹ na maioria das amostras. Não há uma clara distribuição vertical ou lateral de CTC. A Saturação em Bases (V%) varia entre 26 e 100%, com tendência a aumento em maiores profundidades. Lateralmente, o V% tende a diminuir do Pedon 2 ao Pedon 5. O cátion dominante no complexo de troca é o Mg²⁺ e, eventualmente, o Na⁺.

A Saturação por Sódio (PST) varia entre 0,46 e 35,87%, sendo os maiores valores presentes no Pedon 2. Nos Pedons 3, 1 e 5, alguns horizontes possuem PST superior a 15%. Verticalmente, há uma tendência de aumento da PST em maiores profundidades e, lateralmente, há uma diminuição no sentido do centro da lagoa, voltando a aumentar em sentido a extremidade oposta. A Condutividade Elétrica (CEp) está entre 0,05 e 51,00 dS.m⁻¹, mas a grande maioria dos valores é inferior a 1 dS.m⁻¹.



Tanto a PST quanto a CE_p foram utilizadas para enquadrar os solos estudados entre os solos halomórficos, de acordo com a (Tabela 2) (USSL Staff, 1954).

Tabela 2 – Classificação de solos halomórficos

	CE ≤ 4 dS/m	CE > 4 dS/m
PST ≤ 15%	solos não sódicos e não salinos	solos salinos
PST > 15%	solos sódicos	solos salino-sódicos

No Pedon 2, a maioria dos horizontes atinge aos critérios dos solos sódicos. Já nos Pedons 1, 3 e 5, apenas de um a dois horizontes apresentam características de solos sódicos (respectivamente, horizontes 3 e 7), sendo que a maioria dos horizontes destes pedons, portanto, não se enquadram como solos halomórficos.

As similaridades morfológicas e químicas, principalmente dos horizontes 4, 5 e 6, com os Solos Salino-Sódicos (cores esverdeadas, difícil escavação, maior pH e PST e menores teores de Al³⁺, H⁺ + Al³⁺ dos perfis) indicam uma relação genética entre os solos estudados e os das salinas. Apesar destas similaridades, comparando-se os valores dos parâmetros químicos dos perfis da baía estudada com os de uma salina preservada (Furquim, 2007), nota-se nitidamente que os valores de pH, a CE_p e a PST são, de maneira geral, significativamente menores que os da salina. Já o Al³⁺ e o H⁺+Al³⁺ trocáveis são significativamente maiores na baía.

A presença de um perfil com características predominantemente sódicas em um ponto alto (Pedon 2), a ocorrência apenas pontual das características sódicas no restante da topossequência e os menores valores de pH e CE_p associados aos maiores valores de Al³⁺ e H⁺+Al³⁺ se comparados aos de uma salina preservada, indicam que os solos mais rebaixados associados à Lagoa do Banhado estão passando por um intenso processo de lixiviação.

Provavelmente, estes solos eram inteiramente halomórficos, do tipo Salino-Sódico como os da salina. Ao passarem por processos de intensa perda de cátions, devido ao avanço das águas doces das inundações, transformaram-se em um solo sódico (zona alta - Pedon 2) ou, majoritariamente, em solos não mais halomórficos (Pedons 1, 3, 4, 5). O processo de perda por lixiviação está, portanto, em um estágio avançado.

CONCLUSÕES

A entrada atípica das águas doces das inundações nas cordilheiras e salinas deve ser os principais responsáveis pela intensa lixiviação dos solos, principalmente dos mais rebaixados topograficamente, e pela gênese de solos sódicos e, principalmente, dos solos não mais afetados por sais, a partir dos solos Salino-Sódicos das salinas preservadas.

REFERÊNCIAS

- BARBIÉRO, L.; REZENDE FILHO, A.; FURQUIM, S.A.C.; FURIAN, S.; SAKAMOTO, A.Y.; VALLES, V.; GRAHAM, R.C.; FORT, M.; FERREIRA, R.P.D.; QUEIROZ NETO, J.P. Soil morphological control on saline and freshwater lake hydrogeochemistry in the Pantanal of Nhecolândia, Brazil. *Geoderma*, 2008. p. 91-106.
- BOULET, R. Análise Estrutural da Cobertura Pedológica e Cartográfica. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21. 1988, Campinas. Anais. Campinas: SBCS, 1988. p. 79-90.
- CANTARELLA, H.; VAN RAJJ, B.; COSCIONE, A.R.; ANDRADE, J.C. Determinação de Alumínio, Cálcio e Magnésio trocáveis em extrato de Cloreto de Potássio. In Raij, B., Andrade, J.C., Cantarella, H.; Quaggio, J.A. Análise Química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais. IAC, Campinas. 2001.
- ESPARTEL, L. Curso de topografia. 9. ed. Rio de Janeiro: Globo, 1987. 655 p.
- FERNANDES, E. Organização espacial dos componentes da paisagem da Baixa Nhecolândia – Pantanal de Mato Grosso do Sul. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.
- FURQUIM, S.A.C. Formação de Carbonatos de Argilominerais em Solos Sódicos no Pantanal Sul-Mato-Grossense. São Paulo/SP. Tese de Doutorado. 2007.
- FURQUIM, S.A.C.; GRAHAM, R.C.; BARBIERO, L.; QUEIROZ NETO, J.P.; VIDALTORRADO, P. Soil Mineral Genesis and Distribution in a Saline Lake Landscape of the Pantanal Wetland, Brazil. *Journal Geoderma*. 518-528 p. 2010.
- GOÉS, M.A.C.; LUZ, A.B.; POSSA, M.V. Comunicação Técnica elaborada para a 4ª Edição do Livro de Tratamento de Minérios, Capítulo 2: Amostragem. Centro de Tecnologia Mineral. Ministério da Ciência e Tecnologia. Pág. 19 a 51. Rio de Janeiro. Dezembro/2004.
- QUAGGIO, J.A. & van RAJJ, B. Capítulo 10: Determinação do pH em Cloreto de Cálcio e da Acidez Total. In Raij, B., Andrade, J.C., Cantarella, H.; Quaggio, J.A. Análise Química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais. IAC, Campinas. 2001.
- RODELA, L.G., Unidades de Vegetação e Pastagens Nativas do Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul. Tese de Doutorado. USP/SP. 2006.
- SAKAMOTO, A.Y. Dinâmica hídrica em uma lagoa salina e seu entorno no Pantanal da Nhecolândia: contribuição ao estudo das relações entre o meio físico e a ocupação, Fazenda São Miguel Firme, MS. Tese de Doutorado, defendida no Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 1997. 183 p.
- SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C., SANTOS, H.G., ANJOS, L.H.C. Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo. Revista ampliada. SBCS, Viçosa. 5ª edição. 2005.
- SILVA, J.S.V.; ABDON, M.M. Delimitação do Pantanal brasileiro e suas sub-regiões. In: Pesquisa Agropecuária Brasileira. v.33, Brasília, 1998. p. 1703-1711
- U.S. Salinity Laboratory. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. USDA. Agriculture Handbook, n.60. U.S. Government Printing Office, Washington DC, 1954.
- USDA, UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report nº 42. Versão 4.0. Natural Resources Conservation Service, 2004, 700p.

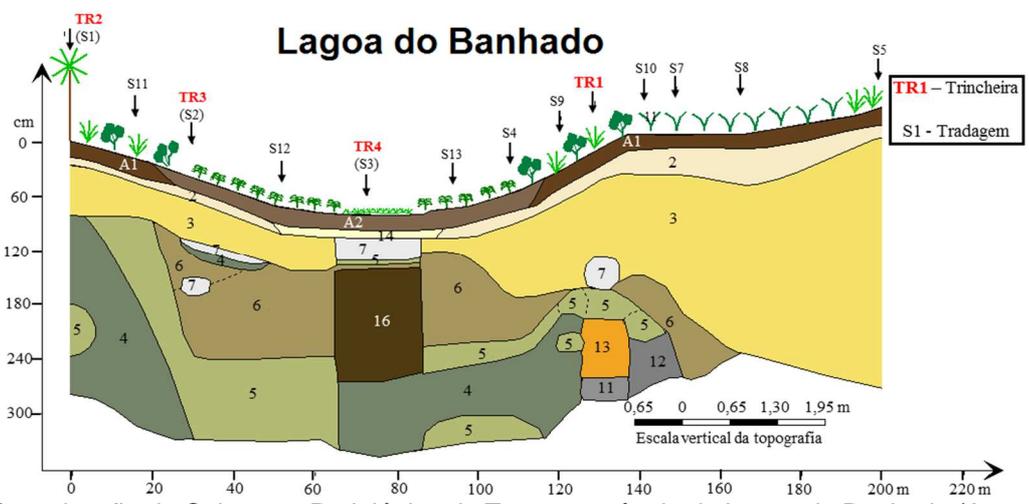


Figura 1 – Organização da Cobertura Pedológica da Topossequência da Lagoa do Banhado (Autor: Furquim, S.A.C.) (Adaptado)

Tabela 1. Dados das análises químicas da Lagoa do Banhado

Horizonte	Profundidade (cm)	pH	CE H ₂ O (dS/m)	Al ³⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CTC	V	m (%)	PST
Pedon 2													
A1	0-16	5,04	0,186	0,40	7,20	0,37	0,47	0,94	0,00	8,97	19,75	18,42	4,09
3	23-82	5,06	0,050	0,40	0,80	0,25	0,43	0,00	0,00	1,48	45,95	37,03	16,75
4	82-133	8,70	0,700	0,00	0,00	25,76	14,86	23,58	7,59	71,80	100,00	0,00	35,87
5	180-240	8,96	1,300	0,00	0,00	14,65	14,67	24,21	11,40	64,93	100,00	0,00	22,56
4	240-280	8,87	0,800	0,00	0,00	14,85	14,88	22,79	12,83	65,35	100,00	0,00	22,72
Pedon 3													
A2	0-13	5,19	0,350	0,40	30,40	0,60	1,48	20,62	7,24	60,34	49,62	1,32	0,99
3	24-71	5,02	0,077	0,40	1,60	0,52	0,58	0,00	0,00	2,70	40,73	26,67	19,42
6	88-115	5,42	0,380	0,40	25,60	10,18	5,38	73,53	33,94	148,63	82,78	0,32	6,85
7	115-130	5,59	0,178	0,00	5,60	3,75	3,47	27,12	13,40	53,33	89,50	0,00	7,02
6	130-173	6,10	0,480	0,00	3,20	2,93	4,40	29,22	12,12	51,88	93,83	0,00	5,64
5	185-291	7,70	0,870	0,00	0,00	1,48	2,16	42,96	13,48	60,10	100,00	0,00	2,47
11	309-324	8,04	-	0,00	0,00	2,12	2,97	20,01	8,36	33,46	100,00	0,00	6,32
Pedon 4													
A2	0-6	4,92	51,000	1,60	93,60	0,84	9,16	64,17	13,68	181,4	48,41	1,79	0,46
7	24,5-50	5,82	0,310	0,00	0,80	0,64	2,11	6,92	4,03	14,5	94,49	0,00	4,42
6	55-61	5,02	0,340	0,40	23,20	0,37	0,91	39,19	14,59	78,3	70,35	0,72	0,47
16	61-109	5,77	0,480	0,40	12,80	2,32	5,10	36,87	15,55	72,6	82,38	0,66	3,20
4	185-232	6,46	0,780	0,00	0,80	1,54	3,98	14,60	10,19	31,1	97,43	0,00	4,96
4	232-250	6,72	0,730	0,00	0,80	1,38	3,87	9,07	7,91	23,0	96,53	0,00	6,01
Pedon 1													
A1	0-11	4,60	0,570	0,80	9,60	0,47	0,98	2,02	0,93	14,00	31,45	15,37	3,37
3	32-124	5,62	0,124	0,00	1,60	0,44	0,33	0,00	0,00	2,36	32,29	0,00	18,47
7	124-155	5,15	0,146	0,40	0,80	1,20	0,88	1,00	1,07	4,94	83,81	8,81	24,24
5	155-178	5,07	0,200	1,20	7,20	2,94	1,67	5,34	6,55	23,70	69,62	6,78	12,39
13	189-255	5,28	0,222	0,80	13,60	5,37	7,93	29,65	17,00	73,55	81,51	1,32	7,31
11	255-275	6,13	0,260	0,40	4,80	2,79	6,98	25,80	16,46	56,83	91,55	0,76	4,92
11	273-296	5,75	0,350	0,40	0,80	2,89	6,68	24,15	16,21	50,73	98,42	0,79	5,70
Pedon 5													
A1	0-22	5,24	0,270	0,40	8,80	0,59	0,53	1,29	0,69	11,90	26,04	11,43	4,95
3	193-232	6,07	0,112	0,00	1,60	0,59	0,36	0,00	0,00	2,55	37,31	0,00	23,18
3	232-314	4,96	0,050	0,40	0,80	0,60	0,43	0,00	0,00	1,83	56,21	28,03	32,70

**XXXV Congresso
Brasileiro de
Ciência do Solo**

CENTRO DE CONVENÇÕES - NATAL / RN



**O SOLO E SUAS
MÚLTIPLAS FUNÇÕES**
02 a 07 DE AGOSTO DE 2015