



Fosfatização de solos na Ilha de Trindade, Atlântico Sul - Brasil¹⁾.

Mariana de Resende Machado⁽²⁾; Fábio Soares de Oliveira⁽³⁾; Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud Schaefer⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPq e apoio logístico da Marinha Brasileira.

⁽²⁾ Mestranda no Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, mmachadogeo@gmail.com; ⁽³⁾ Professor do Departamento de Geografia; Universidade Federal de Minas Gerais; ⁽⁴⁾ Professor do Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa.

RESUMO: Trindade, ilha oceânica brasileira, configura-se como cenário promissor para ocorrência de solos com características muito específicas, os quais são estudados de maneira incipiente. Ilhas oceânicas representam importantes áreas de nidificação de diversas espécies de aves migratórias, cujos excrementos são depositados sobre substratos diversos. A interação de tais excrementos com o substrato, além de auxiliarem no seu intemperismo, caracteriza um processo pedogenético específico, conhecido como fosfatização. Este trabalho tem como objetivo abordar de forma preliminar a fosfatização de solos na ilha de Trindade na perspectiva de duas sequências de solos submetidos a diferentes níveis de influência de tal processo, além de provirem de materiais de origem diversos, utilizando-se como parâmetros as análises granulométricas e química de rotina de acordo com Embrapa (1997). O processo de fosfatização na ilha foi comprovado pelos resultados obtidos, vide diferença no nível de P dos solos influenciados e não influenciados pela fosfatização. Contudo, há necessidade da utilização de outros métodos e técnicas analíticas que permitam caracterizar e analisar a fosfatização de forma mais abrangente, como a composição química e mineralógica dos constituintes do solo pela fluorescência e difratometria de raios-x e o próprio fracionamento de fósforo para entender o seu comportamento.

Termos de indexação: ambientes insulares, pedogênese, fósforo.

INTRODUÇÃO

Definidos como porções terrestres individualizadas por uma barreira de água, reduzindo a acessibilidade e conexões com porções continentais (Walter, 2004), ambientes insulares oceânicos despertam o interesse científico principalmente devido ao isolamento geográfico. Todos os elementos e fenômenos geoambientais característicos desses ambientes, como variações no nível do mar e das correntes oceânicas, variações climáticas, litológicas e geomorfológicas, associam-se ao referido isolamento geográfico e colonização biológica, como da avifauna, na geração de endemismo nas ilhas oceânicas, inclusive

relacionado à formação e espacialidade dos solos (Bockheim, 2005).

Nesse contexto, inclui-se Trindade, ilha oceânica brasileira que para além dos fatores acima discutidos, também é cenário de outros processos estudados de maneira incipiente. Ilhas oceânicas representam importantes áreas de nidificação de diversas espécies de aves migratórias, cujos excrementos (guanós) são depositados sobre substratos diversos (rochas, sedimentos, solos). A interação de tais excrementos com o substrato, além de auxiliarem no seu intemperismo, caracteriza um processo pedogenético específico, conhecido como fosfatização. Como consequência, esses ambientes apresentam altos teores de fósforo, variando de acordo com o tipo de população de aves e do tempo de ocupação, não obstante as características do substrato que sofre a reação. Na fosfatização, o material depositado e o substrato interagem através de reações físico-químicas, resultando em alterações mineralógicas e geoquímicas, sobretudo pela impregnação de diferentes formas de fosfatos e atuando na gênese dos solos ornitogênicos (Schaefer et al., 2004).

A Fosfatização é um importante processo dentro do ciclo biogeoquímico, já que os excrementos provenientes da nidificação das aves tornam os locais que estão sob sua influência de atuação verdadeiros depósitos de fósforo. Tal elemento não se perde, ficando estocado e eventualmente volta ao ciclo marinho. Nesse contexto, a ciclagem de nutrientes tem papel fundamental, uma vez que é por meio desses ciclos biogeoquímicos que nutrientes minerais transformam-se, transportam-se e tornam-se disponíveis para absorção, possibilitando o desenvolvimento da biodiversidade, tanto terrestre quanto marinha, tão característica desses ambientes. Fato é que um terço dos hotspots da biodiversidade abrangem ilhas inteiras e mais da metade da biodiversidade marinha tropical encontra-se nas proximidades de ilhas oceânicas (Marin et al., 2004).

Nessa perspectiva, tal trabalho tem como objetivo abordar de forma preliminar a fosfatização de solos na ilha de Trindade na perspectiva de duas sequências de solos submetidos a diferentes níveis de influência de tal processo, além de provirem de materiais de origem diversos.



MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A Ilha de Trindade no Atlântico sul, dista 1140 km da costa brasileira (Ribeiro, 1951), e corresponde ao fim de uma extensa cadeia vulcânica submarina de orientação leste-oeste, denominada Cadeia Vitória-Trindade, constituída por uma série linear de guyots mais o arquipélago de Martin Vaz (48 km a leste de Trindade). Trindade se localiza na latitude 20°30' S e longitude 29°19' W e possui 13,5 km² de área (Almeida, 1962). Como ilha emersa tem sua gênese no Cenozoico, há aproximados 3 milhões de anos (Almeida, 1962), através de derrames e intrusões sódico-alcálicas e marcadamente sub saturadas em sílica, e piroclastos diversos, estando ativo durante todo o Quaternário até o início do Holoceno (Almeida, 2006). Dessa forma, à exceção de alguns depósitos litorâneos e fluvio-coluviais, recifes de algas, dunas e praias estreitas, toda a ilha é formada por material vulcânico extrusivo e/ou sub-extrusivo (Almeida, 2002).

O relevo se configura como extremamente acidentado e dissecado, com escarpas íngremes, penhascos, vales profundos e platôs estruturais, com pontos culminantes alcançando cerca de 600 metros de altitude. Dos picos centrais nascem todos os cursos de água, com fluxo de competência mediana, mais expressivo durante o período chuvoso (Alves, 1998; Almeida, 2002). O clima é caracterizado como do tipo oceânico tropical, mas como regime de precipitação característico de semi-úmido com tendências a semi-árido, com média anual de 923 mm, e temperatura média de 25,2°C (Alves, 1998).

Após o fim do último episódio vulcânico, os processos morfogenéticos foram mais intensos do que os pedogenéticos, resultando no predomínio de afloramentos rochosos, piroclastos diversos e depósitos de tálus na base das vertentes. Por conseguinte a cobertura pedológica se caracteriza por ser pouco espessa, predominando associações entre afloramentos e Neossolos litólicos eutróficos fragmentários e Cambissolos Háplico Ta eutrófico (Clemente et al., 2006).

Área de coleta

A escolha dos locais para a coleta de solos tiveram dois elementos como premissa: i) solos derivados de materiais de origem diferenciados; ii) solos diretamente influenciados e solos não influenciados pela fosfatização. Ambos os elementos tiveram o propósito de gerar resultados que propiciassem a discussão comparativa, tanto das características físico-químicas de solos que

tiveram ou não o processo atuante, quanto a fosfatização submetida a substratos diferentes.

No item dois, a escolha dos solos diretamente influenciados pela fosfatização se deu a partir da localização destes em áreas muito próximas às nidificações, e além da distância, a colonização vegetal também influenciou na escolha dos solos não fosfatizados, partindo da premissa que a baixa disponibilidade do fósforo para a planta representa uma barreira para colonização.

Dessa forma, foram analisados dois perfis de solos cujo material de origem são os derrames de ankartrito da Formação Vulcão do Paredão, o não influenciado pela fosfatização sendo o PA1 e o influenciado PA2 e outros dois perfis derivados de sedimentos biogênicos carbonáticos, PS1 não influenciado e PS2 influenciado pela fosfatização.

Atributos físicos e químicos

Foram realizadas análise granulométrica e análise química de rotina de acordo com Embrapa (1997). Simas et al. (2007) argumentam a eficiência da extração de fósforo pelo Melich-1 (como realizado na química de rotina) como um método preliminar na identificação de solos ornitogênicos e comparação do grau de fosfatização dos solos, apesar deste somente extrair o P-lábil.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A granulometria das partículas constituintes dos solos é apresentada na **Tabela 1**. O PA1 apresentou textura franco-argilosa, enquanto a textura do PA2 se caracteriza como franco-arenosa. Apesar de constituídos de mesmo material de origem, o PA2 encontra-se em área que sofre influência da dinâmica de dunas da Praia das Tartarugas, o que responde pela maior quantidade de areia encontrada no perfil quando comparada ao PA1. Os outros dois perfis, PS1 e PS2, por sua vez foram classificados como areia e areia franca respectivamente. Percebe-se o quanto a granulometria corresponde a uma das propriedades do solo mais estável, refletindo fortemente o material de origem deste.

A relação silte/argila, apesar de se constituir como um dos indicadores do intemperismo, não exerce função de indicador confiável neste caso. Os solos de Trindade são muito jovens ao se pensar no grau evolutivo e na intensidade dos processos pedogenéticos (Clemente et al. 2006) e a granulometria não responde pela pedogênese reduzindo o tamanho das frações silte e argila, e sim como propriedade herdada do material de origem. Ademais vale destacar a peculiaridade dos minerais constituintes, a exemplo dos solos derivados dos sedimentos bioclásticos que são constituídos quase exclusivamente de areia rica em minerais



carbonatados e, diferentemente dos solos tropicais típicos brasileiros, a mineralogia desta não contém sequer um grau de quartzo (semelhante aos solos identificados por Marques et al. (2007) em Fernando de Noronha).

Com relação aos atributos químicos os resultados estão resumidos na **Tabela 2**. Como o pH em água reproduz a solução de água no solo em condições naturais, percebe-se que tanto os solos de ankaratríto quanto os solos dos sedimentos possuem solução alcalina. O ΔpH por sua vez, representa um índice para se tirar inferências acerca da composição mineralógica da fração sólida do solo, por permitir a avaliação do balanço de cargas líquida. O ΔpH do PA1 equivale a -1,16, enquanto o do PA2 foi de -1,04. Tal resultado condiz com uma maior concentração de íons H^+ na solução do solo, indicando o predomínio de mineralogia com cargas negativas, conseqüentemente infere-se que ambos representam solos com constituição predominante de minerais primários e argilominerais 2:1. Por fim, vale ressaltar que tal amplitude de variação entre $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ e pH_{KCl} , indica maior quantidade de Al trocável.

Tabela 1 – Fração granulométrica dos perfis.

Perfis	Frações granulométricas < 2 mm			
	Areia		Silte	Argila
	Grossa	Fina		
-----dag/Kg-----				
<i>Ankaratríto da Formação Vulcão do Paredão</i>				
PA1	32	10	29	29
PA2	36	27	24	13
<i>Sedimentos biogênicos carbonáticos</i>				
PS1	83	11	0	6
PS2	64	21	7	8

O ΔpH dos solos PS1 e PS2 por sua vez, resultaram em valores positivos: 0,62 e 0,08 respectivamente. É interessante notar, contudo que tais solos derivam de sedimentos carbonáticos, cuja constituição química é pobre em sílica, conseqüentemente com mineralogia com rara presença de aluminossilicatos (em muito responsável pelas cargas negativas da solução).

Os resultados da extração de fósforo por Melich-1 evidenciaram claramente o impacto da atividade ornitogênica através da fosfatização na química dos solos. Comparativamente, àqueles solos submetidos diretamente à ação da fosfatização (PA2 e PS2), devido à proximidade com os locais de nidificação, apresentaram altos valores de P (acima de 850 mg/dm^3), não importando o material de origem. Os

demais solos, por sua vez, têm como principal fonte de P o próprio material de origem (33 mg/dm^3 pro PA1 e 79,5 mg/dm^3 para o PS1). No PA1, por exemplo, com influência ornitogênica praticamente nula, os 33 mg/dm^3 de P são muito provavelmente derivados dos minerais de apatita provenientes da rocha.

Destaca-se ainda não só o aumento nos valores de P nos solos fosfatizados, mas de todos os demais elementos, quais sejam: K, Na, Ca^{2+} e Mg^{2+} , conseqüentemente também elevando os valores da soma de base e troca catiônica. Todos os perfis analisados são eutróficos, sendo que nos PA1 e PS1, os minerais primários respondem pela disponibilidade de nutrientes, e nos PA2 e PS2 além dos minerais, também ocorre o incremento por input ornitogênico.

Nesta perspectiva é notória a influência do processo de fosfatização nos solos localizadas nas áreas de sua influência direta, em que com a precipitação, a solução rica em fósforo e demais nutrientes escoas das nidificações próximas e infiltra e percola nos solos, tornando-os susceptíveis às reações físico-químicas resultantes da interação solução e constituintes sólidos. De acordo com Simas et al. (2007) é possível se falar de fosfatização de solos quando o Melich-1 detecta valores acima de 500 mg/Kg , valores estes atendidos pelos solos pesquisados neste trabalho.

CONCLUSÕES

A sistematização da coleta dos solos influenciados e não influenciados pela fosfatização se mostrou satisfatória, tendo os resultados refletido claramente tal influência quando presente.

O processo de fosfatização na ilha foi comprovado pelos resultados obtidos, vide diferença no nível de P dos solos influenciados e não influenciados pela fosfatização. Contudo, há necessidade da utilização de outros métodos e técnicas analíticas que permitam caracterizar e analisar a fosfatização de forma mais abrangente, como a composição química e mineralógica dos constituintes do solo pela fluorescência e difratometria de raios-x e o próprio fracionamento de fósforo para entender o seu comportamento.

Aparentemente não houve diferença do processo de fosfatização em contato com solos derivados de materiais de origem diferente, contudo essa afirmação só pode ser confirmada a partir de métodos e técnicas mais específicos, como àqueles sugerido acima.

REFERÊNCIAS



- ALMEIDA, F.F.M. Petrologia da Ilha da Trindade. Tese para concurso à cátedra da USP. São Paulo, 1962. 223 p.
- ALMEIDA, F. F. M. Ilhas oceânicas brasileiras e sua relação com a tectônica atlântica. *Terræ Didactica*, 2(1): 3-18, 2006.
- ALVES, R. J. V. Ilha da Trindade & Arquipélago Martin Vaz – um ensaio geobotânico. Serviço de Documentação da Marinha, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 1998, 144p.
- BOCKHEIM, J. G. Soil endemism and its relation to soil formation theory. In: *Geoderma*, 129:109-124. 2005.
- CLEMENTE, E. P., et al. Solos “endêmicos” da Ilha da Trindade. In: ALVES, R. J. & CASTRO, J.W.C. org. *Ilhas oceânicas brasileiras – Da pesquisa ao manejo*. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2006. p.59-82.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- MARIN, C., DEDA, P., MULONGOY, J. K. Island biodiversity – sustaining life in vulnerable ecosystems. *INSULA, International Journal on Island Affairs, Special Issue*, 130p., 2004.
- MARQUES, F. A. et al. Caracterização e classificação de Neossolos da Ilha de Fernando de Noronha (PE). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31:1553-1562, 2007.
- RIBEIRO, P. A. Expedição à Ilha da Trindade. *Revista Brasileira de Geografia*. 13(2): 293-314, Rio de Janeiro, 1951.
- SCHAEFER, C.E.G.R., et al. Fosfatização: Processo de formação de solos na Baía do Almirantado e implicações ambientais. In: Schaefer, C.E.G.R., Francelino, R., Simas, F.N.B., Albuquerque Filho, R. (Eds.), *Ecosistemas Costeiros e Monitoramento Ambiental da Antártica Marítima, Baía do Almirantado, Ilha Rei George*. NEPUT–Departamento de Solos, Viçosa Brasil, 2004, p. 47–59.
- SIMAS, F. N. B., et al. Ornithogenic cryosols from Maritime Antarctica: phosphatization as a soil forming process. *Geoderma*, 138: 191-203, 2007.
- WALTER, H. S. The mismeasure of islands: implications for biogeographical theory and the conservation of nature. *Journal of Biogeography*, 31, 177-197, 2004.

Tabela 2 – Principais atributos químicos dos solos estudados na Ilha de Trindade.

Perfis	pH		P mg/dm ³	K	Na	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H + Al	SB	T	V	ISNA %	MO dag/Kg	P-Rem mg/L
	H ₂ O	HCl												
<i>Ankaratritos da Formação Vulcão do Paredão</i>														
PA1	7,48	6,32	33	179	6,9	11,84	6,4	4,5	18,73	23,23	80,6	0,13	1,94	22,8
PA2	7,88	6,84	857	450	368,8	17,56	5,3	1,9	25,61	27,51	93,1	5,83	2,20	23,3
<i>Sedimentos biogênicos carbonáticos</i>														
PS1	7,69	8,31	79,5	9	74,9	3,65	0,53	0,2	4,53	4,73	95,8	6,88	0,52	34,3
PS2	7,89	7,97	852	30	163,8	11,27	1,56	0,0	13,62	13,62	100	5,23	2,84	17,7

* Os valores de Al³⁺ não constam na tabela por apresentarem valores equivalentes a 0.