



Revista Brasileira de Ciência do Solo

ISSN: 0100-0683

revista@sbccs.org.br

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
Brasil

Gomes, Felipe Haenel; Vidal-Torrado, Pablo; Macías, Felipe; Gherardi, Bruno; Otero Perez, Xosé Luiz
SOLOS SOB VEGETAÇÃO DE RESTINGA NA ILHA DO CARDOSO (SP). I - CARACTERIZAÇÃO E
CLASSIFICAÇÃO

Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 31, núm. 6, 2007, pp. 1563-1580
Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180214061033>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

SOLOS SOB VEGETAÇÃO DE RESTINGA NA ILHA DO CARDOSO (SP). I - CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

**Felipe Haenel Gomes⁽²⁾, Pablo Vidal-Torrado⁽³⁾, Felipe Macías⁽⁴⁾,
Bruno Gherardi⁽⁵⁾ & Xosé Luiz Otero Perez⁽⁴⁾**

RESUMO

A vegetação de restinga é uma formação típica que ocorre nas planícies costeiras arenosas da costa brasileira, principalmente sobre solos quartzosos e pobres em nutrientes. Neste trabalho, foram estudados solos sob vegetação de restinga na Ilha do Cardoso (SP), com o objetivo de fornecer subsídios para melhor entendimento de sua gênese e contribuir para o aprimoramento do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). Para isso, realizou-se uma caracterização físico-química e morfológica detalhada desses solos. Os resultados mostraram solos hidromórficos, arenosos, muito ácidos, com teores variáveis de MO, sendo a podzolização o principal processo pedogenético presente. A presença de materiais sulfídricos também ocorre em consequência da influência de material subjacente diferenciado, não guardando relação com a podzolização. Os principais fatores que influenciaram a distribuição dos solos foram a idade de estabilização do material de origem e a microtopografia, que reflete a influência do lençol freático. Os Espodossolos estudados são holocénicos e a podzolização é diretamente influenciada pela hidromorfia, sendo este o fator decisivo na gênese do horizonte espódico. O SiBCS mostrou falhas na classificação da ordem Espodossolos a partir do segundo nível categórico (subordem), sobretudo no que diz respeito ao acúmulo de Fe no horizonte espódico. Como a presença de sulfetos pode afetar parte dos solos estudados, se drenados, gerando horizontes sulfúricos, sugere-se a inserção

⁽¹⁾Parte da Tese de Doutorado apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP. Recebido para publicação em dezembro de 2005 e aprovado em julho de 2007.

⁽²⁾Pesquisador do Centro de Tecnologia Canavieira, Fazenda Santo Antonio s/n, Caixa Postal 169, CEP 13400-970 (SP). E-mail:felipehgomes@hotmail.com

⁽³⁾Professor do Departamento de Ciência do Solo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP. Dias 11, CEP 13418-900 Piracicaba (SP). Bolsista do CNPq. E-mail: pablo@esalq.usp.br

⁽⁴⁾Professor do Departamento de Engenharia da Universidade de São Paulo, Campus Universitário São Paulo, São Paulo, SP, Brazil. E-mail: xoseluis.tero@uol.com.br

da denominação “tiônico” no quarto nível categórico desta ordem, além da adoção de um critério químico na distinção das subordens.

Termos de indexação: Espodossolo, podzolização, solos tiomórficos, vegetação de restinga.

SUMMARY: SOILS UNDER RESTINGA VEGETATION ON THE CARDOSO ISLAND (SP). I - CHARACTERIZATION AND CLASSIFICATION

Restinga is a typical vegetation on quartzitic, sandy, nutrient-poor parent materials along the Brazilian coast. Soils under restinga vegetation on the Ilha do Cardoso (SP) were studied to understand their genesis and to improve the Brazilian Soil Classification System (SiBCS). Thus, a physical, chemical and detailed morphological characterization was carried out. The results evidenced aquic, sandy, very acid soils with variable organic matter content, in which podzolization is the main pedogenic process. Sulphidic materials also occur due to the influence of different underlying iron sulphide-bearing materials, not related to podzolization. The main factors that affect soil distribution are the age of parent material and the microtopography, which reflects the influence of the water table. The studied Spodosols are holocene and podzolization depends on aquic conditions, which is determinant for the genesis of the spodic horizon. The SiBCS classification of the Spodosol order at the 2nd category level (suborder) is misleading, mainly in relation to the accumulation of iron in the spodic horizon. Chemical criteria in the suborder definition of the SiBCS should be defined and the “thionic” qualifier at the 4th category level should be included due to the possibility of formation of acid sulphate soils in artificially drained areas.

Index terms: Spodosols, podzolization, acid sulphate soils, restinga vegetation.

INTRODUÇÃO

De acordo com Suguio & Tessler (1984), a denominação “restinga” é empregada na literatura brasileira com diferentes acepções, podendo ser usada tanto para designar vários tipos de depósitos litorâneos quanto a outras feições costeiras, e até mesmo a vegetação. Neste último caso, designaria uma vegetação arbustivo-arbórea característica de zonas costeiras arenosas. Os diferentes tipos de vegetação ocorrentes nas restingas brasileiras variam desde formações herbáceas, passando por formações arbustivas, chegando a florestas cujo dossel não ultrapassa 20 m de altura (Silva, 1999). O termo utilizado neste trabalho será “vegetação de restinga” e corresponde a uma planície arenosa com vegetação arbórea.

Os solos sob vegetação de restinga são arenosos, quimicamente pobres, tendo como principal fonte de nutrientes o spray marinho (Araújo & Lacerda, 1987; Leão & Dominguez, 2000). Trabalhos realizados na costa brasileira mostram que, sob essa vegetação, as principais classes de solos encontradas são Espodossolos e Neossolos Quartzarênicos (Moura Filho, 1998; Gomes et al., 1999; Pessi, 1999); muitas

Os Espodossolos (antigamente denominados Podzóis) são solos minerais, com seqüência de horizontes A-E-Bh e, ou, Bse, ou, Bhs-C. São solos arenosos, sendo raras as citações de outras texturas. Os Neossolos Quartzarênicos (antigos Quartzozas) são solos minerais de seqüência de horizontes A-C e diferem dos anteriores pelo horizonte espódico. Sua localização em relação aos Espodossolos é de maior proximidade imediatamente após as praias, enquanto predominam em posições mais afastadas e correspondentes às planícies costeiras denominadas “restingas” (Oliveira et al., 1992).

Em geral, os Espodossolos são encontrados freqüentemente em regiões sob clima tropical, vegetação de coníferas do hemisfério norte (Gómez & Macías, 1985; Courchesne & Hendershott, 1990; Lundström et al., 2000; van Breemen & Hinsman, 2002). Fora desse clima, ocorrem em maior origem quartzosos e pobres, tanto sob clima tropical quanto subtropical (van Breemen & Buurman, 1990), que ocorrem em planícies arenosas sob clima temperado. Os Neossolos Quartzarênicos são morfológicamente similares àqueles encontrados em regiões temperadas, porém sua gênese

SOLOS SOB VEGETAÇÃO DE RESTINGA NA ILHA DO CARDOSO (SP): I - CARACTERIZAÇÃO...

chegando a formar os Espodossolos "gigantes". Matéria orgânica dissolvida (MOD) e Al são dominantes nos horizontes B destes solos; a MOD contém apreciáveis teores de polissacarídeos, os quais não são precipitados via complexação com metais, sendo grande parte da MO precipitada fisicamente. Aliado a isso, os baixos teores de Fe nestes ambientes hidromórficos reduzem a precipitação química (van Breemen & Buurman, 2002).

No Brasil, estudos sobre Espodossolos não são comuns, porém têm destaque os realizados em solos localizados na Amazônia que ocorrem em transições Espodossolo-Latossolo (Lucas et al., 1987; Bravard & Righi, 1989; Dubroeucq & Volkoff, 1998; Mafra et al., 2002). Em regiões costeiras, Gomes et al. (1998) estudaram restingas na região norte do Estado do Rio de Janeiro, encontrando Espodossolos e Neossolos Quartzarénicos intermediários para Espodossolo, assim como Moura Filho (1998) em solos na costa alagoana.

A escassez de estudos sobre Espodossolos no Brasil levou esta ordem a ser uma das menos estruturadas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). Na sua classificação utilizam-se critérios derivados da *World reference base for soil resources* (FAO, 1994) e da *Soil Taxonomy* (Estados Unidos, 1994).

Este trabalho teve como objetivo realizar uma caracterização física, química e morfológica de solos sob vegetação de restinga, a fim de compreender os fatores que influem em sua gênese, bem como dar subsídios para o aprimoramento da ordem Espodossolos no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.

MATERIAL E MÉTODOS

Meio físico

A área em estudo está localizada na porção nordeste da Ilha do Cardoso (Figura 1), em uma parcela de 10 ha, sob vegetação de restinga, incluída no projeto "BIOTA - parcelas permanentes", inserida no Parque Estadual da Ilha do Cardoso.

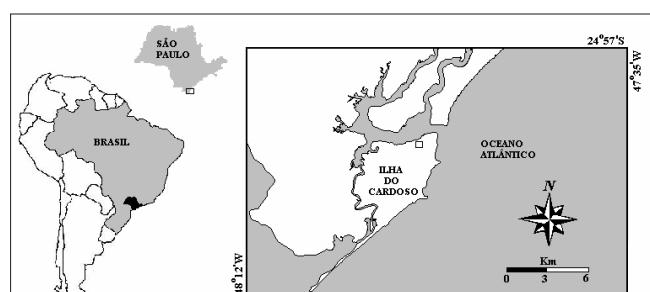
A geologia da Ilha do Cardoso é basicamente por rochas cristalinas pré-cambrianas com sedimentos quaternários de origem marinha nas bordas (Petri & Fúlfaro, 1970). Esses sedimentos são predominantemente holocénicos, relacionados à Transgressão Santos, e são compostos de areias muito fina bem selecionada (Suguió & Marinho, 1993), situando-se nas partes externas expostas ao vento aberto, enquanto nas porções internas e protegidas predominam depósitos estuarinos de natureza argilosa. Por outro lado, na porção norte da ilha, foi preservado um importante testemunho de solos arenosos pleistocénicos relacionados à Transgressão Cananéia (Suguió, 1993).

Segundo Melo & Mantovani (1994), dados do biênio 1990-1991 em altitudes mais baixas (até 10 metros) revelaram que a média das temperaturas mínimas está em torno de 19 °C; a média das máximas, em torno de 27 °C; e a precipitação anual, entre 1.800 e 2.000 mm, com clima tropical, segundo o modelo de classificação climática de Köppen.

O mapa de solos ultradetalhado da parcela (Figura 2) mostra quatro unidades de manejo diferentes. De modo geral, ocorrem Neossolos Quartzarénicos na porção norte e Espodossolos, Ferrocárbicos e Organossolos Tiomórficos na porção sul da parcela. A ocorrência dos Neossolos na porção sul da atual linha de costa estaria relacionada à menor nível de material de origem, ao passo que os Espodossolos e Organossolos ocorrem em cotas ligeiramente elevadas, com pedogênese mais evidente, tornando impossível separar outras unidades de mapa, apesar do detalhe do mapa, devido à complexidade da sua ocorrência (Gomes & Vidal-Torrado, 2002).

Análise estrutural

Com base no mapa de solos (Figura 2), foram traçadas duas transecções (H e 14), práticas que visam abranger todas as classes de solos encontrados na parcela onde foram realizadas as análises estruturais conforme o método de Boulet et al. (1982), descrevendo-se a seguir.



se a morfologia de 20 em 20 m, além das trincheiras, e aumentando o número de descrições entre os pontos quando necessário. Devido às condições de encharcamento da maior parte da área, foi utilizada a tradagem com um tubo de PVC envolvendo o tradô, evitando, assim, o desmoronamento de material.

A área apresenta Neossolos Quartzarênicos ao norte, e a linha que divide estes com os restantes ocorre em uma antiga crista praial, onde há uma pequena elevação de cerca de 1 m. Na porção oeste ocorre ligeira depressão, onde aparece o horizonte glei oriundo de material de origem diferenciado, o qual aparece também no perfil H16.

Análises laboratoriais

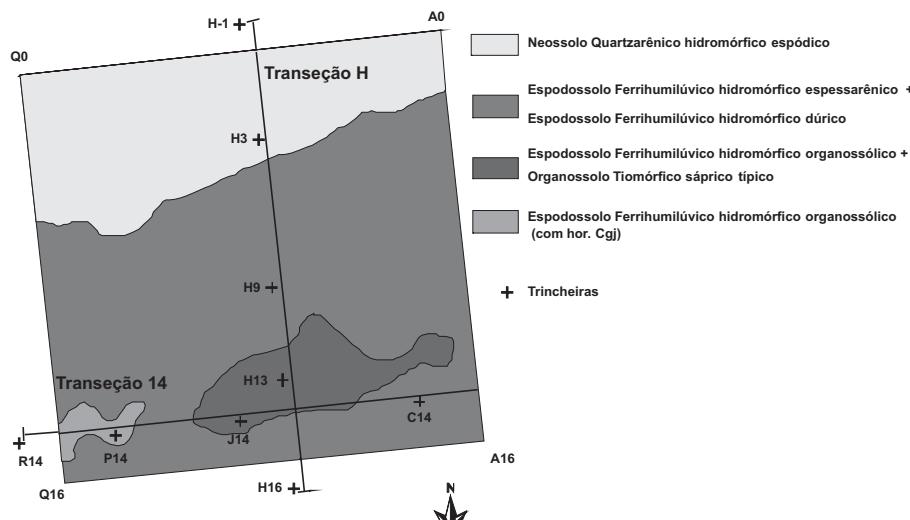
Foram escolhidos e analisados nove perfis representativos das duas transecções, conforme a figura 2. A descrição morfológica e a determinação dos horizontes foram realizadas de acordo com o descrito por Santos et al. (2005).

Foram coletadas amostras dos horizontes para caracterização física e química. As análises químicas e físicas foram feitas na TFSA (terra fina seca ao ar). A análise granulométrica foi realizada pelo método da dispersão, utilizando hidróxido de sódio 0,1 mol L⁻¹, de acordo com Embrapa (1997). Para confirmar a presença de sulfetos, foi realizada a MEV (microscopia eletrônica de varredura) na fração densa (densidade > 2,89 kg dm⁻³) da TFSA de um desses horizontes (2Cgj2 do perfil H16), utilizando o microscópio eletrônico LEO 4354 VP. Complementando a MEV, foi realizada a espectroscopia de energia dispersiva (EED) na amostra, com microssonda Oxford modelo 300.

Os cátions Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ foram extraídos com solução KCl 1 mol L⁻¹. A extração de H + Al foi realizada com solução de acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹, pH 7,0. Os teores de P, Na⁺ e K⁺ foram extraídos com solução de H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹ + HCl 0,0125 mol L⁻¹. Os teores de Ca²⁺ e Mg²⁺ foram determinados por espectroscopia de absorção atômica; K⁺ e Na⁺ por fotometria de chama; e Al³⁺ e H + Al, por titulação. O pH foi determinado em água, na proporção 1:2,5, após agitação e repouso de uma hora, em potenciômetro. Todos esses procedimentos foram realizados de acordo com Embrapa (1997). Os teores de carbono orgânico total e o de S total foram determinados em analisadores elementares, sendo o CNH-1000 para o carbono e o Leco 100 S para o S total.

A determinação de sulfato solúvel (SO₄²⁻) foi realizada por cromatografia iônica de alta resolução, utilizando um equipamento Dionex. Foi utilizada a técnica de equilíbrio, que é obtida através da relação 1:20, homogeneizando duas vezes ao dia, durante 24 horas, e extraíndo o sobrenadante por filtração.

As seguintes extrações seletivas foram realizadas: extração com oxalato de amônio – feita de acordo com Buurman et al. (1996), na ausência de sulfetos; determinação de Fe e Al por espectroscopia de absorção atômica – determinação da densidade ótica (DO_{ox}) do mesmo, tendo o branco como referência; extração com colorímetro no comprimento de onda de 420 nm, como recomendado para Espodossolos (Soil Taxonomy (Estados Unidos, 1999); e extração com citrato de sódio – determinação do citrato de sódio – determinado por espectrofotometria de absorção atômica (Bunn et al., 1996).



Foi realizado também o ataque sulfúrico de acordo com Embrapa (1997), conforme recomendação de Santos et al. (2003), nos horizontes com teores mais elevados de Fe e Al, utilizando-se de H_2SO_4 1:1; o Fe foi determinado por espectroscopia de absorção atômica, e o Al, por complexometria com CDTA.

A solução do solo foi obtida utilizando-se um lisímetro de tensão com cápsula porosa, submetido a pressão negativa. Após coleta, a solução foi armazenada em local refrigerado (4 °C), determinando-se o pH no dia seguinte.

Para estudo da idade de estabilização do material de origem, foram utilizadas pela técnica do ^{14}C duas amostras de material vegetal, de acordo com Pessenda & Camargo (1991), utilizando uma raiz morta encontrada no perfil H9, a 180 cm de profundidade, e um tronco caído e soterrado no perfil H3 a 40 cm de profundidade.

RESULTADOS

A caracterização morfológica dos solos (Quadro 1) evidenciou a ocorrência de cores mais escuras (horizonte espódico) em profundidade, com ou sem presença de horizonte E, na maioria dos solos (Figura 3). A transição entre os horizontes espódicos e os suprajacentes foi geralmente ondulada e abrupta ou clara. Apenas os perfis H-1 e H3 não apresentaram horizonte espódico, embora no perfil H3 tenha ocorrido um horizonte C1 delgado com cores mais acinzentadas, indicando início de formação de um horizonte eluvial (horizonte E). Entre os perfis que apresentaram o horizonte espódico, apenas o Organossolo (perfil J14) não apresentou horizonte E. Nos Espodossolos, este horizonte apresentou variadas espessuras, desde 8 cm (perfil H16) até 67 cm (perfil H9).

Os horizontes espódicos apresentaram coloração mais escura no topo, que geralmente tornou-se mais brunada, com cores mais vivas, em profundidade. Não apresentaram unidades estruturais definidas, sendo o grau da estrutura descrito como grãos simples (não coerente) ou maciça (coerente), quando cimentados. Apenas alguns horizontes superficiais mais ricos em MO apresentaram agregados granulares de grau forte.

Os horizontes glei (2Cgj) e hístico (H) são os que apresentam consistência (quando molhada) de maior plasticidade e pegajosidade. Quanto à cimentação, ocorrem desde horizontes espódicos não cimentados até extremamente cimentados, geralmente no topo do horizonte glei.

A análise estrutural da transeção H (Figura 4) apresenta dois trechos distintos. O primeiro vai até o perfil H3, de cota mais baixa e sem o desenvolvimento

de 1.500 ± 60 anos AP (antes do presente). O trecho, em cota mais elevada, apresenta desenvolvimento deste horizonte, com espessuras e denominações variadas (Bhs ou Bs - dependendo da cota), chegando a apresentar endurecimento (perfil H13).

A datação do material vegetal (raiz morta, semelhante ao material de origem) de profundidade no perfil H9 mostrou idade de 4.690 ± 80 anos AP. Neste trecho, mais elevado, o horizonte E também foi variado, sendo mais espesso e com maior elevação (antigo horizonte E, onde apresentou maior elevação (antigo horizonte E, como o perfil H9). No final da transeção, onde a cota é mais baixa, ocorreu um horizonte E.

A transeção 14 (Figura 5) apresentou o horizonte espódico em toda a sua extensão; na cota intermediária ocorreu um horizonte hístico, com espessura de 70 cm. No trecho final, próximo ao manguezal (perfil R14), este horizonte não aparece, porém em menor espessura. A cimentação ocorreu em grande parte do horizonte espódico, sendo variável de fraca a extremamente cimentada. O horizonte E mostrou composição semelhante ao observado na transeção H, de acordo com a microtopografia.

Nas duas transecções, a ocorrência de horizonte hístico implicou maior espessura do Bhs, quando comparado ao horizonte E, com menor espessura ou ausência do horizonte E.

Em relação à granulometria (Quadro 2), os solos são arenosos, com predominância da fração areia, em profundidade, alguns solos apresentaram textura fina, notadamente o perfil H16 (horizonte 2Cgj2). Também é notado ligeiro incremento de argila nos horizontes espódicos e meso-hídricos (horizonte C) (a partir de C4) dos Neossolos Quarteados.

A caracterização química (Quadro 3) mostrou variabilidade, variando de forte a extremamente ácidos (Silveira et al., 1999), com os valores de pH obtidos diminuindo em profundidade. Os teores de Al aumentaram sensivelmente em profundidade, nos perfis H16, P14 e H3, acompanhado de diminuição dos valores de pH. Mesmo em outros perfis, como J14, R14, H9 e H13, onde os teores de Al diminuíram com profundidade, os teores de pH aumentaram, em mais de uma unidade. Os teores de SO_4^{2-} diminuíram com profundidade, com uma tendência semelhante à de S, sendo maior no horizonte Glei, também onde os valores de pH foram maiores. Os valores de pH obtidos na solução do solo mostraram uma tendência de serem mais elevados que os de TFSAs, principalmente em profundidade, que é altamente dependente da MO, com elevados teores de Al trocável. A relação C/N dos horizontes subhídricos apresentou valor mínimo de 16,4, chegando a 20,2 no horizonte Glei.

Quadro 1. Dados morfológicos dos perfis de solos estudados na parcela permanente sob vegetação de restinga do projeto BIOTA Parcelas Permanentes, Ilha do Cardoso, Cananéia (SP)

Horizonte	Profundidade	Cor predominante		Unidade Estrutural	Grau ⁽¹⁾	Consistência Molhada ⁽²⁾	Cimeira					
		Seca	Úmida									
m												
Munsell												
H-1 – Neossolo Quartzarênico hidromórfico espódico												
A	0–0,20	7,5YR 6/1	5 YR 3/1	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
C1	0,20–0,55	7,5YR 8/1	5 YR 6/1	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
C2	0,55–0,75	7,5YR 6/1	7,5 YR 3/1	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
C3	0,75–0,85	7,5YR 6/1	7,5 YR 3/2	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
C4	0,85–1,05+	10YR 5/4	10 YR 2/2	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
H3 – Neossolo Quartzarênico hidromórfico espódico												
A	0–0,18	10YR 3/2	10YR 2/1	granular	forte	lig. pl. e lig. peg.	não					
C1	0,18–0,21	7,5YR 6/1	10YR 4/2	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
C2	0,21–0,45	10YR 6/4	10 YR 3/4	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
Cg1	0,45–0,65	10YR 5/2	10YR 4/2	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
Cg2	0,65–1,00	10YR 5/3	10YR 3/2	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
Cgj1	1,00–1,30	10YR 6/3	10YR 4/2	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
Cgj2	1,30–1,50	10YR 6/2	10YR 4/2	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
Cgj3	1,50–1,80	10YR 6/1	10YR 5/1	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
Cgj4	1,80–2,10	10YR 4/2	10YR 3/2	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
H9 – Espodossolo Ferrihumilúvico hidromórfico espessarênico												
A	0–0,20	10YR 5/1	10 YR 4/1	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
AE	0,20–0,28	10YR 6/1	10YR 4/1	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
E1	0,28–0,41	7,5YR 7/1	10 YR 5/1	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
E2	0,41–0,95	7,5YR 8/1	10 YR 7/1	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
Bhs	0,95–1,03	10YR 3/2	10 YR 3/1	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
Bhsj1	1,03–1,35 (1,30–1,40)	10YR 4/2	10 YR 2/2	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
Bhsj2	1,35–1,80	10YR 5/3	10 YR 4/2	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
Bhsj3	1,80–2,10	10YR 5/2	10 YR 2/1	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
Bhsj4	2,10–2,50	10YR 4/2	10 YR 3/2	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
Bhsj5	2,50–2,80	10YR 4/2	10 YR 2/1	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
H13 – Espodossolo Ferrihumilúvico hidromórfico organossóllico												
Ho	0–0,10	5YR 3/1	5YR 2,5/1	fibras	-	n. pl. e n. peg.	não					
Hd	0,10–0,28	10YR 4/1	5YR 2,5/1	ausente	maciça	pl. e peg.	não					
E	0,28–0,38	10YR 7/2	10YR 5/2	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
Bhsj1	0,38–0,55	10YR 3/2	10YR 2/1	ausente	maciça	n. pl. e n. peg.	fracam.					
Bhsj2	0,55–0,75	10YR 4/3	10YR 2/2	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
Bsi	0,75–1,30	10YR 4/3	10YR 3/4	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					

SOLOS SOB VEGETAÇÃO DE RESTINGA NA ILHA DO CARDOSO (SP): I - CARACTERIZAÇÃO..

Quadro 1. Continuação

Horizonte	Profundidade	Cor predominante		Unidade Estrutural	Grau ⁽¹⁾	Consistência Molhada ⁽²⁾	Cime					
		Seca	Úmida									
m												
Munsell												
H16 – Espodossolo Ferrihumilúvico hidromórfico arênico												
A	0–0,10	10YR 3/1	10YR 2/1	granular	forte	lig. pl. e lig. peg.	não					
AE	0,10–0,15	10YR 6/1	10YR 4/1	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
E	0,15–0,23	10YR 6/1	10YR 4/2	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
Bhs	0,23–0,40	10YR 4/2	10YR 3/1	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
Bhsj1	0,40–0,54	10YR 3/2	10YR 2/2	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
Bhsj2	0,54–0,62	10YR 2/2	10YR 3/2	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
2Cgj1	0,62–0,80	2,5Y 3/1	G1 3/10Y	ausente	maciça	lig. pl. e peg.	não					
2Cgj2	0,80–1,60+	G1 4/10Y	G1 2,5/10Y	ausente	maciça	pl. e peg.	não					
C14 – Espodossolo Ferrihumilúvico hidromórfico dúrico												
A	0–0,15	10YR 4/1	10YR 3/2	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
AE	0,15–0,20	10YR 7/1	10YR 5/1	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
E	0,20–0,50	10YR 8/1	10YR 7/1	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
Bhs	0,50–0,58	10YR 4/2	10YR 2/1	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
Bhsm1	0,58–0,75	10YR 3/2	10YR 2/1	ausente	maciça	n. pl. e n. peg.	fortem					
Bhsm2	0,75–1,00	10YR 4/3	10YR 3/3	ausente	maciça	n. pl. e n. peg.	fortem					
Bs1	1,00–1,20	10YR 5/3	10YR 4/4	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
Bs2	1,20–1,60	2,5Y 6/6	10YR 4/4	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
Bs3	1,60–1,80	2,5Y 6/4	10YR 5/4	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
Bs4	1,80–2,10	10YR 5/3	10YR 4/3	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
C	2,10–2,40	10YR 6/3	10YR 5/4	Ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
J14 – Organossolo Tiomórfico sáprico típico												
Hd1	0–0,20	5YR 3/1	5YR 2,5/1	ausente	maciça	pl. e peg.	não					
Hd2	0,20–0,50	5YR 3/1	5YR 2,5/1	ausente	maciça	pl. e peg.	não					
Hd3	0,50–0,60	2,5YR 4/3	7,5YR 2,5/2	ausente	maciça	pl. e peg.	não					
Hd4	0,60–0,70	7,5YR 2,5/1	5YR 2,5/1	ausente	maciça	pl. e peg.	não					
Bhsj1	0,70–1,00	7,5YR 3/3	10YR 2/1	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	fracam					
Bhsj2	1,00–1,30+	10YR 5/2	10YR 2/1	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
P14 – Espodossolo Ferrihumilúvico hidromórfico organossólico												
Ho	0–0,12	5YR 3/2	5YR 2,5/2	fibras	-	n. pl. e n. peg.	não					
Hd	0,12–0,22	10YR 3/1	10YR 2/1	ausente	maciça	lig. pl. e lig. peg.	não					
E1	0,22–0,40	10YR 7/1	10YR 5/1	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
E2	0,40–0,60	10YR 5/2	10YR 3/2	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
Bhsj1	0,60–0,95	10YR 4/3	10YR 3/3	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
Bhsj2	0,95–1,03	10YR 4/4	10YR 2/2	ausente	maciça	n. pl. e n. peg.	fortem					
2Cgj	1,03–1,40+	G1 5/10Y	G1 3/10 Y	ausente	maciça	lig. pl. e lig. peg.	não					
R14 – Espodossolo Ferrihumilúvico hidromórfico organossólico												
Ho	0–0,07	5YR 3/2	5YR 2,5/2	fibras	-	n. pl. e n. peg.	não					
A	0,07–0,14	10YR 6/1	10YR 3/2	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
E	0,14–0,23	10YR 6/2	10YR 3/2	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
Bhsj	0,23–0,30	10YR 4/2	10YR 2/1	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					
Bhsmj	0,30–0,45	10YR 2/2	10YR 2/1	ausente	maciça	n. pl. e n. peg.	extrem					
Cgj	0,45–0,60+	10YR 6/1	10YR 4/1	ausente	g. simples	n. pl. e n. peg.	não					

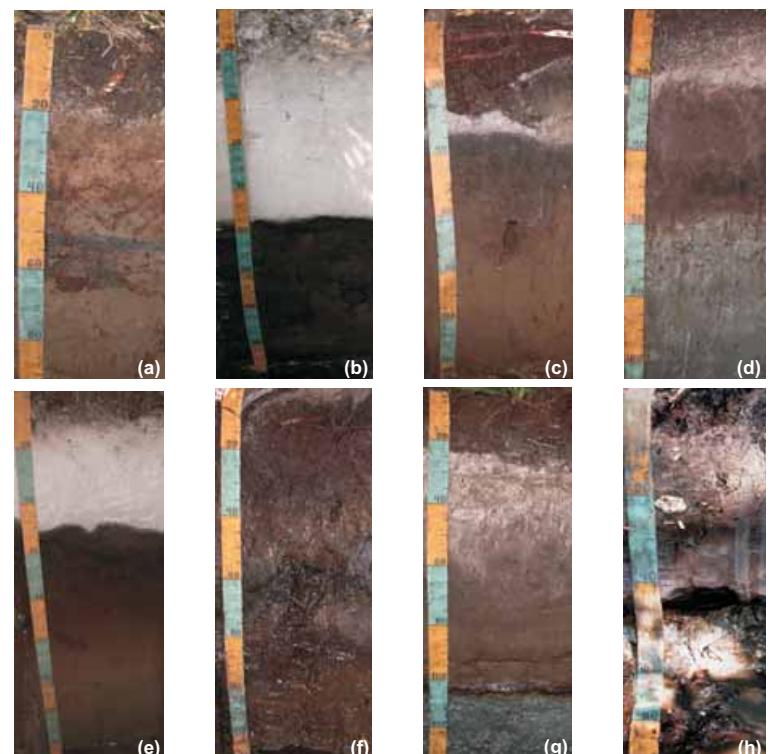


Figura 3. Fotos dos perfis estudados, evidenciando a variação de horizontes dos solos estudados sob de mata de restinga na Ilha do Cardoso, Cananéia, SP. Na transeção H, o perfil H16 apresenta o 2Cgj com descontinuidade evidente (d), assim como o perfil P14 da transeção 14 (g). No perfil o ortstein está sobre o horizonte Cgj, erodido.

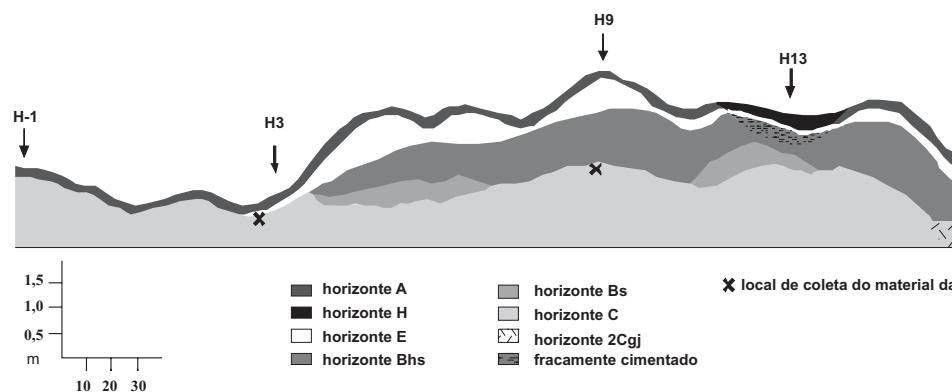


Figura 4. Estrutura da transeção H dos solos estudados sob vegetação de mata de restinga na Ilha de Cananéia (SP).

e predominância do Al em relação ao Fe. Os valores de PO_4^{3-} apresentaram aumento em subsuperfície

A microscopia eletrônica de varredura mostrou, nos horizontes 2Cgj, a presença de

SOLOS SOB VEGETAÇÃO DE RESTINGA NA ILHA DO CARDOSO (SP): I - CARACTERIZAÇÃO...

Quadro 2. Granulometria dos perfis de solos estudados na parcela permanente sob vegetação de restinga do projeto BIOTA Parcelas Permanentes, Ilha do Cardoso, Cananéia (SP)

Horizonte	Profundidade	Areia ⁽¹⁾					Silte	Argila	Classe tex			
		MG	G	M	F	MF						
		m										
		g kg ⁻¹										
		H1 – Neossolo Quartzarênico hidromórfico espódico										
A	0–0,20	0	0	20	920	20	0	40	Areia			
C1	0,20–0,55	0	0	30	960	10	0	0	Areia			
C2	0,55–0,75	0	0	30	940	30	0	0	Areia			
C3	0,75–0,85	0	0	20	940	20	0	20	Areia			
C4	0,85–1,05+	0	0	10	930	20	0	40	Areia			
		H3 – Neossolo Quartzarênico hidromórfico espódico										
A	0–0,18	0	0	80	770	60	40	50	Areia			
C1	0,18–0,21	0	0	40	910	20	10	20	Areia			
C2	0,21–0,45	0	0	10	940	30	0	20	Areia			
Cg1	0,45–0,65	0	0	10	880	70	30	10	Areia			
Cg2	0,65–1,00	0	0	0	900	50	20	30	Areia			
Cgj1	1,00–1,30	0	0	10	800	40	100	50	Areia			
Cgj2	1,30–1,50	0	0	0	880	40	40	40	Areia			
Cgj3	1,50–1,80	0	0	0	880	40	20	60	Areia			
Cgj4	1,80–2,10	0	0	0	850	50	20	80	Areia			
		H8 – Espodossolo Ferríhumilúvico hidromórfico espessarênico										
A	0–0,20	0	0	10	950	10	0	30	Areia			
AE	0,20–0,28	0	0	10	960	10	0	20	Areia			
E1	0,28–0,41	0	0	10	960	10	0	20	Areia			
E2	0,41–0,95	0	0	0	970	10	0	20	Areia			
Bhs	0,95–1,03	0	0	0	920	20	10	50	Areia			
Bhsj1	1,03–1,35 (1,30–1,40)	0	0	0	920	30	10	40	Areia			
Bhsj2	1,35–1,80	0	0	0	930	30	10	30	Areia			
Bhsj3	1,80–2,10	0	0	20	790	10	120	60	Areia			
Bhsj4	2,10–2,50	0	0	110	790	20	40	40	Areia			
Bhsj5	2,50–2,80	0	0	10	890	20	20	60	Areia			
		H13 – Espodossolo Ferríhumilúvico hidromórfico organossóllico										
Ho	0–0,10	...	...	...	...	...	...	...	...
Hd	0,10–0,28	...	...	...	...	...	...	...	...
E	0,28–0,38	0	0	10	940	20	0	30	Areia			
Bhsj1	0,38–0,55	0	0	0	940	30	0	30	Areia			
Bhsj2	0,55–0,75	0	0	0	930	30	0	40	Areia			
Bsj	0,75–1,30	0	0	10	890	50	10	40	Areia			
Cgi	1,30–1,65	0	0	0	860	40	60	40	Areia			

Quadro 2. Continuação

SOLOS SOB VEGETAÇÃO DE RESTINGA NA ILHA DO CARDOSO (SP): I - CARACTERIZAÇÃO...

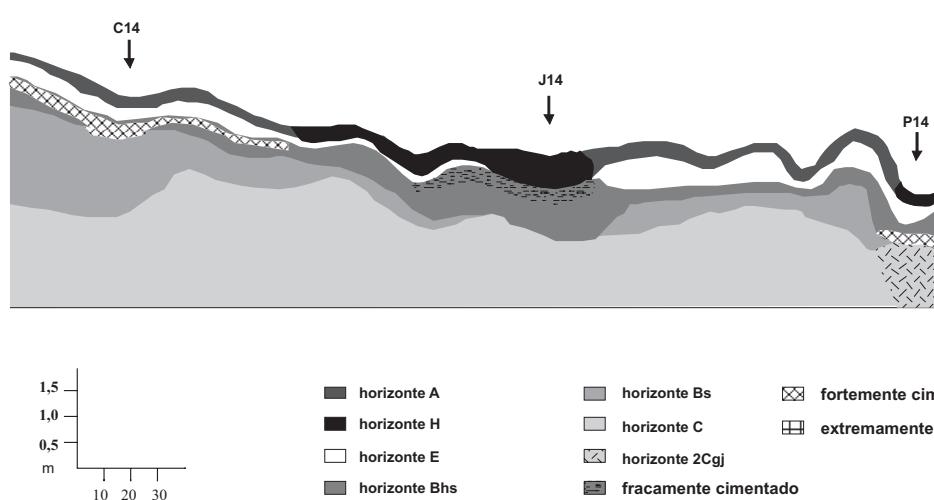
Quadro 3. Dados químicos dos perfis de solos estudados na parcela permanente sob vegetação de restinga do projeto BIOTA Parcelas Permanentes, Ilha do Cardoso, Cananéia (SP)

Hor.	Profundidade	pH	pH _{sat} ⁽¹⁾	SB	Al ³⁺	T	V	m	C	N	S	SO ₄ ²⁻	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Fe ⁴⁺	Al ²⁺	Al ³⁺	Al ⁴⁺	C/N	
m																				
— cmol. kg ⁻¹ — — % — — dag kg ⁻¹ — — dag L ⁻¹ — — dag kg ⁻¹ — —																				
H-1 – Neossolo Quartzarênico hidromórfico espódico																				
A	0–0,20	4,6	...	1,0	4,3	9,0	11	82	2,06	0,12	0,01 < 0,01	< 0,01	0,01	0,01	...	0,01	0,01	...	17,1	
C1	0,20–0,55	4,4	...	0,6	0,4	1,2	50	37	0,10	0,05	0,00 < 0,01	< 0,01	0,01	0,01	...	0,01 < 0,01	...	2,0		
C2	0,55–0,75	4,7	...	0,5	1,1	2,6	21	68	0,13	0,06	0,00 < 0,01	< 0,01	0,01	0,01	...	0,01	0,01	...	2,1	
C3	0,75–0,85	4,6	...	0,6	0,7	1,8	34	55	0,17	0,05	0,00 < 0,01	< 0,01	0,01	0,01	...	0,01	0,01	...	3,4	
C4	0,85–1,05+	4,5	...	0,6	3,9	7,7	8	87	0,51	0,06	0,01 < 0,01	< 0,01	0,01	0,01	...	0,05	0,06	...	8,0	
H3 – Neossolo Quartzarênico hidromórfico espódico																				
A	0–0,18	4,1	...	3,3	20,7	43,0	8	86	7,24	0,39	0,69	0,01	0,05	0,06	0,06	0,06	0,05	...	18,0	
C1	0,18–0,21	4,2	...	0,7	1,7	3,6	19	72	0,47	0,05	0,01 < 0,01	< 0,01	0,01	0,01	...	0,02	0,01	...	9,0	
C2	0,21–0,45	4,5	5,5	0,7	4,7	9,2	7	88	0,70	0,06	0,01 < 0,01	< 0,01	0,01	0,01	...	0,07	0,08	...	11,7	
Cg1	0,45–0,65	4,6	5,8	0,5	2,4	4,8	10	83	0,45	0,05	0,01 < 0,01	< 0,01	0,01	0,01	...	0,04	0,06	...	9,0	
Cg2	0,65–1,00	3,7	5,7	0,9	4,6	8,5	10	84	0,53	0,06	0,04	0,06	0,01	0,03	...	0,05	0,08	...	8,8	
Cg1	1,00–1,30	3,5	5,9	1,5	3,0	5,5	28	66	0,53	0,07	0,08	0,14	0,02	0,03	...	0,05	0,04	...	7,6	
Cg2	1,30–1,50	3,3	...	0,5	4,0	6,0	8	89	0,23	0,05	0,07	0,15	0,03	0,04	...	0,05	0,03	...	4,6	
Cg3	1,50–1,80	3,1	...	1,7	4,0	6,7	26	70	0,22	0,04	0,25	0,43	0,08	0,10	...	0,05	0,04	...	5,0	
Cg4	1,80–2,10	2,9	...	3,9	8,0	13,9	28	67	0,90	0,09	0,53	0,62	0,12	0,17	...	0,06	0,04	...	10,0	
H9 – Espodossolo Ferrirhumilúvico hidromórfico espessarênico																				
A	0–0,20	4,7	6,0	1,4	4,7	10,3	13	77	1,64	0,10	0,01 < 0,01	< 0,01	0,01	0,01	...	< 0,01	0,01	...	16,4	
AE	0,20–0,28	4,6	...	0,8	0,8	2,1	36	49	0,29	0,07	0,01 < 0,01	< 0,01	0,01	0,01	...	< 0,01	< 0,01	...	4,1	
E1	0,28–0,41	4,8	...	0,3	0,4	1,0	26	61	0,08	0,02 < 0,01	< 0,01 < 0,01	< 0,01	0,01	0,01	...	< 0,01	< 0,01	...	4,0	
E2	0,41–0,95	5,0	4,7	0,5	0,0	0,5	100	0	0,03	0,02 < 0,01	< 0,01 < 0,01	< 0,01	0,01	0,01	...	< 0,01	< 0,01	...	1,7	
Bhs	0,95–1,03	4,2	4,8	0,8	16,7	31,1	3	96	2,86	0,11	0,05 < 0,01	< 0,01	0,01	0,08	0,16	0,20	0,52	26,0		
Bhsj1	1,03–1,35	3,4	5,1	0,5	9,1	15,8	3	95	1,71	0,08	0,09	0,09	0,02	0,03	0,17	0,10	0,12	0,33	21,4	
(1,30–1,40)																				
Bhsj2	1,35–1,80	3,4	...	0,5	8,5	14,9	4	94	0,90	0,05	0,11	0,14	0,03	0,04	0,38	0,08	0,09	0,42	18,0	
Bhsj3	1,80–2,10	2,9	...	0,3	2,8	5,8	5	90	0,70	0,08	0,06	0,13	0,02	0,03	...	0,04	0,03	...	8,8	
Bhsj4	2,10–2,50	2,8	...	0,2	2,0	4,2	5	90	0,50	0,06	0,03	0,03	0,01	0,02	...	0,03	0,01	...	8,5	
Bhsj5	2,50–2,80	2,9	...	0,2	2,4	6,2	3	92	1,01	0,05	0,06	0,08	0,01	0,02	...	0,05	0,04	...	20,3	
H13 – Espodossolo Ferrirhumilúvico hidromórfico organossóllico																				
Ho	0–0,10	3,8	...	12,0	62,9	134,0	9	84	31,90	1,53	0,26 < 0,01	< 0,01	0,05	0,09	...	0,08	0,11	...	20,8	
Hd	0,10–0,28	4,0	...	3,0	52,6	105,3	2	95	24,10	0,54	0,12	0,01	0,01	0,02	...	0,04	0,04	...	44,6	
E	0,28–0,38	4,3	...	0,5	1,3	2,9	16	73	0,47	0,05	0,06 < 0,01	< 0,01 < 0,01	< 0,01	0,01	...	< 0,01	< 0,01	...	9,4	
Bhsj1	0,38–0,55	3,3	...	0,4	13,3	23,7	2	97	3,03	0,09	0,12	0,04	< 0,01	0,01	...	0,12	0,14	...	33,7	
Bhsj2	0,55–0,75	3,2	...	0,6	9,1	15,8	4	94	1,55	0,04	0,11	0,10	0,02	0,04	...	0,09	0,14	...	38,8	
Bsj	0,75–1,30	3,3	...	0,2	8,0	12,5	2	97	0,88	0,05	0,09	0,14	0,03	0,05	0,15	0,09	0,11	0,47	17,6	
Cgj	1,30–1,65	3,1	...	0,6	7,0	6,6	9	92	0,20	0,06	0,17	0,37	0,08	0,10	...	0,05	0,04	...	3,3	
H16 – Espodossolo Ferrirhumilúvico hidromórfico arênico																				
A	0–0,10	4,1	...	3,0	13,8	29,4	10	82	6,77	0,39	0,06	0,03	0,02	0,04	...	0,02	0,02	...	17,4	
AE	0,10–0,15	4,1	5,5	0,5	2,6	5,2	10	84	0,97	0,07	0,01 < 0,01	< 0,01	0,01	0,01	...	< 0,01	< 0,01	...	13,9	
E	0,15–0,23	3,9	...	0,3	1,2	2,3	15	77	0,37	0,03	0,01 < 0,01	< 0,01	0,01	0,01	...	< 0,01	< 0,01	...	12,3	
Bhs	0,23–0,40	4,1	5,2	0,6	7,9	14,8	4	93	1,58	0,08	0,04 < 0,01	< 0,01 < 0,01	< 0,01	0,01	...	0,05	0,06	...	19,8	
Bhsj1	0,40–0,54	3,0	...	0,7	13,7	23,0	3	95	1,89	0,09	0,15	0,21	0,06	0,07	0,17	0,09	0,14	0,31	21,0	
Bhsj2	0,54–0,62	2,4	...	0,4	28,9	39,3	1	99	1,64	0,08	0,49	1,31	0,31	0,32	0,47	0,12	0,17	0,44	20,5	
2Cgj1	0,62–0,80	3,0	5,3	2,1	30,0	42,1	5	94	4,16	0,17	1,11	1,36	0,37	0,42	...	0,29	0,28	...	24,5	
2Cgj2	0,80–1,60+	2,9	5,7	10,6	24,1	43,6	24	69	2,87	0,15	1,20	1,05	0,46	0,47	...	0,14	0,12	...	19,1	
C14 – Espodossolo Ferrirhumilúvico hidromórfico dúrico																				
A	0–0,15	4,3	...	2,3	8,5	18,5	12	79	3,58	0,19	0,03	0,01 < 0,01	0,02	0,02	...	0,02	0,01	...	18,8	
AE	0,15–0,20	4,3	5,7	0,3	2,2	4,6	7	87	0,22	0,03	0,01 < 0,01	< 0,01 < 0,01	< 0,01	0,01	...	< 0,01	< 0,01	...	7,3	
E	0,20–0,50	5,0	4,8	0,5	0,6	1,7	29	55	0,03	0,03 < 0,01	< 0,01 < 0,01	< 0,01	0,01	0,01	...	< 0,01	< 0,01	...	1,0	
Bhs1	0,50–0,58	4,0	4,8	0,7	19,6	35,7	2	97	3,74	0,14	0,07	< 0,01 < 0,01	< 0,01	0,01	0,01	...	0,15	0,18	...	26,7
Bhs2	0,58–0,75	4,0	5,1	1,1	33,4	61,9	2	97	6,42	0,19	0,15	0,01	< 0,01	0,02	...	0,44	0,56	...	33,8	
Bhs3	0,75–1,00	4,8	5,3	0,9	10,1	19,7	4	92	1,75	0,08	0,04	< 0,01	0,05	0,09	0,21	0,56	0,78	1,11	21,9	
Bs1	1,00–1,20	4,8	...	1,2	5,0	10,5	12	80	0,98	0,08	0,02 < 0,01	< 0,01	0,06	0,07	0,27	0,46	0,29	0,89	12,3	
Bs2	1,20–1,60	5,0	...	0,7	4,4	8,7	8	87	0,67	0,08	0,01 < 0,01	< 0,01	0,05	0,06	0,30	0,31	0,34	0,83	8,4	
Bs3	1,60–1,80	4,6	...	1,2	3,6	8,0	15	75	0,43	0,06	0,01 < 0,01	< 0,01	0,04	0,04	...	0,22	0,17	...	7,2	
Bs4	1,80–2,10	4,0	...	0,2	0,8	1,7	12	80	0,36	0,04	0,03	0,04	0,02	0,03	...	0,22	0,21	...	9,0	
C	2,10–2,40	4,2	...	0,2	0,7	2,2	10	77	0,16	0,05	0,01	0,02	0,01	0,02	...	0,12	0,14	...	3,2	

Quadro 3. Continuação

Hor.	Profundidade	pH	pH _{ss⁽¹⁾}	SB	Al ³⁺	T	V	m	C	N	S	SO _{4²⁻}	Fe _{o⁽²⁾}	Fe _{d⁽³⁾}	Fe _{s⁽⁴⁾}	Al _{o⁽²⁾}	Al _{d⁽³⁾}	Al _{s⁽⁴⁾}	C
	m				cmol _c kg ⁻¹			%			dag kg ⁻¹		dag L ⁻¹						
J14 – Organossolo Tiomórfico sáprico típico																			
Hd1	0-0,20	3,7	...	6,7	87,6	176,6	4	93	38,70	1,57	0,32	0,03	0,04	0,04	...	0,13	0,14	...	24
Hd2	0,20-0,50	3,8	...	5,9	78,6	158,1	4	93	44,20	1,21	0,26	0,03	0,03	0,04	...	0,09	0,10	...	36
Hd3	0,50-0,60	3,9	...	2,4	41,9	82,7	3	95	41,70	0,64	0,26	0,01	0,01	0,02	...	0,05	0,06	...	65
Hd4	0,60-0,70	3,7	3,5	1,4	48,4	92,7	2	97	20,60	0,36	0,53	0,01	< 0,01	0,01	...	0,22	0,26	...	57
Bhsj1	0,70-1,00	3,1	...	0,3	13,4	22,0	2	98	1,61	0,07	0,15	0,19	0,05	0,06	...	0,11	0,14	...	23
Bhsj2	1,00-1,30+	3,2	...	0,7	16,1	27,0	3	96	2,06	0,08	0,28	0,25	0,08	0,08	...	0,17	0,19	...	25
P14 – Espodossolo Ferrihumílico hidromórfico organossólico																			
Ho	0-0,12	4,2	...	1,2	63,1	124,8	1	96	24,80	1,39	0,18	0,04	0,05	0,08	...	0,05	0,05	...	17
Hd	0,12-0,22	3,8	4,6	3,0	31,6	62,9	5	91	12,10	0,54	0,08	0,01	0,02	0,03	...	0,04	0,04	...	22
E1	0,22-0,40	4,2	...	0,3	2,1	4,0	7	88	0,50	0,07	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	...	0,02	0,01	...	7
E2	0,40-0,60	4,0	5,6	0,6	4,1	8,0	7	88	0,69	0,05	0,02	0,01	< 0,01	0,01	...	0,05	0,05	...	13
Bhsj1	0,60-0,95	3,3	5,8	0,3	7,3	10,8	3	96	0,75	0,05	0,13	0,21	0,05	0,07	...	0,07	0,08	...	15
Bhsj2	0,95-1,03	3,4	5,8	0,5	8,8	13,7	4	94	0,67	0,05	0,22	0,28	0,08	0,10	...	0,14	0,12	...	13
2Cgj	1,03-1,40+	3,2	...	5,2	6,3	13,6	38	55	0,90	0,08	0,65	0,53	0,12	0,11	...	0,06	0,03	...	11
R14 – Espodossolo Ferrihumílico hidromórfico organossólico																			
Ho	0-0,07	4,1	...	51,4	51,5	153,5	34	50	29,90	1,26	0,66	0,28	0,04	0,04	...	0,15	0,13	...	23
A	0,07-0,14	4,2	...	10,1	3,5	16,9	60	26	1,18	0,05	0,07	0,06	< 0,01	0,01	...	0,02	0,01	...	23
E	0,14-0,23	4,2	...	11,6	2,2	15,7	74	16	0,54	0,05	0,06	0,11	< 0,01	0,02	...	0,02	0,01	...	10
Bhsj	0,23-0,30	2,8	...	9,1	8,2	21,4	43	47	0,71	0,06	0,33	0,47	0,10	0,12	0,36	0,05	0,06	0,28	11
Bhsmj	0,30-0,45	3,1	...	2,2	14,0	23,5	10	86	1,45	0,07	0,23	0,30	0,17	0,17	0,30	0,37	0,23	0,56	20
Cgj	0,45-0,60+	3,9	...	12,9	3,4	18,1	71	21	0,27	0,07	0,30	0,31	0,06	0,10	...	0,07	0,05	...	3

⁽¹⁾ pH_{ss}: pH obtido da solução do solo extraída *in situ*. ⁽²⁾ Fe_o e Al_o: Fe e Al extraídos pelo oxalato; Fe_d e Al_d: Fe e Al extraídos pelo citrato-citato. ⁽³⁾ Fe_s e Al_s: Fe e Al extraídos pelo ataque sulfúrico. ⁽⁴⁾ DO_{ox}: densidade ótica obtida no extrato do oxalato.



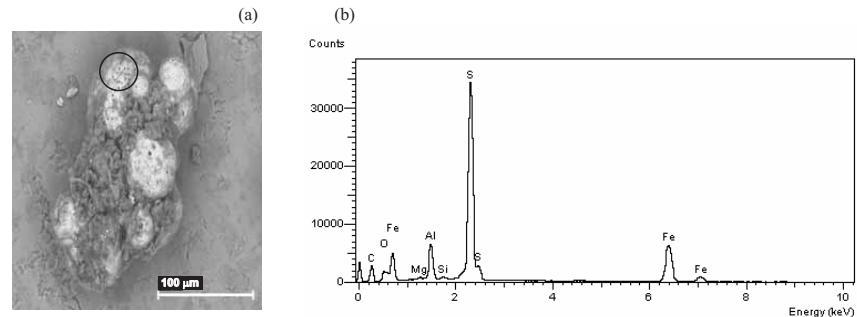


Figura 6. Microscopia eletrônica de varredura (a) e espectroscopia de energia dispersiva (b) de um perfil H16 em estado avançado de oxidação, evidenciado pelos espaços vazios (destaque) e de cristais bem definidos.

DISCUSSÃO

Distribuição dos solos

Os perfis H-1 e H3 (Figura 3) são os mais próximos ao mar e, consequentemente, mais jovens. Apresentaram algumas evidências da podzolização em profundidade, como suave escurecimento e valores ligeiramente mais elevados de Fe e Al nas extrações seletivas e nos valores obtidos na DO_{ox} . Contudo, não chegam a formar o horizonte espódico, sendo intermediários entre Neossolo Quartzarênico e Espodossolo e, por isso, classificados como Neossolo Quartzarênico hidromórfico espódico. O perfil H3 é sensivelmente mais desenvolvido que o H-1, apresentando já um delgado horizonte C1 transicional para E. Este horizonte está acima do tronco caído datado em 1.500 anos AP pelo ^{14}C , o que evidencia o desenvolvimento deste horizonte após a queda deste, pelo processo de podzolização.

Nos perfis mais afastados do mar, a podzolização foi mais intensa e evidente. A estabilização do material sedimentado é pouco superior a 4.690 anos AP, o que se pode concluir com a datação em uma raiz morta do perfil H9, sendo contemporâneo ao nível máximo da Transgressão Santos, de cerca de 5.000 anos AP (Suguió & Martin, 1978), permitindo esse maior desenvolvimento. A coloração do horizonte espódico apresentou, via de regra, valores e cromas baixos, principalmente no topo deste, tendendo a aumentar em profundidade, chegando a originar horizontes Bs. No entanto, esse aumento não foi acompanhado por aumentos expressivos no teor de Fe e, ou, Al.

Características químicas e físicas

Os solos são arenosos, com predominância da fração areia fina devido ao próprio material de origem,

perfis (horizontes 2Cgj dos perfis H16) provavelmente fundo de canal ou baía, com sedimentos arenosos com a elevação do nível (Suguió & Martin, 1978). Corrobora essa hipótese a ocorrência de pirita (Figura 6) neste horizonte, mineral que é formado somente sob condições de mar aberto e com fonte de sulfato (água do mar) e Fe (seja de origem continental), o que ocorre nessas baías (Dent, 1986). Além disso, a forma framboidal é outro indicativo, já que é típica de ambientes marinhos rasos (Giblin, 1988). O fato de esses horizontes apresentarem indícios de degradação indica que estão mais em condições estáveis.

Os Neossolos Quartzarênicos apresentaram um incremento nos teores de argila em profundidade, que pode ser atribuído à mistura com o material de origem, que tem textura mais fina, também de origem diferente, como no caso do material dos perfis H16 e P16, que não chegando a apresentar horizonte descontinuidade no material de origem (2Cgj), o crescimento do pH e aumento dos teores de S no horizonte 2Cgj corroboram essa hipótese.

Os baixos valores de pH de solos sob vegetação de restinga são comuns, visto que os solos se desenvolvem sobre sedimentos arenosos originalmente pobres em bases. Cabe ressaltar, no entanto, que, conforme a outros Espodossolos descritos na costa de São Paulo (Brasil, 1960; Rossi, 1999) e Gomes et al., 1998; Moura Filho, 1998; Gonçalves et al., 1999), os solos da Ilha do Cardoso apresentaram valores mais baixos de pH, o que indica que o material de origem subjacente aos depósitos praiais arenosos aparece em menor profundidade nos perfis H16 e P16, estando ocorrendo sob todos os solos, influenciando os horizontes espódicos. Os valores mais baixos de pH da TFSA em relação aos da solução do solo, de S total e SO_4^{2-} mais elevados em profundidade, em maioria dos solos, aliados ao odor característico de mar, sugerem que os solos da Ilha do Cardoso

apresentando capacidade-tampão, e qualquer quantidade de sulfetos nesse material afeta a acidez de maneira significativa.

Segundo Andriesse (1969), o material de origem pobre em nutrientes exerce papel fundamental na gênese de Espodossolos de regiões tropicais, induzindo o crescimento de espécies vegetais que produzem uma lитеira pobre em bases e com relação C/N elevada. Os horizontes A e H dos solos estudados apresentaram relações elevadas, maiores que 16, chegando a valores maiores que 60 no Organossolo (perfil J14) (Quadro 3). Havlin et al. (2005) indicam que a relação C/N de aproximadamente 20 é o limiar entre a imobilização e a mineralização, o que indica que nos solos estudados a mineralização é mínima ou não ocorre. O horizonte E tende a apresentar valores de pH mais elevados que os demais, por serem lavados e pobres em material orgânico – provável maior fonte de acidez destes solos (Gomes et al., 1998). O cátion dominante no complexo de troca é o Al, resultando em solos álicos. A capacidade de troca catiônica (T) varia muito, acompanhando os teores de carbono orgânico, já que este é o responsável por ela mesma nestes solos, compostos basicamente por areias que pouco contribuem com o valor T (Rossi & Queiroz Neto, 2001), evidenciando a constituição orgânica da fração coloidal desses solos.

Quatro solos apresentaram teores de carbono elevados em superfície, mostrando horizontes de constituição predominantemente orgânica (horizonte hístico). O perfil J14, com 70 cm deste horizonte, foi o único classificado como solo orgânico, sendo denominado Organossolo Tiomórfico sáprico típico pelo SiBCS (Embrapa, 2006). Os perfis H13, P14 e R14 foram classificados como Espodossolo Ferrihumilúvico hidromórfico organossólico, por apresentarem menos de 40 cm de horizonte hístico. Estes solos ocorrem em áreas abaciatedas da planície litorânea (Rossi, 1999); o perfil R14 ocorreu já na transição entre a vegetação de restinga e o manguezal.

Hidromorfia e podzolização

Nos solos estudados, a hidromorfia ocorre sempre em conjunto com a podzolização, o que mascara as feições redoximórficas, devido às colorações “espódicas” (Evans & Mokma, 1996). Estes são os processos pedogenéticos dominantes na gênese desses solos e ocorrem em conjunto, sendo a podzolização dependente da hidromorfia. Andriesse (1969) já postulava que Espodossolos em regiões tropicais úmidas, mal drenados e sobre materiais de origem pobres, apesar da semelhança morfológica com Espodossolos de regiões mais frias, tinham outro mecanismo de formação, no qual a hidromorfia era fundamental no processo, devido à falta de drenagem, impedindo a água rica em material orgânico solúvel de sair do

desenvolvimento deste horizonte nas zonas mais elevadas (Figuras 4 e 5), onde a saturação é muito fraca, consequentemente, o horizonte espódico permanece próximo à superfície. Nesses locais mais baixos, o horizonte hístico, e o horizonte E, além de serem mais delgado, possui cor mais escura, com valores de pH mais baixos, mostrando maior influência do lençol freático neste horizonte. Segundo Evans & Monkman (1996), o horizonte E é o que mais reflete a influência da flutuação do lençol freático, onde ocorre o limite de eluviação quanto de iluviação, e a atual quantidade de constituintes iluviadados é pequena. Desenvolver um horizonte E mais claro indica menor profundidade da eluviação, devido à menor profundidade do lençol.

Quanto aos Espodossolos, pode-se então classificá-los em função das características morfológicas. O primeiro apresentou hidromorfia mais acentuada, com formação de horizonte hístico, sendo representado pelos perfis H13, P14 e R14, além do perfil H16, que não chegou a formar horizonte hístico, apesar de ter o horizonte 2Cgj e teores elevados de carbono orgânico. O segundo é representado pelos perfis C14 e H9, com hidromorfia menos acentuada, já que o primeiro tipo apresentou horizonte E mais escuro, com valores e cromas mais baixos, devido à menor presença do lençol freático neste horizonte. O terceiro tipo seria representado pelos perfis H9 e P14, com posições um pouco mais elevadas, com horizontes mais claros e limite abrupto para o horizonte E.

Classificação

O perfil H9 (Figura 3b), que ocorreu em uma pequena elevação, correspondente a uma área de cordão arenoso, apresentou maior espessura do horizonte E, corroborando a hipótese de que a hidromorfia exerceu papel decisivo na profundidade da ocorrência do horizonte espódico. Este solo é classificado como Espodossolo Ferrihumilúvico hidromórfico espessarênico, devido à espessura do horizonte E com textura arenosa (> 100 cm). O perfil C14 (Figura 3e) também apresentou horizonte E bem desenvolvido, embora menor e com menor espessura, e um horizonte endurecido, que, segundo a nomenclatura do SiBCS (Embrapa, 2006), pode ser classificado como *lehmortstein*, o que não ocorria com a versão anterior do SiBCS (Embrapa, 1999). Foi então classificado como Espodossolo Ferrihumilúvico hidromórfico espessarênico. O perfil H16 (Figura 3d), apesar de não possuir horizonte hístico, apresentou um horizonte E relativamente rico em MO e um horizonte E com menor presença de pirita a 62 cm de profundidade, sendo classificado como Espodossolo Ferrihumilúvico hidromórfico arênico, embora justificasse a menor espessura de um horizonte E devido à menor profundidade de uma denominação indicativa da possibilidade de acidificação deste solo quando drenado, o que é discutido adiante. O perfil P14, apesar de apresentar

Apesar de não apresentarem valores elevados de Fe em todas as extrações e devido à ausência de critério específico do SiBCS (Embrapa, 2006), em que não se utilizam critérios químicos quantitativos para identificação de horizontes Bhs e Bs, todos os Espodossolos foram classificados como Espodossolo Ferrihumilúvico. Houve melhora, entretanto, em relação à versão anterior do SiBCS (Embrapa, 1999), pois já se define que, para ser classificado como Bhs, deve-se ter “iluviação expressiva de MO e Fe” e “quantidades significativas de Fe e Al extraídos pelo oxalato”, com a ressalva de que “os limites ainda devem ser estabelecidos para os solos brasileiros”. Até a versão anterior do SiBCS (Embrapa, 1999), eram levadas em consideração duas características: cor e teor de Fe e Al extraídos pelo ataque sulfúrico, sem precisar qual dos dois critérios (químico ou morfológico) tinha precedência na determinação do horizonte. No caso do horizonte Bs, apenas o valor e o croma (ambos maiores ou iguais a 3) podiam determinar se este horizonte é Bs. Isso permanece, com a ressalva de que se deve criar um valor para definir o quanto pode ser considerado “acúmulo de Fe e Al”. O perfil C14 ilustra bem esse problema, mostrando horizontes com teores baixos de Fe (horizontes Bs3 e Bs4), chegando a 0.02 dag kg^{-1} de Fe extraído pelo ditionito e 0.01 dag kg^{-1} extraído pelo oxalato, os quais foram classificados como Bs. Considerou-se que, além do critério de cor, ocorreu acúmulo de Fe em profundidade, apesar dos valores baixos.

Na versão do SiBCS de 2006 ficaram mais claras as diferentes designações de horizontes espódicos. O quadro 4 mostra a classificação dos Espodossolos segundo as duas edições do SiBCS. Apesar de definir os horizontes Bh, Bhs e Bs de forma mais precisa, o SiBCS atual ainda apresenta problemas no que diz respeito ao critério a ser utilizado na definição de cada um deles, como discutido anteriormente.

Os valores da densidade ótica do extrato do oxalato foram condizentes com os esperados pela classificação norte-americana como um dos requisitos, não excluente, para identificação de material espódico (Estados Unidos, 1999), apresentando valores $> 0,25$ ou pelo menos o dobro em relação ao horizonte

suprajacente. Contudo, outro critério, tanto excluente, no qual o teor de Al_0 somado a Fe_0 deve ser maior ou igual a $0,50 \text{ dag kg}^{-1}$ para apenas um horizonte. Ao que tudo indica, as determinações químicas utilizadas na classificação americana não parecem adequados aos solos da costa brasileira, fato observado também por Filho (1998).

Outra consideração que deve ser feita no que diz respeito ao SiBCS (Embrapa, 2006) é sobre a classificação do Espodossolo Ferrilúvico, que denota migração de Fe sem MO, o que contradiz o processo de podzolização. Um solo com migração de Fe somente com predominância de processos como a ferrólise e, ou, plintitização.

Materiais sulfídricos

A possível presença de materiais sulfídricos está prevista na ordem Espodossolos no SiBCS. Por esse motivo, na classificação atualizada (Quadro 4), a denominação “tiônico” deveria ser adicionada ao nível categórico do perfil H16, em substituição ao “árênico”. No caso dos perfis H13 e P14, que possuem horizonte hístico, eles poderiam ser classificados como “organossólico tiônico” no quarto nível categórico, e o perfil R14, como “organossólico arênico tiônico”. Os demais solos, por apresentarem níveis sulfídricos abaixo dos 100 cm, não tiveram a denominação. Outra alternativa que poderia ser adotada futuramente pelo SiBCS seria usar a denominação indicativa de descontinuidade no horizonte de origem do solo, evitando-se assim utilizar a denominação de processos não relacionados geneticamente. Também poderiam ser adicionados no quinto e sexto níveis categóricos, estando já com características importantes e que não são designadas no quarto nível.

Considerações finais

Os solos encontrados apresentaram o processo de podzolização em diferentes estádios, os quais estavam relacionados principalmente à estabilidade do sedimento arenoso a partir da instalação da vegetação.

Quadro 4. Classificação dos Espodossolos segundo o SiBCS anterior (Embrapa, 1999) e o atual (Embrapa, 2006)

Solo	SiBCS (1999)	SiBCS (2006)
H9	Espodossolo Ferrocárlico hidromórfico arênico	Espodossolo Ferrihumilúvico hidromórfico espessarênico
H13	Espodossolo Ferrocárlico hidromórfico hístico	Espodossolo Ferrihumilúvico hidromórfico organossólico
H16	Espodossolo Ferrocárlico hidromórfico típico	Espodossolo Ferrihumilúvico hidromórfico arênico
C14	Espodossolo Ferrocárlico hidromórfico típico	Espodossolo Ferrihumilúvico hidromórfico dúrico

Entre os Espodossolos, a microtopografia exerceu papel fundamental na morfologia e, conseqüentemente, na classificação dos solos. Os que estavam em posições mais abaciadas apresentaram menor espessura de horizonte E e maiores teores de MO na superfície, chegando a formar Organossolos, enquanto os que estavam em posições mais elevadas mostraram horizonte E mais espesso e com tons mais claros. Isso ocorreu devido à hidromorfia, que exerce papel fundamental na gênese desses solos, impedindo a saída da água rica em MO dissolvida do sistema.

A segunda edição do SiBCS (Embrapa, 2006) melhorou os critérios de definição do horizonte espódico, porém apresenta ainda algumas carências, que devem ser sanadas com a realização de mais estudos de correlação de Espodossolos no País. Entretanto, na chave de classificação, a criação da subordem "Espodossolo Ferrilúvico" é questionável, pois elimina um elemento-chave, a MO iluvial – do processo de podzolização.

CONCLUSÕES

1. Os Espodossolos estudados são holocénicos, formados após estabilização dos sedimentos da deposição regressiva da Transgressão Santos.

2. A podzolização está intimamente ligada à oscilação do lençol freático.

3. O SiBCS deve adotar um critério químico quantitativo (relativo e, ou, absoluto) para denotar a presença de Fe no horizonte espódico; determinar a precedência deste critério em relação ao da cor; e inserir a denominação "tiônico" no quarto nível categórico para a ordem Espodossolo.

4. A ocorrência de materiais sulfidrícios nesses solos está relacionada ao material subjacente aos depósitos de cordões arenosos, que é mais fino, rico em sulfetos e depositado previamente em situação de fundo de canal. Essa influência se deu de forma direta (horizontes 2Cgj dos perfis H16 e P14) ou pela oscilação do lençol freático, trazendo sulfetos aos horizontes arenosos, os quais têm baixa capacidade-tampão.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento do doutorado-sanduíche do primeiro autor; e à FAPESP, através do projeto: "Diversidade, dinâmica e conservação em florestas do Estado de São Paulo: 40 ha de parcelas permanentes- BIOTA", pelo apoio

LITERATURA CITADA

- ANDRIESSE, J.P. Study of the environmental characteristics of tropical podzols in Sarawak (Malasia). *Geoderma*, 2:201-227, 1969.
- ARAÚJO, D.S.D. & LACERDA, L.D. A natureza da terra. *Ci. Hoje*, 6:42-48, 1987.
- BOULET, R.; CHAUVEL, A.; HUMBEL, F.X. & LACERDA, L.D. Analyse structurale et cartographie en pédologie en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique: Les études de topographie et leurs principaux apports à la connaissance des sols. *Cashier ORSTOM*. Série Pédol., 19:309-321, 1979.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Centro Nacional de Pesquisas Agronômicas. Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. Comissão de Solos. Levantamento e reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Contribuição à carta de solos do Brasil. Rio de Janeiro, 1960. 634p. (Boletim, 12).
- BRAVARD, S. & RIGHI, D. Geochemical differentiation of oxisol-spodosol toposequence of Amazonia. *Geoderma*, 44:29-42, 1989.
- BURMAN, P.; LAGEN, B. & VELTHORST, E.J. Soil and water analysis. Leiden, Backhuys, Leiden, 1996. 314p.
- CHESWORTH, W. & MACÍAS, F. pe, pH and potassium. *Am. J. Sci.*, 285:128-146, 1985.
- COURCHESNE, F. & HENDERSHOT, W.H. Lateritic podzols. *Géogr. Physis. Quarter.*, 51:235-250, 1967.
- DENT, D. Acid sulphate soils: A baseline for research and development. Wageningen, International Institute for Land Reclamation and Improvement, 1986. 212p.
- DUBROUECQ, D. & VOLKOFF, B. From Oxisols to Ultisols and Histosols: Evolution of the soil mantles in the Negro basin (Amazonia). *Catena*, 32:245-280, 1998.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas Agropecuárias. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas Agropecuárias. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 1999. 412p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas Agropecuárias. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Survey Staff. Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Soil Conservation Service, Washington, 1975. 1084p.

SOLOS SOB VEGETAÇÃO DE RESTINGA NA ILHA DO CARDOSO (SP): I - CARACTERIZAÇÃO...

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Survey Division. Soil Conservation Service. Soil Survey Staff. Keys to soil taxonomy. 6.ed. Washington, 1994. 306p.

EVANS, C.V. & MOKMA, D.L. Sandy wet Spodosols: Water tables, chemistry, and pedon partitioning. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 60:1495-1501, 1996.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. World reference base for soil resources. Paris, UNESCO, 1994. 161p.

GIBLIN, A.E. Pyrite formation in marshes during early diagenesis. *Geomicrobiol. J.*, 6: 77-97, 1988.

GOMES, F.H. Caracterização de solos de manguezais e de restinga no município de Ilhéus-Bahia. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2002. 96p. (Tese de Mestrado)

GOMES, F.H. & VIDAL-TORRADO, P. Mapa ultradetalhado de solos da parcela sob restinga do projeto "parcelas permanentes" do BIOTA. In: SIMPÓSIO INTERNO DO PROJETO: DIVERSIDADE, DINÂMICA E CONSERVAÇÃO EM FLORESTAS DE SÃO PAULO: 40 HA DE PARCELAS PERMANENTES, 3., Piracicaba, 2005. Resumos. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2005.

GOMES, J.B.; RESENDE, M.; REZENDE, S.B. & MENDONÇA, E.S. Solos de três áreas de restinga. I. Morfologia, caracterização e classificação. *Pesq. Agropec. Bras.*, 33:1907-1919, 1998.

HAVLIN, J.L.; TISDALE, S.L.; BEATON, J.D. & NELSON, W.L. Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management. 7.ed. Upple Side River, Pearson Educator, 2005. 515p.

LEÃO, Z.M.A.N. & DOMINGUEZ, J.M.L. Tropical coast of Brazil. *Mar. Poll. Bull.*, 41:112-122, 2000.

LUCAS, Y.; BOULET, A.; CHAUVEL, A. & VEILLON, L. Systèmes sols ferrallitiques-podzols em région amazonienne. In: RIGHI, D. & CHAUVEL, A., eds. Podzols et podzolisation. Paris, Institut National de la Recherche Agronomique, 1987. p.53-65.

LUNDSTRÖM, U.S.; van BREEMEN, N. & BAIN, D.C. The podzolization process. A review. *Geoderma*, 94:91-107, 2000.

MAFRA, A.L.; MIKLÓS, A.A.W.; VOLKOFF, B. & MELFI, A.J. Pedogênese numa seqüência Latossolo Espodossolo na região do Alto Rio Negro, Amazonas. *R. Bras. Ci. Solo*, 26:381-394, 2002.

MOURA FILHO, G. Caracterização e uso de solos associados à foz do Rio São Francisco, no litorâneo de Alagoas. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1998. 169p. (Tese de Doutorado)

OLIVEIRA, J.B.; JACOMINE, P.K.T. & CAMARGO, P.B. Classes gerais de solos do Brasil: Guia auxiliar para reconhecimento. 2.ed. Jaboticabal, FUNEP, 1996.

PESSENCIA, L.C.R. & CAMARGO, P.B. Datação radiocarbônica de amostras de interesse arqueológico e geológico: aplicação da espectroscopia de cintilação líquida de baixa energia. *Química Nova*, 4:98-103, 1991.

PETRI, S. & FÜLFARO, V.J. Nota sobre a geologia marinha da Ilha do Cardoso. *Notícias Geomarinas*, 31, 1970.

ROSSI, M. Fatores formadores da paisagem litorânea de Guaratuba, São Paulo – Brasil. São Paulo, Universidade de São Paulo, 1999. 159p. (Tese de Doutorado)

ROSSI, M. & QUEIROZ NETO, J.P. Os solos como indicadores das relações entre sedimentos continentais e marinhos na planície costeira: Rio Guaratuba (SP). *R. Bras. Geod.*, 25:113-120, 2001.

SANTOS, H.G.; COELHO, M.R.; ANJOS, L.H.; JACOMINE, P.K.T.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; MELFI, A.J.; CARVALHO, A.P. & FASOLO, P.J. Plano de revisão e atualização do sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, Embrapa, Centro de Pesquisa de Solos, 2003. 56p.

SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KERBER, P.; ANJOS, L.H.C. Manual de descrição e coleta de solos no campo. 5.ed. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Solo, 2005. 100p.

SILVA, S.M. Diagnósticos das restingas do litorâneo sul paulista. In: WORKSHOP DE AVALIAÇÃO E PLANEJAMENTO PRIORITY PARA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DA ZONA COSTEIRA E MARINHA. Rio de Janeiro, 1999, Porto Seguro. Anais eletrônicos. Rio de Janeiro, Fundação BIO RIO, 1999. Disponível em: www.bdt.fat.org.br/workshop/costa/restingas.html. Acesso em: 10 abril de 2002.

SUGUIO, K. A Ilha do Cardoso no contexto geomorfológico da costa litorânea sul paulista da Província Costeira. In: DE ECOSSISTEMAS DA COSTA BRASILEIRA. Rio de Janeiro, 1993. Anais. Serra Negra, ACIESP, 1993. 171.

SUGUIO, K. & MARTIN, L. Formações quaternárias da costa litorânea sul paulista e sul fluminense. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COASTAL EVOLUTION AND QUATERNARY, 1., São Paulo, 1978. Anais. Rio de Janeiro, IGUSP, 1978. 55p.

SUGUIO, K. & TESSLER, M.G. Planícies de cordões litorâneos da província costeira. In: DE ECOSSISTEMAS DA COSTA BRASILEIRA. Rio de Janeiro, 1993. Anais. Serra Negra, ACIESP, 1993. 171.

van BREEMEN, N. & BUURMAN, P. *Soil formation*. 2.ed. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2002. 404p.

VILLWOCK, J.A.; LESSA, G.C.; SUGUIO, K.; ANTONIO & DILLENBURG, S.R. *Geologia e geomorfologia das regiões costeiras*. In: SOUZA, C.R.G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A.M.S. & OLIVEIRA, P.E., eds. *Geologia e geomorfologia do Brasil*. Ribeirão Preto, Holos, 2005. p.94-100.