

SOLOS DE TRÊS ÁREAS DE RESTINGA. I. MORFOLOGIA, CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO¹

JOÃO BOSCO VASCONCELLOS GOMES², MAURO RESENDE, SÉRVULO BATISTA DE REZENDE³ e EDUARDO DE SÁ MENDONÇA⁴

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi caracterizar morfológica, física e quimicamente e classificar os solos de três áreas de restinga do litoral norte fluminense sob diferentes coberturas vegetais. O local Lagoa do Robalo (LGR) possui perfis de Podzol Hidromórfico com um horizonte espódico de acumulação de material húmico. No Canto do Santo Antônio (CSA) estão compreendidas areias pouco diferenciadas, classificadas como Areias Quartzosas Marinhas intermediárias para Podzol, assim adjetivadas para realçar o débil processo de acúmulo subsuperficial de material fino e de matéria orgânica. Em Campos Novos (CNO), os perfis de Podzóis com horizonte subsuperficial espódico de acumulação de material oxidico associado à matéria orgânica são bem diferenciados. Na LGR, os perfis de Podzóis Hidromórficos ocorrem como função da conjunção do material de origem inerte e poroso; da presença permanente de um lençol freático flutuante próximo à superfície; e da vegetação nativa arbustiva. No CSA, os perfis de Areias Quartzosas Marinhas intermediárias para Podzol, com exceção do horizonte superficial, poucas e tênues diferenças foram impostas pela troca da cobertura vegetal nativa pelo uso agrícola. Em CNO o perfil sob pasto está drasticamente depodzolizado. A exuberância do horizonte Bshx do perfil sob cobertura vegetal nativa é extremamente influenciada pelo eficiente dessecação imposto pelo consumo de água da floresta local.

Termos para indexação: Podzóis, Podzóis Hidromórficos, Areias Quartzosas Marinhas, podzolização

SOIL PROFILES FROM THREE COASTAL PLAIN REGIONS. I. MORPHOLOGY, CHARACTERIZATION AND CLASSIFICATION

ABSTRACT - The objective of this work was to characterize morphologically, physically and chemically soils of three regions of the coastal plain in northern part of the Rio de Janeiro state with different vegetation cover, in order to classify them. Lagoa do Robalo (LGR) region showed a profile of Gleyic Podzol with a spodic horizon of humus accumulation. Low differentiated sandy soils were observed at the Canto do Santo Antônio (CSA) region, which was classified as intermediary Luvic Arenosols to Podzol. Such a denomination was proposed in order to emphasize the feeble subsurface accumulation process of fine fractions and organic matter. Campos Novos (CNO) region, with soil profiles classified as well differentiated Podzols, showed subsurface spodic horizon of oxidic material accumulation associated to organic matter. The Gleyic Podzol with Bh horizon found at the LGR region was developed due to the conduction of the inert and porous parent material, high level of groundwater near the soil surface, and native shrubby cover. Except for the superficial horizons, low and subtle differences were imposed by soil cultivation after deforestation of native cover at the CSA region. The soil profile at the CNO region under pasture grass, showed strong depodzolization. The magnitude of the Bshx horizon from the soil profile under native cover is highly affected by an efficient drying process imposed by water absorption of the local forest.

Index terms: Podzols, Gleyic Podzols, Luvic Arenosols, podzolization.

¹ Aceito para publicação em 14 de maio de 1998.

Extraído da dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG.

² Eng. Agr., M.Sc., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Solos (CNPQ), Rua Jardim Botânico, 1024, CEP 22460-000 Rio de Janeiro, RJ. E-mail: bosco@cnpq.embrapa.br

³ Eng. Agr., Ph.D., Prof. aposentado, Dep. de Solos, UFV, CEP 36571-000 Viçosa, MG.

⁴ Eng. Agr., Ph.D., Dep. de Solos, UFV.

INTRODUÇÃO

A costa brasileira apresenta vastas planícies sedimentares arenosas do Quaternário, formadas pelo dinamismo destrutivo e construtivo das águas oceânicas (Guerra, 1993). Essas planícies constituem um conjunto de formações geomorfológicas com diferentes comunidades biológicas, denominadas genericamente de restingas (Araújo & Lacerda, 1987).

O litoral brasileiro ficou sujeito, no Holoceno, à submersão até 5100 anos A.P., e, em seguida, à emersão. Com o abaixamento do nível do mar ocorreu grande aporte de areia das plataformas próximas em direção à praia. Esse material foi parcial ou totalmente retomado pelas correntes de deriva litorânea e transportado até que aparecesse um obstáculo ou uma armadilha que bloqueasse o transporte (geralmente as desembocaduras fluviais). Formaram-se então as planícies arenosas, constituídas pela sucessão de cristas arenosas (beachs ridges) e cavas (swales) (Dias & Silva, 1984). Para além dos cordões arenosos, as planícies sedimentares arenosas, indicadoras das variações dos níveis do mar, são representadas por praias fósseis (terraços marinhos), como as que ocorrem à retaguarda dos cordões arenosos que se estendem entre a foz do rio das Ostras e do rio Una, e próximo aos municípios de Quissamã e Carapebus, no estado do Rio de Janeiro (Projeto Radambrasil, 1983).

No estado do Rio de Janeiro, o zoneamento agroecológico realizado pela Embrapa (Solos..., 1993), contabilizou como área de restinga 3,18% ou 1.376 km², boa parte com a vegetação original dizimada.

Ainda no estado do Rio de Janeiro, perfis de solo sob restinga encontram-se descritos e caracterizados em várias publicações (Brasil, 1958, 1968; Embrapa, 1979b, 1980, 1987; Projeto Radambrasil, 1983) e englobam solos classificados como Podzóis Hidromórficos e Areias Quartzosas Marinhas.

Podzóis compreendem solos minerais hidromórficos ou não, normalmente de textura arenosa, com horizonte espódico precedido de horizonte E alúico ou outros horizontes eluviais (Camargo et al., 1987; Oliveira et al., 1992). O horizonte espódico é do tipo subsuperficial no qual materiais amorfos ativos, compostos de matéria orgânica e alumínio, com ou sem ferro, tenham se precipitado. Ocorrem normalmente sob um horizonte eluvial que tenha cor de quartzo lavado, geralmente cinza a cinza claro (Soil Survey Staff, 1975; Embrapa, 1988).

Areias Quartzosas são solos minerais, fracamente desenvolvidos, hidromórficos ou não, geralmente profundos, essencialmente quartzosos, com textura areia ou areia franca ao longo de pelo menos uma profundidade de 2 m da superfície (sem horizonte diagnóstico subsuperficial), apresentando perfil AC (Camargo et al., 1987; Oliveira et al., 1992).

Podzóis e Areias Quartzosas do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos são correlacionados por Camargo et al. (1987), respectivamente com as ordens Spodosol e Entisol do Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1975) e com Podzols e Arenosols pp (Pro parte), e poucos Gleysols pp da Legenda do Mapa de Solos do Mundo (FAO, 1989).

Spodosols comumente ocorrem em associação com Psamments (subordem da ordem Entisol) na Flórida, ambos arenosos, em que Psamments correspondem aos sítios mais bem drenados (Fanning & Fanning, 1989). Se o horizonte alúico é consistentemente mais espesso que 2 m, o solo é excluído dos Spodosols e é agrupado na ordem dos Entisols (Soil Survey Staff, 1975). Esses solos no Brasil são chamados de Podzóis gigantes ou classificados como Areias Quartzosas, quando verificados em cortes pouco espessos ou com trado sem extensão (Oliveira et al., 1992). Assim, são comuns solos classificados como Areias Quartzosas Marinhas de ambientes de restinga apresentarem, a grandes profundidades, uma camada que atenda aos requisitos de um horizonte espódico, fora de posição diagnóstica.

O zoneamento agroecológico do estado do Rio de Janeiro realizado pela Embrapa (Solos..., 1993) delimitou as terras arenosas de restinga parte como área costeira de preservação e parte como favoráveis a culturas específicas, tais como coco, abacaxi e caju, desde que implantadas num manejo adequado, baseado no aporte de materiais orgânicos.

Perfis de Podzóis Hidromórficos com horizontes Bh da costa brasileira são normalmente considerados inaptos para a agricultura, com limitações fortes de fertilidade e excesso d'água, e no Nordeste, dependendo do nível do lençol freático, podem alcançar aptidão regular para silvicultura (Embrapa, 1979b).

Para 102 horizontes de perfis de solos de restinga analisados por vários levantamentos de solos ao longo da costa brasileira, a fração areia grossa (de 2,00 a 0,20 mm) correspondeu em média a 64,4% do total do sedimento, a fração areia fina (de 0,20 a 0,05 mm) a 29,7% e a fração silte (de 0,05 a 0,002 mm) a apenas 3,0%; a soma das três frações totalizaram em média 97,2%, dando uma idéia da importância daquelas mais

grosseiras em tais solos (Brasil, 1960, 1968, 1972, 1975; Embrapa, 1978, 1979b, 1980, 1987; Projeto Radambrasil, 1981).

Considerando que os perfis de solo desenvolvidos nos sedimentos areno-silicosos quaternários (restingas) apresentam freqüentemente um horizonte subsuperficial de acumulação de complexos organometálicos (processo de podzolização), esses perfis podem diferir entre si em aspectos de morfologia, caracterização e classificação a partir de variáveis ambientais outras que não o material de origem silicoso, tais como a profundidade do lençol freático e a cobertura vegetal. Este trabalho tem como objetivo caracterizar morfológica, química e fisicamente os solos de três locais de restinga no litoral norte fluminense (RJ) sob diferentes coberturas vegetais e classificá-los de acordo com o sistema usado nos levantamentos de solos brasileiros (Camargo et al., 1987), a Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1994) e a Legenda do Mapa de Solos do Mundo (FAO, 1989).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionadas três áreas do estado do Rio de Janeiro que englobaram os solos sob restinga, aliando a presença de uma gleba alterada pelo uso agrícola com área similar sob mata (sem uso agrícola). A escolha considerou o contraste das situações bem como um razoável histórico de uso das glebas alteradas.

As áreas selecionadas foram denominadas Lagoa do Robalo (LGR), representada por três perfis, dois sob mata [um sob área desnuda e outro sob serrapilheira de pau-preto (*Humiria balsamifera*)] e um sob pouso; e Canto de Santo Antônio (CSA) e Campos Novos (CNO), ambas representadas por dois perfis, um sob mata e outro sob uso (Tabela 1).

TABELA 1. Código, situação de uso e localização dos perfis representativos das áreas de restinga estudadas no estado do Rio de Janeiro.

Área de restinga	----- Lagoa do Robalo -----			Canto do Santo Antônio		---- Campos Novos ----	
Código dos perfis	LGR-P	LGR-MD	LGR-MS	CSA-P	CSA-M	CNO-P	CNO-M
Uso atual	Pouso	Mata desnuda	Mata serrapilheira	Pasto	Mata	Pasto	Mata
Município		Quissamã		Quissamã		Cabo Frio	
Latitude		22°12' S		22°09' S		22°41' S	
Longitude		41°26' W		41°32' W		42°02' W	

As áreas estudadas constituem-se planícies do Holoceno-Quaternário, que se iniciam em forma de arco a partir do litoral (Tabela 2). Os dados de temperatura, precipitação e balanço hídrico correspondem aos de uma estação meteorológica representativa do tipo climático de Thornthwaite de cada restinga, conforme os Indicadores Climatológicos do Estado do Rio de Janeiro (Fundação Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social do Rio de Janeiro, 1978). Para a caracterização ambiental e avaliação do uso da terra, aplicou-se questionário aos produtores rurais ocupantes das áreas sob uso agrícola.

TABELA 2. Características gerais das áreas de restinga estudadas.

----- Lagoa do Robalo -----	----- Canto do Santo Antônio -----	----- Campos Novos -----
----- Temperatura média anual / mês mais frio / mês mais quente (°C) -----		
22,4 / 19,8 / 25,0	23,2 / 20,1 / 26,1	22,8 / 20,5 / 25,3
----- Precipitação pluvial anual / Evapotranspiração potencial / Déficit hídrico / Excedente hídrico (mm) -----		
1169,4 / 1103,9 / 11,3 / 76,9	1086,7 / 1181,8 / 104,6 / 9,6	820,3 / 1137,5 / 317,1 / 0 (zero)
----- Tipo climático por Thornthwaite -----		
Subúmido úmido, com pouco ou nenhum déficit de água, mesotérmico, com calor bem distribuído o ano todo.	Subúmido seco, com grande excesso de água no verão, megatérmico, com calor bem distribuído o ano todo.	Subúmido seco, com pouco ou nenhum excesso de água, mesotérmico, com calor bem distribuído o ano todo.
----- Geologia -----		
Sedimentos arenosos formados de quartzo (Projeto Radambrasil, 1983).	Sedimentos arenosos formados de quartzo (Projeto Radambrasil, 1983).	Areias compostas de quartzo. É comum o aparecimento de alguns leitos de seixos e de conchas

intercaladas nessas areias (Embrapa, 1987).

Os perfis foram descritos morfológicamente (Lemos & Santos, 1982) e amostras dos horizontes diagnósticos foram coletadas. As amostras foram secas em estufa a 40°C, destorroadas com rolo de madeira e peneiradas em malha de 2 mm, para obtenção da terra fina seca ao ar - TFSA (Embrapa, 1979a). Nessa fração foram determinados: os elementos do complexo sortivo, o fósforo assimilável, o pH em água e em cloreto de potássio, todos segundo Vettori (1969) e Embrapa (1979a); o carbono orgânico, pelo método de Walkley-Black (Defelipo & Ribeiro, 1981); e as análises físicas de granulometria e densidade de partículas, segundo Embrapa (1979a). As análises de densidade do solo (Embrapa, 1979a) não foram realizadas em alguns horizontes genéticos, pela impossibilidade de coleta de amostras indeformadas nos horizontes com muitas raízes ou com algum outro tipo de impedimento.

Com os resultados obtidos nas análises do complexo sortivo, foram calculadas a soma de bases trocáveis (S), a capacidade de troca catiônica (CTC), que é a soma do valor S mais a acidez extraível (H+Al), e a saturação por alumínio [Al/(S+Al)]. Com os resultados de C e N foi calculada a relação C/N dos horizontes dos perfis representativos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características e uso das restingas

A restinga da Lagoa do Robalo (LGR) é a que sofre influência mais direta da atmosfera marítima. Nenhum anteparo a isola dessa influência. As áreas do Canto do Santo Antônio (CSA) e de Campos Novos (CNO) ficam nos limites internos de suas respectivas planícies marinhas, quando vão se mesclar, no caso do CSA, principalmente aos tabuleiros do Terciário, e no caso de CNO, principalmente às depressões fluviais da bacia do rio Una.

A área mais heterogênea quanto à vegetação é a LGR (Tabela 3): o gradiente de hidromorfismo da área condiciona as faixas de vegetação entre cristas e brejos dos cordões arenosos. A mata arbórea/arbustiva do CSA é mais avantajada do que a cobertura arbustiva das cristas da LGR. A floresta subcaducifólia de CNO é exuberante, quando comparada às vegetações nativas da LGR e do CSA.

TABELA 3. Cenário ambiental e uso dos solos¹ das áreas de restinga estudadas.

----- Lagoa do Robalo -----	----- Canto do Santo Antônio -----	----- Campos Novos -----
----- Geomorfologia local -----		
Planície com cristas (secas) e depressões (alagadas). A faixa mais seca, cume das cristas, normalmente excede a faixa considerada brejosa. Relevo plano.	Planície marinha (praias fósseis) com lagunas, à retaguarda dos cordões arenosos. Relevo plano.	Planície marinha (praias fósseis) que se mescla as depressões fluviais da bacia do rio Una. Relevo plano.
----- Cobertura vegetal nativa -----		
Arbustiva com clareiras nas cristas, arbustiva mais fechada na faixa intermediária entre as cristas e as depressões, e herbácea nos brejos. Arbustos apresentam até 3 m de altura e densa serrapilheira.	Arbórea/arbustiva fechada, estrato mais rasteiro de palmeira anã guriri (<i>Allagoptera arenaria</i>), bromeliáceas, etc. Sinais de rebrota caracterizam a retirada de indivíduos lenhosos.	Floresta tropical subcaducifólia. Localmente preservada e se realça, pela sua exuberância, em sedimento tão grosseiro.
----- Cobertura vegetal da gleba alterada nas áreas amostradas -----		
Pousio com pastejo esporádico, com vegetação de gramínea rasteira e vassourinha (<i>Marctia balsamifera</i>).	Pastagem de capim-pernambuco (<i>Paspalum maritimum</i> Trin.).	Pastagem de capim-estrela-africana (<i>Cynodon nlenfluensis</i> Vanderyst).
----- Histórico de uso da gleba alterada -----		
Cobertura vegetal atual de pousio sendo comum a presença de pequeno número de cabeças de gado e equínos pastando no local. Retirada da restinga em 1986. Plantio de abacaxi em 1987 (colheita por dois anos).	Cobertura vegetal atual de pasto de capim-pernambuco. Em 1945, quando o atual proprietário adquiriu a gleba, a área já tinha sido alterada, encontrando-se, parte com capoeira e parte com roça de mandioca. Aproximadamente em 1947 foi	Cobertura vegetal atual de pasto de capim-estrela-africana. A mata virgem foi retirada em 1970. Iniciou-se o cultivo da área com roças de mandioca e milho. Em 1975 implantou-se o pasto. Era comum toda a gleba ficar submersa na época

	implantada a pastagem de capim-pernambuco.	das chuvas, com uma lâmina de água de até 20 cm. A última vez que se deu o descrito foi por volta de 1986.
----- Drenagem local e altura do lençol freático -----		
Imperfeitamente drenado. De 70 a 80 cm.	Acentuadamente drenado. De 200 a 210 cm.	Acentuadamente drenado no perfil sob pastagem e moderadamente drenado no perfil sob mata. O lençol freático não foi alcançado até 210 cm da superfície no perfil sob mata.

¹ Segundo informação dos produtores de cada área.

A gleba alterada da LGR foi a única a receber insumos, caracterizando um nível tecnológico superior aos impostos no CSA e em CNO. Isso não impediu o fracasso da produção de abacaxi, reflexo principalmente de problemas fitossanitários oriundos da má drenagem da área. O uso de pastagens nas glebas alteradas do CSA e de CNO é o mais disseminado dessas terras arenosas em sistemas de baixo nível tecnológico, onde fortes limitações de fertilidade ou de falta d'água induzem a atividades de baixo risco.

Morfologia dos perfis de solo representativos

A espessura do horizonte superficial do perfil LGR-P (Tabela 4), bastante avantajada, reflete o ulterior revolvimento do solo superficial dessa gleba de terra por máquinas, até mesmo com aporte de materiais diversos (turfa, conchas moídas, adubo químico), onde o antigo horizonte A1 foi mesclado com a parte superior do horizonte E para formar o atual horizonte Ap, de 30 cm. A pequena espessura do horizonte A1 (10 cm) do perfil LGR-MS é compensada pela presença dos horizontes O2 (5 cm) e O3 (5 cm), que formam uma serrapilheira. Em materiais arenosos como os dos solos estudados, em especial ricos em areia grossa, o poder corante da matéria orgânica e sua penetração perfil abaixo são enfatizados.

TABELA 4. Descrição dos perfis de solo das áreas de restinga estudadas: morfologia dos horizontes genéticos.

Horizonte	Profundidade (cm)	Transição dos horizontes	Cor úmida	Cimentação	Consistência úmida
----- Perfil LGR-P - Lagoa do Robalo - Pousio (ex-abacaxi) -----					
Ap	0 - 30	Gradual/ondulada	10 YR 3,5/1	Ausente	Solta
E	30 - 75	Abrupta/plana	10 YR 6/1	Ausente	Solta
Bh	75 - 90 +	-	10 YR 3/1	Ausente	Solta
----- Perfil LGR-MD - Lagoa do Robalo - Faixa desnuda da mata arbustiva com clareiras -----					
A0 _(zero) ¹	-2 - 0	Gradual/plana	10 YR 6/1	Ausente	Solta
A1	0 - 17	Gradual/ondulada	10 YR 4/1	Ausente	Solta
E	17 - 50	Abrupta/plana	10 YR 6/1	Ausente	Solta
Bh	50 - 70+	-	10 YR 2/1	Fraca	Firme
----- Perfil LGR-MS - Lagoa do Robalo - Serrapilheira da mata arbustiva com clareiras -----					
O1 ²	-13 - -10	-	-	-	-
O2 ³	-10 - -5	-	-	-	-
O3 ⁴	-5 - 0	-	-	-	-
A1	0 - 10	Gradual/ondulada	10 YR 2/2	Ausente	Solta
E	10 - 50	Abrupta/plana	10 YR 5/2	Ausente	Solta
Bh	50 - 90+	-	10 YR 2/1	Fraca	Firme
----- Perfil CSA-P - Canto do Santo Antônio - Pasto de capim-pernambuco -----					
Ap1	0 - 20	Gradual/ondulada	10 YR 3/1	Ausente	Solta
Ap2	20 - 62	Gradual/ondulada	10 YR 4/4	Ausente	Solta
(E)	62 - 80	Clara/plana	10 YR 5/3	Ausente	Solta
(B1)	80 - 123	Gradual/plana	7,5 YR 5/2	Fraca	Friável
(B2)	123 - 182	Gradual/plana	7,5 YR 4/2	Fraca	Muito friável
C	182 - 210+	-	10 YR 5/3	Ausente	Solta
----- Perfil CSA-M - Canto do Santo Antônio - Mata arbóreo/ arbustiva -----					
A1	0 - 22	Gradual/ondulada	7,5 YR 3/2	Ausente	Solta

A1(E)	22 - 70/100	Gradual/quebrada	7,5 YR 3/2	Ausente	Solta
(E)	100 - 122	Clara/plana	7,5 YR 4/2	Ausente	Solta
(B1)	122 - 150	Gradual/plana	7,5 YR 3/2	Fraca	Solta
(B2)	150 - 180	Clara/plana	7,5 YR 3/2	Fraca	Solta
C	180 - 210+	-	10 YR 3/4	Ausente	Solta
----- Perfil CNO-P - Campos Novos - Pasto de capim-estrela-africana -----					
Ap	0 - 20	Gradual/ondulada	10 YR 4/1	Ausente	Solta
E	20 - 80	Clara/plana	5 YR 5/1	Ausente	Solta
EBsh1	80 - 125	Clara/plana	7,5 YR 5/2	Ausente	Solta
Bsh1	125 - 147	Clara/ondulada	5 YR 5/6	Fraca	Friável
Bsh2	147 - 170	Clara/plana	7,5 YR 5/6	Fraca	Solta
C1	170 - 186	Clara/plana	10 YR 6/4	Ausente	Solta
C2	186 - 210+	-	10 YR 5,5/3	Ausente	Solta
----- Perfil CNO-M - Campos Novos - Floresta tropical subcaducifolia -----					
A1	0 - 18	Gradual/ondulada	10 YR 5/2	Ausente	Solta
E	18 - 135	Clara/plana	10 YR 7/2	Ausente	Solta
EBsh	135 - 165	Clara/plana	7,5 YR 4/2	Ausente	Solta
Bshx	165 - 210+	-	5 YR 3/3	Extrema	Muito firme

¹ Camada fina de areia lavada antecedendo o horizonte A1.

² Horizonte constituído de folhas secas.

³ Horizonte constituído de material orgânico semi-decomposto.

⁴ Horizonte constituído de matéria orgânica, raízes e terra fina.

Os cromas mais baixos dos horizontes dos perfis da LGR refletem o forte hidromorfismo local.

Horizonte E ocorre nos perfis da LGR e de CNO. Nos perfis do CSA este horizonte, designado de “(E)”, não é um típico horizonte alvíco (por definição o horizonte E é caracterizado comparativamente ao horizonte B imediatamente abaixo), apresentando cores 7,5 YR 4/2 e 10 YR 5/3. Os horizontes E empobrecidos em matéria orgânica diferem de seus horizontes adjacentes, principalmente por apresentarem valores das cores mais altos. Os horizontes E de CNO são os mais espessos (de 60 a 117 cm) e também os mais alvos (5 YR 5/1 a 10 YR 7/2).

A cobertura vegetal influenciou na morfologia dos perfis de cada área, sendo responsável pelas diferenças impostas aos horizontes superficiais em todos os perfis; pela maior firmeza (consistência úmida) dos horizontes Bh nos perfis sob mata em relação ao sob pousio na LGR; pela extrema cimentação do horizonte Bshx do perfil sob mata em CNO; e por um horizonte E mais espesso do perfil sob mata, em comparação com o horizonte E do perfil sob pasto, também em CNO.

A ausência de enchentes esporádicas na área de CNO, anteriormente comuns (Tabela 3), parece relacionar-se diretamente com a retirada da floresta na gleba alterada. A gleba atualmente sob pastagem foi perdendo o aspecto consolidado do horizonte espódico enquanto na gleba sob floresta essa característica é mantida até os dias atuais. Assim, toda a faixa de restinga mantinha localmente um lençol freático suspenso capaz de provocar enchentes esporádicas e influenciar o regime de umidade do solo. Uma consequência do exposto é a maior frequência de períodos de déficit hídrico na gleba sob pastagem, que anteriormente, em parte, eram adiados pela frente de umidade mantida pelo lençol freático suspenso. Pode-se supor que a retirada da floresta na faixa atualmente sob pastagem permitiu que durante o período chuvoso um grande volume de água permanecesse por longo tempo agindo sobre o horizonte espódico, anteriormente consolidado, e este com o tempo foi sendo reumedecido e em parte dispersado, o que o tornou mais macio. Na gleba sob floresta, uma forte demanda consome rapidamente o volume de água que fica suspenso pelo horizonte Bshx, ou seja, a evapotranspiração muito elevada não permite que o efeito solubilizante da água se faça eficiente. A essa hipótese podem-se somar os efeitos da mudança do tipo e da quantidade de matéria orgânica que entra no sistema a partir da cobertura de mata comparada com a cobertura de pastagem.

Esse forte efeito de dessecação, motivado pela presença da mata local e evidenciado pela sua exuberância, além de ter acelerado o processo de podzolização de CNO, leva a inferir sobre as implicações na recomendação generalizada para plantar árvores nas cabeceiras e bacias de rios e lagoas. Até que ponto a recarga de aquíferos e o fluxo dos cursos d'água podem não ser subtraídos pela presença de árvores que demandam grandes volumes de água, como observado em CNO? Se é certo que a manutenção de coberturas vegetais são essenciais para evitar processos de degradação nessas áreas, há que se pensar, para muitos casos, em coberturas vegetais que aliem proteção ao solo com menores taxas de evapotranspiração real do cultivo, como é o caso da cobertura graminóide, desde que não pisoteada por animais (Daker, 1976; Resende et al., 1993).

Caracterização dos perfis representativos

Os resultados das análises de granulometria, densidade do solo (Ds) e densidade de partículas (Dp) estão na Tabela 5, e os valores de pH em água e KCl, carbono orgânico (CO), relação C/N, cátions trocáveis, acidez extraível (H + Al), soma de bases (Valor S), capacidade de troca catiônica (CTC) potencial, saturação de alumínio e fósforo (P) estão na Tabela 6, referindo-se às amostras das três áreas de restingas.

TABELA 5. Algumas características físicas das amostras dos perfis de solo das áreas de restinga estudadas.

Horizonte	Profundi- dade (cm)	Terra fina	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Ds (g/cm ³)	Dp
----- Perfil LGR-P - Lagoa do Robalo - Pousio (ex-abacaxi) -----								
Ap	0 - 30	100	90	5	2	3	1,39	2,53
E	30 - 75	100	85	11	3	1	1,46	2,56
Bh	75 - 90+	100	91	6	2	1	-	2,60
----- Perfil LGR-MD - Lagoa do Robalo - Faixa desnuda da mata arbustiva com clareiras -----								
A1	0 - 17	100	97	1	1	1	1,48	2,60
E	17 - 50	100	96	2	1	1	1,52	2,56
Bh	50 - 70+	100	82	4	9	5	-	2,47
----- Perfil LGR-MS - Lagoa do Robalo - Serrapilheira da mata arbustiva com clareiras -----								
O3	-5 - 0	100	91	1	5	3	-	-
A1	0 - 10	100	97	1	1	1	1,31	2,53
E	10 - 50	100	96	2	1	1	1,46	2,63
Bh	50 - 90+	100	83	2	8	7	-	2,53
----- Perfil CSA-P - Canto do Santo Antônio - Pasto de capim-pernambuco -----								
Ap1	0 - 20	100	91	4	1	4	-	2,60
Ap2	20 - 62	100	92	4	1	3	1,47	2,60
(E)	62 - 80	100	90	5	2	3	1,46	2,60
(B1)	80 - 123	100	82	6	3	9	1,52	2,60
(B2)	123 - 182	100	82	5	2	11	1,46	2,63
C	182 - 210+	100	87	6	2	5	-	2,63
----- Perfil CSA-M - Canto do Santo Antônio - Mata arbórea/ arbustiva -----								
A1	0 - 22	100	93	3	1	3	-	2,56
A1/(E)	22 - 70/100	100	94	2	1	3	-	2,63
(E)	100 - 122	100	94	3	1	2	1,48	2,60
(B1)	122 - 150	99	88	4	1	6	1,45	2,60
(B2)	150 - 180	99	88	5	1	5	-	2,60
C	180 - 210+	100	93	4	1	2	-	2,63
----- Perfil CNO-P - Campos Novos - Pasto de capim-estrela-africana -----								
Ap	0 - 20	100	88	8	1	3	1,40	2,53
E	20 - 80	100	86	12	1	1	1,47	2,56
Ebsh1	80 - 125	100	86	12	1	1	-	2,63
Bsh1	125 - 147	99	93	4	1	1	1,51	2,60
Bsh2	147 - 170	100	78	18	1	3	-	2,60
C1	170 - 186	98	90	6	1	1	-	2,63
C2	186 - 210+	95	61	32	1	1	-	2,60
----- Perfil CNO-M - Campos Novos - Floresta tropical subcaducifólia -----								
A1	0 - 18	100	88	8	1	3	1,13	2,50
E	18 - 135	100	90	7	1	2	1,49	2,60
Ebsh	135 - 165	100	85	11	1	3	1,46	2,60
Bshx	165 - 210+	95	86	5	1	3	-	2,60

Em CNO, os valores mais altos de pH refletem a influência de detritos conchíferos no sedimento marinho quartzoso, como observado em vários perfis analisados pela Embrapa (1987) nas planícies de restinga vizinhas à área, com forte presença de nódulos carbonatados (fragmentos de conchas), principalmente nas frações cascalho, areia grossa e areia fina dos horizontes A2 (atuais horizontes E) dos Podzóis com horizonte Bsh locais. Sob esse mesmo tipo de influência, vários perfis de solo em restingas de Moruya Heads (sudeste

da Austrália) tiveram valores de pH entre 5,8 e 8,6 (Bowman, 1989), e mesmo algumas amostras foram positivas no teste que detecta a presença de carbonatos (efervescência com HCl).

Os valores de pH dos horizontes E tenderam a ser mais elevados que os dos outros, por serem lavados e em boa parte destituídos de material orgânico, a mais provável fonte de acidez dos horizontes superficiais, considerando a matriz silicosa de todos os perfis.

TABELA 6. Algumas características químicas das amostras dos perfis de solo das áreas de restinga estudadas.

Hori- zontes	Profundidade (cm)	pH H ₂ O	pH KCl	Carbono orgânico (g/kg)	Relação C/N	Ca+Mg	K	Na	Al	H+Al	Valor S	CTC	Al/(S+Al) (%)
Perfil LGR-P - Lagoa do Robalo - Pousio (ex-abacaxi)													
Ap	0 - 30	4,70	3,53	27,7	12,04	2,23	0,02	0,04	0,80	6,23	2,29	8,52	25,84
E	30 - 75	5,03	3,96	1,8	3,00	0,10	0,01	0,01	0,00	0,10	0,12	0,22	0,00
Bh	75 - 90+	4,44	3,33	2,7	3,86	0,17	0,01	0,02	0,23	0,83	0,20	1,03	53,49
Perfil LGR-MD - Lagoa do Robalo - Faixa desnuda da mata arbustiva com clareiras													
A1	0 - 17	4,82	3,78	6,6	4,12	0,10	0,02	0,02	0,13	0,70	0,13	0,83	49,35
E	17 - 50	5,34	4,14	1,9	3,80	0,10	0,01	0,01	0,00	0,10	0,12	0,22	0,00
Bh	50 - 70+	4,00	3,07	69,4	69,40	0,27	0,01	0,05	4,07	15,33	0,33	15,66	92,43
Perfil LGR-MS - Lagoa do Robalo - Serrapilheira da mata arbustiva com clareiras													
O2	-10 - -5	4,07	2,87	276,4	2,58	29,80	0,45	0,52	8,13	65,23	30,80	96,00	20,90
O3	-5 - 0	3,69	2,39	113,7	1,37	2,60	0,22	0,31	4,33	27,30	3,13	30,43	58,04
A1	0 - 10	4,30	3,11	11,5	9,58	0,40	0,03	0,04	0,57	3,24	0,47	3,71	54,81
E	10 - 50	5,17	3,81	1,4	2,33	0,10	0,01	0,01	0,00	0,10	0,12	0,22	0,00
Bh	50 - 90+	4,18	3,20	48,7	27,06	0,20	0,01	0,04	3,90	14,93	0,25	15,18	93,98
Perfil CSA-P - Canto do Santo Antônio - Pasto de capim-pernambuco													
Ap1	0 - 20	5,09	4,35	7,1	2,73	0,40	0,02	0,02	0,23	1,27	0,44	1,71	34,33
Ap2	20 - 62	5,21	4,30	3,1	2,48	0,13	0,01	0,01	0,13	0,70	0,15	0,85	46,43
(E)	62 - 80	5,21	4,49	2,1	2,63	0,10	0,01	0,01	0,20	0,83	0,12	0,95	62,50
(B1)	80 - 123	4,99	4,38	3,1	4,43	0,10	0,01	0,01	0,60	1,50	0,12	1,62	83,33
(B2)	123 - 182	4,91	4,46	3,1	3,10	0,10	0,01	0,01	0,70	1,83	0,12	1,95	85,37
C	182 - 200+	5,02	4,98	1,4	2,80	0,10	0,01	0,01	0,10	0,37	0,12	0,49	45,45
Perfil CSA-M - Canto do Santo Antônio - Mata arbórea/ arbustiva													
A1	0 - 22	4,67	3,69	6,5	7,22	0,10	0,03	0,03	0,30	1,27	0,16	1,43	65,22
A1/(E)	22 - 70/100	4,96	3,84	2,3	4,60	0,10	0,01	0,01	0,13	0,43	0,12	0,55	52,00
(E)	100 - 122	5,02	4,4	1,1	1,83	0,10	0,01	0,01	0,07	0,30	0,12	0,42	36,84
(B1)	122 - 150	4,57	4,38	4,4	7,33	0,10	0,02	0,03	0,77	2,10	0,15	2,25	83,70
(B2)	150 - 180	4,53	4,49	4,9	9,80	0,10	0,01	0,01	0,60	2,80	0,12	2,92	83,33
C	180 - 210+	4,70	4,92	1,9	2,71	0,10	0,01	0,01	0,07	1,00	0,12	1,12	36,84
Perfil CNO-P - Campos Novos - Pasto de capim-estrela-africana													
Ap	0 - 20	6,62	6,45	8,8	5,50	2,00	0,05	0,04	0,00	0,13	2,09	2,22	0,00
E	20 - 80	6,84	6,4	0,6	0,75	0,23	0,01	0,01	0,00	0,10	0,25	0,35	0,00
Ebsh1	80 - 125	6,75	6,34	0,6	0,75	0,27	0,01	0,01	0,00	0,10	0,29	0,39	0,00
Bsh1	125 - 147	6,45	5,69	3,0	3,75	0,77	0,01	0,01	0,00	0,87	0,79	1,66	0,00
Bsh2	147 - 170	6,36	6,12	2,5	3,13	0,40	0,01	0,01	0,00	0,20	0,42	0,62	0,00
C1	170 - 186	5,88	5,59	1,2	1,41	0,27	0,01	0,01	0,00	0,10	0,29	0,39	0,00
C2	186 - 210+	5,27	4,28	0,7	0,88	0,37	0,02	0,01	0,00	0,10	0,40	0,50	0,00
Perfil CNO-M - Campos Novos - Floresta tropical subcaducifolia													
A1	0 - 18	5,43	5,22	19,7	5,79	2,47	0,04	0,02	0,07	0,97	2,53	3,50	2,69
E	18 - 135	5,42	4,48	1,2	1,20	0,20	0,01	0,01	0,00	0,10	0,22	0,32	0,00
Ebsh	135 - 165	5,05	4,28	3,5	3,50	0,13	0,01	0,01	0,03	0,47	0,15	0,62	16,67
Bshx	165 - 210+	5,38	4,74	8,3	1,28	0,13	0,01	0,01	0,23	1,73	0,15	1,88	60,53

Os valores de relação C/N decrescem dos horizontes A para E e elevam-se destes para os horizontes B. Os horizontes B são enriquecidos por complexos organometálicos (Gomes et al., 1998) que aí precipitados apresentam uma certa estabilidade, o que lhes possibilita o desenvolvimento de cadeias mais polimerizadas, resultando em materiais de relação C/N maiores. Essa tendência é particularmente forte nos perfis sob mata da LGR (perfis LGR-MD e LGR-MS), cujos horizontes E saíram de uma relação C/N média de 3,06 para uma de 48,23 nos horizontes Bh. Perfis de Podzóis Hidromórficos com horizonte Bh em ambientes de restinga descritos e analisados em vários estados brasileiros confirmaram essa tendência, nem sempre presente ou tão clara quando relacionada a perfis de Podzóis de restinga com a presença de horizontes Bs ou Bsh (Brasil, 1960, 1972, 1975; Embrapa, 1978, 1979b, 1980, 1987; Projeto RadamBrasil, 1981). Em tempos passados,

relações C/N maiores que 14 no horizonte B iluvial foram utilizadas como característica diagnóstica para solos podzolizados nas classificações dos Estados Unidos e da França (Mokma & Buurman, 1982).

Na LGR, os cátions Na e K só alcançam alguma significância na serrapilheira (horizontes O2 e O3) do perfil LGR-MS. Nota-se que, tanto na serrapilheira como nos horizontes Bh dos perfis da LGR o Na se acumula relativamente ao K, em face de sua maior riqueza na brisa marinha (Little & Roberts, 1983) que muito influenciam a referida área (a 1,5 km da costa).

Os valores de CTC potencial acompanham os de CO e estão na dependência deste nos horizontes amostrados. Assim, os horizontes O2 e O3 do perfil LGR-MS apresentaram respectivamente 96,0 e 30,43 cmol/kg de CTC potencial, os maiores valores entre todas as amostras das três áreas. A larga dependência de pH da CTC num sistema dominado por matéria orgânica faz com que ocorra uma relação funcional entre CO e a diferença de CTC efetiva para a CTC potencial, ou seja, quanto maior o teor de CO, maior a diferença entre a CTC efetiva e a CTC potencial (Holzhey et al., 1975).

Os horizontes superficiais dos perfis de CNO são praticamente isentos de Al trocável e apresentam melhor balanço de bases trocáveis relativamente aos perfis da LGR e do CSA. Para todos os perfis, excetuando o perfil CNO-P, que é totalmente isento de Al trocável, a participação do Al nos cátions trocáveis é preponderante nos horizontes subsuperficiais B [Bh, (B1), (B2) e Bshx, conforme a área de restinga], mesma tendência encontrada por Olsson & Melkerud (1989). Mais uma vez, acompanhando os teores de CO desses horizontes, o Al atinge valores máximos nos perfis sob mata da LGR (horizontes Bh e serrapilheira).

Os perfis das áreas do CSA e CNO apresentaram elevação dos teores de P em profundidade, chegando a 109,4 mg/kg no horizonte Bsh1 do perfil CNO-P; 38,86 mg/kg no horizonte Bshx do perfil CNO-M; 24,97 mg/kg no horizonte (B2) do perfil CSA-M e 9,20 mg/kg no horizonte (B2) do perfil CSA-P. Para materiais silicosos, como os que dão origem aos solos das áreas estudadas, é possível supor que o P esteja migrando com o decorrer do tempo para baixo no perfil, acumulando no nível dos horizontes iluviais, pela presença de materiais orgânicos e inorgânicos. Na LGR, o forte hidromorfismo local altera a dinâmica do P, deixando-o mais livre no sistema, sem perceptível acumulação. Mew & Lee (1981), estudando Podzóis da Nova Zelândia encontraram situação semelhante aos perfis do CSA e de CNO quanto ao status de P em subsuperfície.

Influência da cobertura vegetal

De forma geral os perfis sob vegetação nativa nas três áreas de restinga apresentaram valores de pH mais baixos do que os encontrados nos perfis sob as glebas alteradas. Em CNO, o pH em água do perfil sob floresta (CNO-M) variou de 5,05 a 5,43, intervalo bem mais baixo do que seu par, sob pastagem (perfil CNO-P), com pH em água variando de 5,27 a 6,84. As vegetações arbustivas (heather) são reconhecidas como fortemente acidificadoras (Gimingham, 1960, citado por Miles, 1985) e correspondem totalmente à vegetação nativa da LGR e em algumas espécies à do CSA. A vegetação arbustiva também estaria associada ao processo de podzolização; provavelmente todos os Podzóis de terras baixas e a maioria dos de terras altas da Grã-Bretanha foram formados sob vegetação arbustiva. Poder-se-ia prever que pastagens como as das glebas alteradas das áreas do CSA e CNO reduzissem a acidez e degradassem o horizonte espódico do solo e ainda causassem redistribuição de óxidos entre os horizontes A e B. Espécies de árvores frondosas, como nas vegetações nativas de CNO, seriam pouco abundantes em solos ácidos arenosos bem drenados da Grã-Bretanha (Miles, 1985).

As quantidades de CO nos perfis mostraram uma clara distinção entre os solos cultivados e os sob vegetação nativa, sendo menores nos solos cultivados. Principalmente na LGR e em CNO, o processo de despodzolização é drástico e contraria o comentário de Nielsen et al. (1987) que consideraram pequenas as mudanças impostas pela troca da cobertura vegetal (com aproximadamente 70 anos) em solos arenosos, devido ao sedimento quartzoso altamente resistente. Pelo contrário, ao se mostrar inerte, o sedimento quartzoso é incapaz de tamponar/resistir por muito tempo às mudanças impostas ao solo pela substituição da cobertura vegetal.

Quanto aos teores relativamente pronunciados de P no CSA e em CNO, ocorre uma inversão na influência do uso de uma área de restinga para a outra. No CSA, o perfil sob mata nativa apresentou os maiores valores de P, enquanto em CNO foi o perfil sob pastagem. Possivelmente, no CSA, a gleba alterada há mais de 50 anos pela retirada da mata nativa (Tabela 4), perdeu grande parte do P anteriormente fixado nos horizontes (B1) e (B2) do perfil CSA-P. No CNO, a antiga cobertura de floresta do perfil CNO-P foi retirada há 24 anos,

e os elevados teores de P dos horizontes Bsh1 e Bsh2 do perfil CNO-P refletem o P tornado lábil pelo ainda atual e acelerado processo de desestabilização dos componentes organometálicos desses horizontes.

Classificação dos solos

Os perfis apresentam horizontes diagnósticos superficiais A moderado (Embrapa, 1988), principalmente em virtude de a textura arenosa comum a todos não permitir um desenvolvimento de estrutura suficiente para serem considerados como horizonte A proeminente ou A chernozêmico (caso dos horizontes superficiais dos perfis de CNO).

A LGR (perfis LGR-P, LGR-MD e LGR-MS) possui perfis de Podzol Hidromórfico com um horizonte espódico de acumulação de material húmico que se inicia entre 50 a 75 cm da superfície, penetrando na faixa do lençol freático (Tabela 7). A observação da espessura do horizonte Bh foi tentada por algumas vezes sem sucesso, pois o material solto do solo desmoronava durante a escavação no sedimento saturado pela água do lençol freático. No CSA (perfis CSA-P e CSA-M) estão compreendidas areias pouco diferenciadas, classificadas como Areias Quartzosas Marinhas intermediárias para Podzóis, assim adjetivadas para realçar o débil processo de acúmulo subsuperficial de material fino e de matéria orgânica [processo de iluviação em quantidade não suficiente para caracterizar um horizonte B espódico, ficando os horizontes denominados como (B1) e (B2)]. Em CNO, os perfis CNO-P e CNO-M são Podzóis morfologicamente bem diferenciados com horizonte subsuperficial espódico de acumulação de material oxídico associado à matéria orgânica (horizonte Bsh ou Bshx).

TABELA 7. Classificação dos perfis de solo estudados pela Classificação Brasileira, Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1994) e Sistema FAO-UNESCO (FAO, 1989).

Perfis	Classificação (Brasileira/Soil Taxonomy/FAO)
LGR-P; LGR-MD e LGR-MS	Podzol Hidromórfico com horizonte Bh/Haplohumods/Gleyic Podzols
CSA-P e CSA-M	Areia Quartzosa Marinha intermediária para Podzol/Quartzipsamments/Luvic Arenosols
CNO-P	Podzol com horizonte Bsh/Alorthods/Haplic Podzols
CNO-M	Podzol com horizonte Bshx/Fragiorthods/Haplic Podzols

CONCLUSÕES

1. A retirada da cobertura vegetal nativa nas áreas da Lagoa do Robalo e de Campos Novos vem provocando drástica despodzolização dos perfis LGR-P e CNO-P, embora eles ainda mantenham o caráter iluvial para complexos organometálicos.

2. Nos perfis de solo do Canto do Santo Antônio, com exceção do horizonte superficial, poucas e tênues diferenças são impostas pela troca da cobertura vegetal nativa pelo uso agrícola.

3. A exuberância e a cimentação aparente do horizonte Bshx do perfil sob cobertura vegetal nativa de Campos Novos (perfil CNO-M) é extremamente influenciada pelo eficiente dessecação imposto pelo consumo de água da floresta local.

4. Na Classificação Brasileira os perfis de solo da Lagoa do Robalo, Canto do Santo Antônio e Campos Novos correspondem, respectivamente, a Podzóis Hidromórficos com horizonte Bh, Areias Quartzosas Marinhas intermediárias para Podzol e Podzóis com horizonte Bsh ou Bshx.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, D.S.D. de; LACERDA, L.D. de. A natureza das restingas. **Ciência Hoje**, v.6, p.42-48, 1987.
- BOWMAN, G.M. Podzol development in a Holocene chronosequence. I. Moruya Heads, New South Wales. **Australian Journal of Soil Research**, v.27, p.607-628, 1989.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisas Pedológicas. **Levantamento exploratório-reconhecimento dos solos do Estado de Alagoas**. Recife, 1975. 532p. (DNPEA-CPP. Boletim técnico, 35).
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. **Levantamento de reconhecimento detalhado dos solos que ocupam a parte baixa do núcleo colonial de Macaé**. Rio de Janeiro, 1968. 99p. (Boletim técnico, 5).
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro: MA/EPE - SUDENE/DRN, MA/CONTAP/USAID/BRASIL, 1972. 670p. (Boletim técnico, 15).
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo**; contribuição à carta de solos do Brasil. Rio de Janeiro, 1960. 634p. (CNEPA-SNPA. Boletim, 12).
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio de Janeiro e Distrito Federal**; contribuição à carta de solos do Brasil. Rio de Janeiro, 1958. 350p. (CNEPA- -SNPA. Boletim, 11).
- CAMARGO, M.N.; KLAMT, E.; KAUFFMAN, J.H. Classificação de solos usada em levantamento pedológico no Brasil. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira da Ciência do Solo**, v.12, p.11-33, 1987.
- DAKER, A. **Água na agricultura**; manual de hidráulica agrícola, captação, elevação e melhoramento da água. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1976. v.2, 408p.
- DEFELIPO, B.V.; RIBEIRO, A.C. **Análise química do solo** (metodologia). Viçosa, MG: UFV, 1981. 17p. (Boletim, 29).
- DIAS, G.T.M.; SILVA, C.G. Geologia de depósitos arenosos costeiros emersos - exemplos ao longo do litoral fluminense. In: LACERDA, L.D.; ARAÚJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R.; TURCO, B. (Orgs.). **Restingas: origens, estrutura, processos**. Niterói: CEUFF, 1984. p.47-60.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento**; normas em uso pelo SNLCS. Rio de Janeiro, 1988. 67p. (Documentos, 11).
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento de reconhecimento do solo do Estado do Espírito Santo**. Rio de Janeiro, 1978. 461p. (Boletim técnico, 45).
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento semidetalhado de solos, classificação da aptidão agrícola das terras e elaboração do anteprojeto de colonização do projeto Campos Novos no Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS/INCRA, 1987. Parte 1, 272p.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento semidetalhado e aptidão agrícola dos solos do município do Rio de Janeiro, RJ**. Rio de Janeiro, 1980. 389p. (Boletim técnico, 66).
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos e análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979a.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE APTIDÃO AGRÍCOLA DE SOLOS, 1., Rio de Janeiro, 1979. **Anais ...** Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS/SBCS, 1979b. 276p.
- FANNING, D.S.; FANNING, M.C.B. **Soil: morphology, genesis and classification**. New York: John Wiley & Sons, 1989. 395p.
- FAO. **FAO/Unesco Soil map of the World: revised legend**. Wageningen: International Soil Reference and Information Centre, 1989. 138p. (ISRIC Technical Paper, 20). Reprint of World Soil Resources Report 60, FAO, Rome, 1988.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL DO RIO DE JANEIRO. **Indicadores climatológicos do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 1978. 156p. il. (Série SIPE).

- GOMES, J.B.V.; RESENDE, M.; REZENDE, S.B. de; MENDONÇA, E. de S. Solos de três áreas de restinga. II. Dinâmica de substâncias húmicas, ferro e alumínio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.11, p.1921-1932, 1998.
- GUERRA, A.T. **Dicionário geológico - geomorfológico**. 8.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. 446p. il.
- HOLZHEY, C.S.; DANIELS, R.B.; GAMBLE, E.E. Thick Bh horizons in the North Carolina Coastal Plain: II. Physical and chemical properties and rates of organic additions from surface sources. **Soil Science Society of America. Proceedings**, v.39, p.1182-1187, 1975.
- LEMONS, R.C. de; SANTOS, R.D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 2.ed. Campinas: SBCS/Embrapa-SNLCS, 1982. 46p.
- LITTLE, I.P.; ROBERTS, G.M. Cations and silica in lake and creek waters from Fraser Island, Queensland in relation to atmospheric accession from the ocean. **Proceedings of the Royal Society of Queensland**, v.94, p.41-49, 1983.
- MEW, G.; LEE, R. Investigation of the properties and genesis of West Coast wet land soils, South Island, New Zealand. 1. Type localities, profile morphology, and soil chemistry. **New Zealand Journal of Science**, v.24, p.1-24, 1981.
- MILES, J. The pedogenic effects of different species and vegetation types and the implications of succession. **Journal of Soil Science**, v.36, p.571-584, 1985.
- MOKMA, L.; BUURMAN, P. **Podzols and podzolization in temperate regions**. Wageningen: International Soil Museum, 1982. 126p. (ISM monograph, 1).
- NIELSEN, K.E.; DALSGAARD, K.; NORBERG, P. Effects on soils of an oak invasion of a Calluna heath, Denmark. II. Changes in organic matter and cellulose decomposition. **Geoderma**, v.41, p.97-106, 1987.
- OLIVEIRA, J.B.; JACOMINE, P.K.T.; CAMARGO, M.N. **Classes gerais de solos no Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201p.
- OLSSON, M.; MELKERUD, P. Chemical and mineralogical changes during genesis of a Podzol from till in southern Sweden. **Geoderma**, v.45, p.267-287, 1989.
- PROJETO RADAMBRASIL. **Folha SD.24 Salvador**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1981. 624p. (Levantamento de recursos naturais, 24).
- PROJETO RADAMBRASIL. **Folhas SF.23/24 Rio de Janeiro/Vitória**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1983. 780p. (Levantamento de recursos naturais, 32).
- RESENDE, M.; LANI, J.L.; FEITOZA, L.R. **Assentamento de pequenos agricultores no Estado do Espírito Santo - ambiente, homem e instituições**. Brasília: SAE/EMCAPA/UFV, 1993. 152p. (Série Homem e Ambiente, A.1).
- SOIL SURVEY STAFF. **Keys to soil taxonomy**. 6.ed. Washington, D.C., 1994. 306p.
- SOIL SURVEY STAFF. **Soil Taxonomy**: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Washington, D. C., 1975. 754p. (Handbook, 436).
- SOLOS, o mapa da mina. **Globo Rural**, v.8, p.30-33, 1993.
- VETTORI, L. **Métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro: Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969. 24p. (Boletim técnico, 7).