

Solos com Caráter Alítico da Zona da Mata Norte do Estado de Alagoas



ISSN 1517-2627

Dezembro, 2013

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Solos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Documentos 162

Solos com Caráter Alítico da Zona da Mata Norte do Estado de Alagoas

Flávio Adriano Marques
Alexandre Ferreira do Nascimento
Manoel Batista de Oliveira Neto
José Coelho de Araújo Filho

Rio de Janeiro, RJ
2013

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, nº 1.024, Jardim Botânico
CEP: 22460-000, Rio de Janeiro, RJ
Fone: + 55 (21) 2179-4500
Fax: + 55 (21) 2179-5291
www.embrapa.br/solos
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê de Publicações da Embrapa Solos

Presidente: *Daniel Vidal Pérez*

Secretário-Executivo: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Membros: *Ademar Barros da Silva, Adriana Vieira de Camargo de Moraes, Alba Leonor da Silva Martins, Cláudia Regina Delaia Machado, Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, Joyce Maria Guimarães Monteiro, Maria Regina Capdeville Laforet, Maurício Rizzato Coelho, Quitéria Sonia Cordeiro dos Santos.*

Supervisão editorial: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Revisão de texto: *André Luiz da Silva Lopes*

Normalização bibliográfica: *Enyomara Lourenço Silva*

Editoração eletrônica: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Foto da capa: Flávio Adriano Marques

1ª edição

On-line (2013)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Solos

M357s Marques, F. A.

Solos com caráter alítico da Zona da Mata Norte do estado de Alagoas / Flávio Adriano Marques. – Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos; Recife, PE: Embrapa Solos – UEP Recife, 2015.

28 p.: il. (Embrapa Solos. Documentos, 162).

ISSN 1517-2627

1. Solo-Morfologia. 2. Solo-Química. 3. Solo-Física. 4. Solo-Classe. 5. Solo-Análise. I. Marques, Flávio Adriano. II. Nascimento, A. F. do. III. Oliveira Neto, M. B. de. IV. Araújo Filho, José Coelho de. V. Título. VI. Série.

CDD 631.4

© Embrapa 2013

Autores

Flávio Adriano Marques

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Solos-UEP, Recife, PE.

Alexandre Ferreira do Nascimento

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT.

Manoel Bastista de Oliveira Neto

Engenheiro agrônomo, M.Sc. em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Solos-UEP, Recife, PE.

José Coelho de Araújo Filho

Engenheiro agrônomo, D.Sc. e pós-doutorado em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Solos-UEP, Recife, PE.

Apresentação

O Estado de Alagoas, com 27.767 km² e uma maior disposição linear na direção do Litoral ao Sertão, apresenta uma grande diversidade de ambientes e, conseqüentemente, de classes de solos. Algumas dessas paisagens guardam inesperadas surpresas, como a ocorrência de solos alíticos em pleno domínio do geoambiente dos Tabuleiros Costeiros. Neste trabalho são abordados atributos morfológicos, físicos e químicos de solos com caráter alítico na Zona da Mata alagoana. A identificação e mapeamento desses solos com características excepcionais e seu estudo pormenorizado, que culminou, entre outros produtos, nesta publicação, só foi possível graças à realização do Zoneamento Agroecológico do Estado de Alagoas – ZAAL, a partir do levantamento de solos do estado na escala 1:100.000, e à perseverança, comprometimento e empenho da equipe da Embrapa Solos UEP Recife.

Maria de Lourdes Mendonça Santos Brefin
Chefe Geral da Embrapa Solos

Sumário

Introdução	9
Material e Métodos	11
Caracterização do Meio Físico	11
Amostragem dos Solos	12
Análises Físicas e Químicas	13
Resultados e Discussão	13
Atributos Morfológicos	14
Atributos Físicos	18
Atributos Químicos	21
Conclusão	25
Referências	26

Solos com Caráter Alítico da Zona da Mata Norte do Estado de Alagoas

Flávio Adriano Marques

Alexandre Ferreira do Nascimento

Manoel Batista de Oliveira Neto

José Coelho de Araújo Filho

Introdução

Em função dos diferentes tipos de geologia (material de origem), clima, disposição das superfícies geomórficas e cobertura vegetal, o Estado de Alagoas apresenta uma grande diversidade de ambientes e de solos (ARAÚJO FILHO et al., 2012). Entre os solos da Zona da Mata alagoana, destacam-se aqueles formados a partir da alteração de folhelhos e conglomerados, por apresentarem peculiaridades em seus atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos. Uma das principais características desses solos é o alto teor de alumínio no complexo de troca do horizonte B ($Al^{3+} > 4 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$), associado à alta atividade da fração argila ($> 20 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) e à alta saturação por alumínio (Valor $m \geq 50\%$), e, ou à baixa saturação por bases (Valor $V < 50\%$), o que identifica seu caráter alítico (SANTOS et al., 2013).

Solos com caráter alítico não são comuns na região Nordeste do Brasil, no entanto, já foram identificados nos estados de Pernambuco (SANTOS et al., 2013; COSTA, 2012), Bahia (JACOMINE et al., 1979), Maranhão (ANJOS et al., 2007) e Alagoas (ARAÚJO FILHO et al., 2012; JACOMINE et al., 1975).

Em Alagoas, segundo o Levantamento de Solos de Baixa e Média Intensidade (escala 1:100.000), os solos com caráter alítico ocupam uma área de cerca

de 7.000 hectares na região dos Tabuleiros Costeiros, distribuídos entre as classes dos Argissolos Vermelho-Amarelos e Amarelos, e dos Cambissolos Háplicos (ARAÚJO FILHO et al., 2012). No Estado de Pernambuco, Costa (2012) estudou o caráter alfítico em Argissolos Amarelos e Acinzentados esmetctíticos formados a partir da decomposição de conglomerados da Formação Cabo, Município de Cabo de Santo Agostinho.

Ressalta-se que em solos com reação ácida, o alumínio na forma de cátion trocável (Al^{3+}) ou quando parcialmente hidrolisado [$Al(OH)^{2+}$ ou $Al(OH)_2^+$], é, geralmente, o principal elemento tóxico aos vegetais (FOY, 1974). Seu efeito nocivo se manifesta sobre o sistema radicular, causando redução da emissão de raízes secundárias, que são responsáveis, entre outras funções, pela absorção de água e nutrientes (MEURER, 2007). Além de ser tóxico às plantas, o alumínio pode interferir na disponibilidade de fósforo (SOUZA et al., 2007). Particularmente em Alagoas, o efeito fitotóxico do alumínio tem importante reflexo para o cultivo de cana-de-açúcar, desde que os teores deste elemento na solução do solo precisam ser neutralizados para evitar perdas de produtividade. No entanto, para os solos com reação ácida e teores altos de Al^{3+} , associado com teores também altos de cálcio e/ou magnésio trocável e argilas de atividade alta, o efeito tóxico do alumínio não tem se manifestado (GAMA; KIEHL, 1999), o que aponta a necessidade de mais estudos sobre a química desses solos.

Outro ponto importante desses solos diz respeito à possibilidade de aperfeiçoamento do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS com a inclusão de novas classes em diferentes níveis categóricos, tendo em vista que alguns indivíduos não são adequadamente enquadrados na atual versão do SiBCS (SANTOS et al., 2013) pela ausência de termos que melhor os qualifiquem.

O objetivo deste trabalho foi, portanto, caracterizar morfológica, física e quimicamente e, classificar conforme o SiBCS, solos com caráter alfítico na Zona da Mata Norte do Estado de Alagoas.

Material e Métodos

Caracterização do meio físico

Este estudo foi realizado numa catena com cerca de 4 km de extensão, localizada no Município de Porto Calvo, Zona da Mata Norte do Estado de Alagoas (Figura 1). O material de origem dos solos com caráter alféico estudados é constituído por folhelhos e conglomerados da Formação Muribeca (Fm.) do período Cretáceo (ARAÚJO FILHO et al., 2012). Nesta catena materiais da Fm. Muribeca encontram-se expostos no terço inferior das encostas, entre os sedimentos da Fm. Barreiras (Terciário) da porção superior e os depósitos colúvio-aluviais recentes de fundo de vale.

Um Argissolo Amarelo típico da região dos Tabuleiros Costeiros, formados a partir de sedimentos areno-argilosos da Fm. Barreiras e ocupando a porção superior da catena, foi incluído neste estudo a título de comparação de seus atributos morfológicos, físicos e químicos com os solos com caráter alféico (Tabela 1).

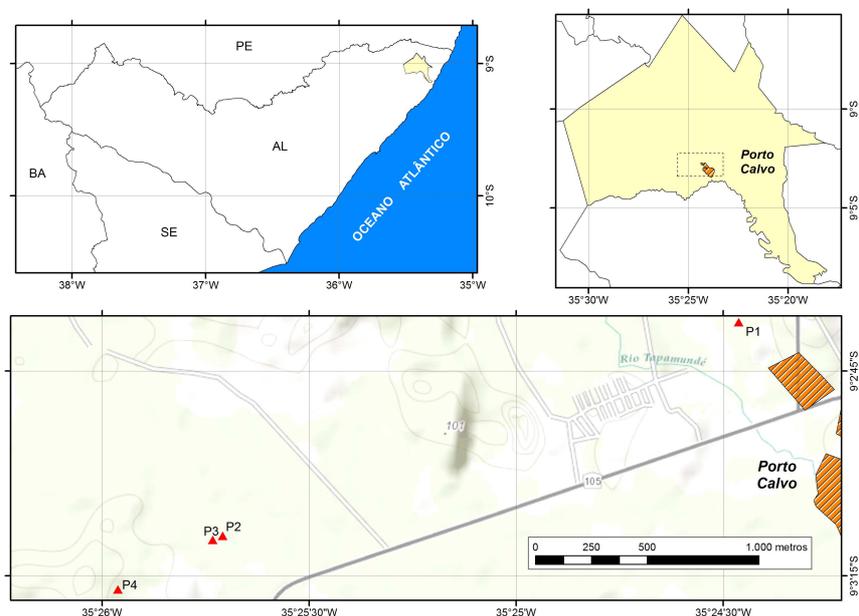


Figura 1. Localização da área de estudo.

Tabela 1. Localização e características dos solos estudados.

Perfil	Coordenadas geográficas	Altitude (m)	Classificação do solo ¹	Situação na paisagem	Material de Origem
P1	35°24'28" W 09°02'38" S	10	CX Alítico "saprólítico"	Terço inferior	Folhelhos
P2	35°25'42" W 09°03'09" S	8	PVA Alítico abrupto	Terço inferior	Folhelhos
P3	35°25'44" W 09°03'10" S	19	CX Alítico "saprólítico"	Terço inferior	Folhelhos
P4	35°25'58" W 09°03'17" S	55	PA Distrocoeso arênico	Terço superior	Sedimentos areno-argilosos

¹ CX = Cambissolo Háplico; PVA = Argissolo Vermelho-Amarelo; PA = Argissolo Amarelo.

O relevo regional varia de suave ondulado (declives de 3% a 8%) a forte ondulado (declives de 20% a 45%), marcado pelos remanescentes dissecados da Fm. Barreiras, que apresentam superfícies de topos estreitos e alongados, limitados por vales também estreitos e profundos (ARAÚJO FILHO et al., 2012).

O clima da região é do tipo Ams' da classificação de Köppen (tropical chuvoso de monção com verão seco) com precipitação pluvial média anual de 1.600 mm a 1.800 mm, evapotranspiração potencial média anual de 1.400 mm e temperatura média do ar de 25 °C, com pequena amplitude térmica.

A vegetação primária do tipo floresta tropical subperene-fólia foi quase completamente substituída por lavouras e pela pecuária extensiva (pastagens plantadas), sendo encontradas apenas pequenas reservas particulares ou protegidas por lei. O uso agrícola dominante dos solos da região é com a cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) para produção de biocombustível (etanol) e açúcar.

Amostragem dos solos

Três perfis de solos com caráter alítico e um típico da região dos Tabuleiros Costeiros (não-alítico) foram selecionados com base no Levantamento de Baixa e Média Intensidade de Solos do Estado de Alagoas – escala 1:100.000 (ARAÚJO FILHO et al., 2012). A descrição morfológica dos perfis e as coletas das amostras por horizonte ou camada foram realizadas conforme Santos et al. (2005). Para a realização das análises físicas e químicas, as amostras de solo foram secas ao ar, pesadas, destorroadas e peneiradas (malha de 2,0 mm), obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA).

Análises físicas e químicas

As análises físicas e químicas dos solos foram realizadas de acordo com Claessen (1997). A composição granulométrica da TFSA e o teor de argila dispersa em água foram obtidos pelo método do densímetro; densidade das partículas pelo método do balão volumétrico e a densidade do solo (Ds) pelo método da proveta. A partir desses resultados, foram calculados a relação silte/argila, o grau de flocculação das argilas e a porosidade total.

Os atributos químicos determinados foram: pH em água e em solução de KCl 1 mol L⁻¹ (relação solo/solução 1:2,5); Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ trocáveis utilizando extrator KCl 1 mol L⁻¹; os cátions K⁺ e Na⁺ trocáveis e o fósforo (P) disponível foram extraídos com solução de HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ mol L⁻¹ (Mehlich-1); acidez potencial (H + Al) foi extraída com solução de acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7; e o carbono orgânico (CO) determinado por combustão úmida com dicromato de potássio 0,4 mol L⁻¹ (CLAESSEN, 1997). Os teores de Ca²⁺ e Mg²⁺ foram determinados por titulometria com solução de EDTA 0,0125 mol L⁻¹; Na⁺ e K⁺ por fotometria de chama; P disponível por colorimetria; e Al³⁺ e H + Al por titulometria com NaOH 0,025 mol L⁻¹. Com os resultados analíticos foram calculados: soma de bases – SB (Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺), capacidade de troca de cátions – CTC ou Valor T (Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺ + H⁺ + Al³⁺), percentagem de saturação por bases – Valor V [(SB/CTC) x 100] e percentagem de saturação por alumínio – Valor m {[Al³⁺ / (SB + Al³⁺)] x 100}.

A partir da descrição morfológica e dos resultados das análises físicas e químicas, os solos estudados foram classificados até o quarto nível categórico (subgrupo) conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (SANTOS et al., 2013).

Resultados e Discussão

Os solos com caráter alftico estudados são formados a partir da alteração de folhelhos com pouca influência de conglomerados, os quais, apesar de pertencerem a uma litologia mais antiga (Cretáceo Inferior), comparada aos sedimentos da Fm. Barreiras (Terciário), devem ter sido expostos aos processos

de intemperismo e pedogênese mais recentemente. Esta linha de pensamento coaduna com natureza e posição na paisagem dos solos identificados, que ocorrem no terço inferior de elevação e possuem atributos morfológicos, físicos e químicos que diferem marcadamente dos Latossolos e Argissolos típicos da região, e retratam seu baixo a moderado grau de desenvolvimento pedogenético.

O enquadramento dos perfis P1 e P3 no atual SiBCS (SANTOS et al., 2013) apresentou dificuldades pela ausência de termos mais apropriados que refletem suas características no quarto nível categórico (subgrupo). Esses solos apresentam contato lítico superior a 150 cm de profundidade, precedido por rochas parcialmente decompostas (saprolito de folhelho), que ainda preservam sua estrutura original. Para o melhor enquadramento desses solos (P1 e P3) no SiBCS é sugerida a inclusão do subgrupo dos Cambissolos Háplicos Alíticos "saprolíticos".

Os perfis 2 e 4, por outro lado, foram adequadamente classificados conforme a atual versão do SiBCS como: Argissolo Vermelho-Amarelo Alítico abrupático (perfil 2) e Argissolo Amarelo Distrocoeso arênico (perfil 4) (Tabela 1).

Atributos morfológicos

Os Cambissolos (perfis 1 e 3) apresentam sequência de horizontes do tipo Ap, Bi1, Bi2, C (ou BC), Cr/C e Cr; o Argissolo Vermelho-Amarelo (P2) possui sequência de horizontes do tipo Ap, Bt1, Bt2, BC, C e C/Cr; e o Argissolo Amarelo Distrocoeso arênico (P4) tem sequência de horizontes do tipo Ap, Ap2, BA, Bt, Bw1 e Bw2 (Tabela 2). Os três perfis de solos com caráter alítico são profundos (> 100 cm e ≤ 200 cm) e possuem na base material saprolítico (camada Cr ou C/Cr) no qual ainda é possível identificar a estrutura e orientação dos planos de acamamento dos folhelhos, seu material de origem. Já o Argissolo Amarelo (P4) é muito profundo (> 200 cm) e apresenta horizonte Bw na sua porção inferior, abaixo do horizonte Bt, em posição não diagnóstica para a ordem dos Latossolos conforme o SiBCS (SANTOS et al., 2013).

Tabela 2. Principais atributos morfológicos dos solos estudados no município de Porto Calvo – Zona da Mata Norte de Alagoas.

Hor. ¹	Prof. (cm)	Cor ² (úmida)	Estrutura ³	Consistência		
				Seca	Úmida	Molhada
P1 – Cambissolo Háptico Alítico "saprolítico"						
Ap	0-12	7,5YR 3/3	Fraca a moderada pequena a média blocos subangulares	Ligeiramente dura	Friável	Plástica e Pegajosa
Bl1	12-30	5YR 4/4	Moderada a forte muito pequena a pequena blocos angulares e subangulares	Muito dura	Friável	Muito plástica e Muito pegajosa
Bt2	30-60	5YR 4/6	Moderada a forte muito pequena e pequena blocos angulares e subangulares	Muito dura	Friável a firme	Muito plástica e Muito pegajosa
C	60-80	10YR 6/3	Moderada muito pequena a média blocos angulares e subangulares	Dura a extremamente dura	Friável a firme	Muito plástica e Muito pegajosa
Cr/C	80-120	10YR 6/1	Moderada pequena a média laminar e partes em blocos	Muito dura a extremamente dura	Muito firme com partes friáveis	Muito plástica e Muito pegajosa
Cr	120-150+	variada	Fraca muito pequena a média laminar	Muito dura a extremamente dura	Firme a extremamente firme	Muito plástica e Muito pegajosa
P2 – Argissolo Vermelho-Amarelo Alítico abrupção						
Ap	0-15	10YR 3/2	Fraca a moderada pequena a média blocos subangulares	Dura	Friável	Plástica e Pegajosa
Bt1	15-29	variada	Moderada muito pequena a média blocos angulares e subangulares	Muito dura	Ligeiramente firme com partes firmes	Muito plástica e Muito pegajosa
Bt2	29-49	variada	Moderada pequena a média blocos angulares e subangulares	Muito dura a extremamente dura	Ligeiramente firme com partes firmes	Muito plástica e Muito pegajosa
BC	49-70	variada	Fraca pequena a média blocos angulares	Extremamente dura	Firme	Plástica e pegajosa
C	70-96	10R 4/6	Fraca pequena a média blocos angulares	Muito dura a extremamente dura	Firme	Plástica e pegajosa
Cr	96-140+	10R 4/6	Fraca pequena a média blocos angulares	Dura a muito dura	Firme com partes friáveis	Plástica e ligeiramente pegajosa
P3 – Cambissolo Háptico Alítico "saprolítico"						
Ap	0-12	10YR 3/3	Fraca a moderada pequena a média blocos subangulares	Muito dura	Firme	Plástica e Pegajosa
Bl1	12-30	variada	Moderada a forte muito pequena a pequena blocos angulares e subangulares	Muito dura	Ligeiramente firme com partes firmes	Muito plástica e Muito pegajosa
Bt2	30-48	variada	Moderada pequena a média blocos angulares e subangulares	Muito dura	Firme	Muito plástica e Muito pegajosa
BC	48-65	variada	Fraca pequena a média blocos angulares e subangulares	Muito dura	Firme com partes friáveis	Plástica e pegajosa
Cr/C	65-90	variada	Fraca pequena a média blocos angulares e subangulares	Dura	Firme com partes friáveis	Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa
Cr	90-150+	10R 4/8	Fraca pequena a média blocos angulares	Dura	Friável	Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa
P4 – Argissolo Amarelo Distrocoeso arenico						
Ap	0-27	10YR 3/3	Fraca pequena grão simples e blocos subangulares	Macia	Friável e solta	Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa
Ap2	27-52	10YR 4/2	Fraca moderada pequena a média blocos subangulares e grão simples	Macia a ligeiramente dura	Muito friável e solta	Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa
BA	52-70	10YR 5/8	Fraca pequena a média blocos subangulares e angulares	Dura a muito dura	Ligeiramente firme	Plástica e pegajosa
Bt	70-100	10YR 6/8	fraca a moderada pequena a média blocos subangulares e angulares	Dura a muito dura	Friável	Muito plástica e muito pegajosa
Bw1	100-125	10YR 5/6	fraca a moderada pequena a média blocos subangulares e angulares	Dura a ligeiramente dura	Friável	Muito plástica e pegajosa
Bw2	125-160+	10YR 5/6	fraca a moderada pequena a média blocos subangulares e angulares	Dura a ligeiramente dura	Muito friável	Muito plástica e pegajosa

¹Horizonte. ²Sistema Munsell. ³Grau de desenvolvimento, tamanho e tipo.

Os solos com caráter alítico apresentam cores amarelas a vermelho-amarelas e acinzentadas que transitam para vermelho na base do perfil, centradas nos matizes 10YR, 7,5YR, 5YR, 10R e variegado (2,5Y; 7,5YR; 10YR e 10R). Tais cores sugerem as restrições de drenagem interna desses solos. Já o P4 (PA Distrocóeso) possui cores amarelas típicas, com matiz 10YR e ausência de mosqueados na base (Tabela 2 e Figura 2), sugerindo boas condições de permeabilidade desse solo.

A coloração variegada dos solos com caráter alítico é resultado principalmente do processo de alteração química e física da porção mais superficial dos folhelhos, aliado à drenagem local moderada a imperfeita. Por ocuparem os terços inferiores de elevação, já próximos dos fundos de vale, esses solos recebem uma importante contribuição hídrica descendente das superfícies vizinhas de altitudes mais elevadas no período de maior concentração das chuvas (junho a agosto), permanecendo, deste modo, mais tempo saturados com água.

Em função da posição na paisagem (encosta), do elevado teor de silte e das constantes operações de motomecanização nas áreas cultivadas com cana-de-açúcar, o horizonte superficial dos solos com caráter alítico encontra-se parcialmente erodido, com ausência de estrutura típica do tipo granular. A estrutura dos horizontes diagnósticos (Bi e Bt), por sua vez, é de grau moderado a forte, com amplo domínio de blocos angulares e subangulares (Tabela 2). No perfil 2 (PVA Alítico), foram observados na camada C/Cr matações completamente intemperizados, o que seriam vestígios de conglomerados de possíveis rochas graníticas (Figura 2). Essas feições contêm minerais de quartzo e feldspato e, provavelmente, de caulinita. O teste químico com HCl 10% para identificação de carbonatos, efetuado no campo, foi negativo.

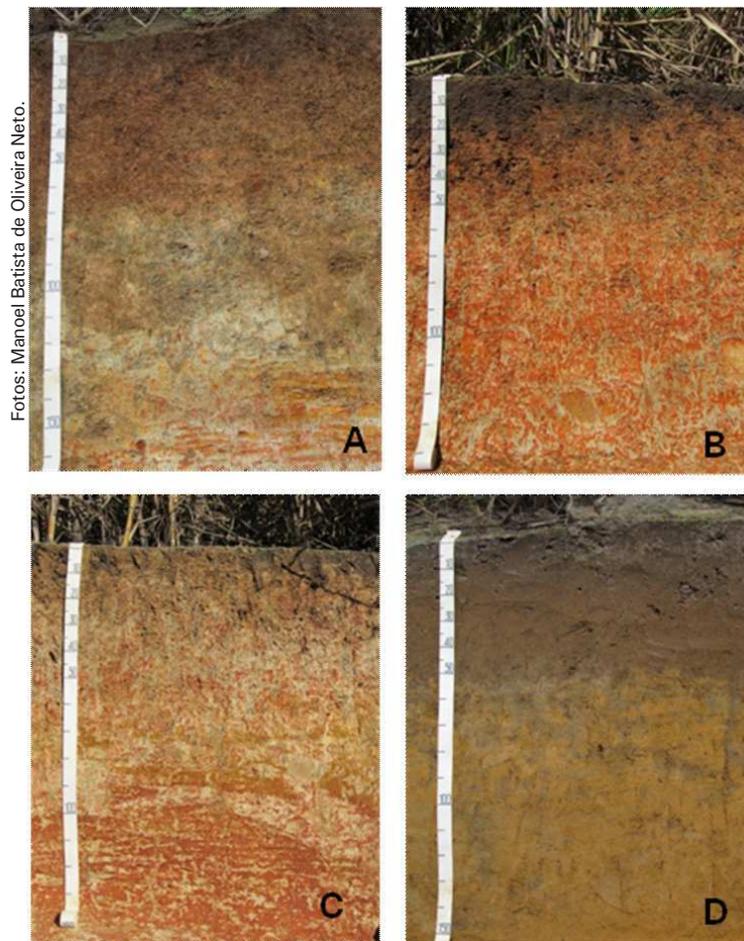


Figura 2. Fotos dos perfis de solos estudados no Município de Porto Calvo – Zona da Mata Norte do Estado de Alagoas. A – Cambissolo Háplico Alítico “saprolítico” (Perfil 1); B – Argissolo Vermelho-Amarelo Alítico abrupto (Perfil 2); C– Cambissolo Háplico Alítico “saprolítico” (Perfil 3) e D – Argissolo Amarelo Distrocoeso arênico (Perfil 4).

De modo contrastante aos solos com caráter alítico, o Argissolo Amarelo (P4) possui horizonte Ap espesso (52 cm) com estrutura fraca a moderada do tipo grão simples, que se sobrepõe aos horizontes B textural (Bt) e B latossólico (Bw) de estrutura do tipo em blocos angulares e subangulares (Tabela 2 e Figura 2). Os horizontes BA e Bt deste perfil apresentam acentuada resistência à penetração da faca, indicando seu caráter coeso, feição típica dos solos da região dos Tabuleiros Costeiros (RIBEIRO, 2001; SANTOS et al., 2013).

Atributos Físicos

Alguns dos principais atributos físicos dos solos estudados encontram-se na Tabela 3. Observa-se que em todos os perfis a TFSA corresponde a 100% da massa dos solos.

Os solos com caráter alítico apresentam textura média a argilosa e teores elevados de silte, que por vezes se sobrepõem aos valores de argila, como é o caso do perfil 1 (CX alítico). Os altos teores de silte desses solos são provenientes da decomposição parcial dos folhelhos (rocha sedimentar de granulometria fina) e contribuem para a alta relação silte/argila ($\geq 0,6$) do solo. A alta relação silte/argila desses solos corrobora seu baixo a moderado grau de desenvolvimento pedogenético. Por fim, os teores da fração areia têm distribuição irregular, e se destacam em superfície e na base do perfil (camadas Cr/C ou Cr). Em superfície, a maior concentração de areia pode ser indicativo do processo de erosão laminar no horizonte A. No caso específico do PVA Alítico (P2), que possui o caráter abrupto, o processo de eluviação de argilas, ao contrário da erosão laminar, pode ser o principal fenômeno responsável pelo elevado teor de areia no horizonte A. Já o PA Distrocoeso (P4) possui textura arenosa nos primeiros 52 cm (horizontes Ap e Ap2) que transita para média nos horizontes subsuperficiais (BA, Bt e Bw); além de baixos teores de silte ($< 140 \text{ g kg}^{-1}$). A relação silte/argila desse solo, conseqüentemente, é muito baixa, variando de 0,2 a 0,4 entre os horizontes, contrastando com aquela dos solos com caráter alítico (Tabela 3).

A densidade do solo (D_s) no horizonte superficial dos solos com caráter alítico varia de $1,25 \text{ g cm}^{-3}$ a $1,44 \text{ g cm}^{-3}$, e nos horizontes subsuperficiais de $1,11 \text{ g}$

cm^{-3} a $1,27 \text{ g cm}^{-3}$ (Tabela 3). Os maiores valores de D_s no horizonte A estão relacionados com sua perda parcial por erosão, relativa acumulação de areia e, provavelmente, compactação causada pelas operações de motomecanização agrícola. No P4 (PA Distrocoeso), a D_s varia de $1,39 \text{ g cm}^{-3}$ a $1,56 \text{ g cm}^{-3}$, o que é reflexo da textura mais arenosa, cujos teores de areia grossa são superiores àqueles de areia fina (dado não apresentado), manifestação do caráter coeso e também da compactação.

A densidade das partículas (D_p) varia de $2,52 \text{ g cm}^{-3}$ a $2,62 \text{ g cm}^{-3}$ nos solos com caráter alítico (P1 a P3), e de $2,62 \text{ g cm}^{-3}$ a $2,69 \text{ g cm}^{-3}$ no P4 (Argissolo Amarelo Distrocoeso). Esta propriedade está intimamente relacionada com o material de origem dos solos (folhelhos *versus* sedimentos areno-argilosos), o que explica esta variação na D_p entre os solos.

Quanto à porosidade total, enquanto no P4 (PA Distrocoeso) ela variou de 40 a 48%, destacam-se os valores superiores a 50% nas camadas de material saprolítico (Cr e C/Cr) dos solos com caráter alítico (P1 a P3), o que constituem importantes reservatórios de água (Tabela 3).

O grau de floculação (GF) calculado é de 100% em todos os horizontes/camadas dos solos com caráter alítico, exceto pelo Ap do PVA Alítico abrupto (P2) e do CX Alítico "saprolítico" (P3). Enquanto que no P4 (PA Distrocoeso arênico) o GF varia de 55% a 85% nos horizontes mais superficiais (Tabela 3). O GF das argilas está relacionado com a reação fortemente ácida dos solos e a composição do complexo de troca que serão discutidos com mais detalhes a seguir.

Tabela 3. Principais atributos físicos dos solos estudados no Município de Porto Calvo – Zona da Mata Norte de Alagoas.

Hor. ¹	TFSA ²	Argila (g kg ⁻¹)	Silte (g kg ⁻¹)	Areia (g kg ⁻¹)	Silte Argila	ADA ³ (g kg ⁻¹)	GF ⁴ (%)	Ds ⁵ (g cm ⁻³)	Dp ⁶ (g cm ⁻³)	Porosidade total (%)
P1 – Cambissolo Háplico Alítico "saprolítico"										
Ap	100	273	278	449	1,0	0	100	1,34	2,52	47
Bi1	100	354	387	259	1,1	0	100	1,20	2,56	53
Bi2	100	475	468	57	1,0	0	100	1,14	2,59	56
C	100	454	453	93	1,0	0	100	1,15	2,62	56
Cr/C	100	414	442	144	1,1	0	100	1,17	2,59	55
Cr	100	293	362	345	1,2	0	100	1,23	2,62	53
P2 – Argissolo Vermelho-Amarelo Alítico abráptico										
Ap	100	192	184	624	1,0	60	90	1,44	2,52	43
Bt1	100	475	314	211	0,7	0	100	1,27	2,56	50
Bt2	100	474	322	204	0,7	0	100	1,25	2,59	52
BC	100	333	350	317	1,0	0	100	1,26	2,59	51
C	100	292	314	394	1,1	0	100	1,24	2,62	53
C/Cr	100	252	268	480	1,1	0	100	1,24	2,62	53
P3 – Cambissolo Háplico Alítico "saprolítico"										
Ap	100	352	201	447	0,6	20	83	1,25	2,52	50
Bi1	100	454	282	264	0,6	0	100	1,24	2,55	51
Bi2	100	414	301	285	0,7	0	100	1,23	2,59	52
BC	100	374	315	311	0,8	0	100	1,21	2,62	54
Cr/C	100	312	300	388	1,0	0	100	1,17	2,58	55
Cr	100	312	182	506	0,6	0	100	1,11	2,62	58
P4 – Argissolo Amarelo Distrocóeso arênico										
Ap	100	91	21	888	0,2	20	78	1,56	2,62	40
Ap2	100	131	32	837	0,2	20	85	1,46	2,66	45
BA	100	313	118	569	0,4	140	55	1,41	2,62	46
Bt	100	313	140	547	0,4	0	100	1,39	2,69	48
Bw1	100	272	72	656	0,3	0	100	1,45	2,65	45
Bw2	100	293	79	628	0,3	0	100	1,47	2,69	45

¹ Horizonte. ² Terra fina seca ao ar (< 2,0 mm). ³ Argila dispersa em água. ⁴ Grau de floculação das argilas. ⁵ Densidade do solo. ⁶ Densidade das partículas.

Atributos Químicos

Alguns dos principais atributos químicos dos solos estudados encontram-se na Tabela 4. A reação dos solos estudados é fortemente ácida (pH em água de 5,3 a 4,3), sendo os valores de pH em água decrescentes em profundidade, porém superiores àqueles em KCl 1 mol L⁻¹, o que é indicativo da dominância de argilas com cargas negativas. A diminuição do pH em água em profundidade pode estar relacionada à alternância de ciclos de umedecimento e secagem na base do perfil e, conseqüentemente, aos processos de oxidação-redução de minerais de ferro liberando íons H⁺ (VAN BREEMEN; BUURMAN, 2002).

No complexo de troca dos solos com caráter alítico, o conteúdo de magnésio trocável (Mg²⁺) é bem superior àquele de cálcio (Ca²⁺), fato incomum à maioria dos solos da região dos Tabuleiros Costeiros, porém, curiosamente, foi também observado no PA Distrocoeso (P4), apesar de em menor escala (Tabela 4). Os maiores teores de Mg²⁺ em relação a Ca²⁺ pode ser atribuído ao material de origem (Folhelhos da Fm. Muribeca), que possui importante influência marinha pretérita. Esta hipótese, da contribuição de sedimentos de origem marinha nos teores de Mg²⁺, também foi levantada por Anjos et al. (2007) e Costa (2012) para solos com caráter alítico do Maranhão e de Pernambuco, respectivamente, derivados de rochas com cronologia do Cretáceo Inferior (145-100 milhões de anos), similar ao deste estudo.

O principal cátion do complexo sortivo dos solos com caráter alítico, entretanto, é o Al³⁺, cujos teores variam de 6,2 cmol_c kg⁻¹ a 15,7 cmol_c kg⁻¹ nos horizontes subsuperficiais, enquanto que no P4 (PA Distrocoeso) os teores de Al³⁺ são baixos (0,80 cmol_c kg⁻¹ a 0,95 cmol_c kg⁻¹). Em superfície, entretanto, os valores de Al³⁺ são baixos em todos os perfis estudados (alíticos e não-alíticos), provavelmente em função da aplicação de calcário (os teores de Ca²⁺ são bem maiores na camada arável e decrescem em profundidade), exceto pelo perfil 1 (CX Alítico saprolítico) (Tabela 4). Interessante observar a mudança brusca nos teores de Al³⁺ em profundidade dos solos estudados, comportamento geoquímico similar ao descrito por Costa (2012) para Argissolos Amarelos e Acinzentados com caráter alítico derivados de conglomerados da Fm. Cabo, em Pernambuco.

Os elevados teores de Al^{3+} dos solos são creditados à alteração dos folhelhos, cuja constituição mineralógica é rica em micas (muscovitas e biotitas), e um ambiente geoquímico favorável à formação e manutenção de minerais de argila de atividade alta do tipo 2:1 (grupo das esmectitas). Outro aspecto relacionado com os altos teores de Al^{3+} desses solos é o questionamento de que parte dele poderia estar numa forma não-trocável, similar ao discutido para os solos com caráter alítico da Fm. Solimões do Estado do Acre (BERNINI et al., 2013). Esta hipótese alinha-se com o trabalho de Kamprath (1970), que considera inadequado o método de extração de alumínio por solução salina concentrada em solos com predomínio de argilas do tipo 2:1 ou interestratificadas.

Os cátions trocáveis potássio (K^+) e sódio (Na^+) têm distribuição irregular nos solos com caráter alítico, porém, nos Cambissolos (P1 e P3) há aumento de seus conteúdos em profundidade (camada Cr ou C/Cr). Destaque para o P3, com $11,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de K^+ na camada Cr, provavelmente resultado da forte alteração de minerais primários, em especial de micas. O perfil 4 (PA Distrocoeso), por outro lado, possui teores negligenciáveis de K^+ e Na^+ , o que é reflexo da textura arenosa/média, boa drenagem e intensa lixiviação promovida pela clima tropical chuvoso de monção.

A capacidade de troca de cátions (CTC) dos solos com caráter alítico (P1 a P3) varia de $9,8 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ a $26,1 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e, curiosamente, apresenta os maiores valores nas camadas subsuperficiais (C, Cr/C e Cr), exceto pelo horizonte Bi do P3 (CX Alítico). A elevada CTC, principalmente em profundidade, onde há menor influência da matéria orgânica, reflete a alta atividade da fração argila desses solos ($\geq 27 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de argila) no horizonte B e nas camadas C, Cr/C e Cr.

Tabela 4. Principais atributos químicos dos solos estudados no município de Porto Calvo – Zona da Mata Norte de Alagoas.

Hor. ¹	pH água	pH KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SB ²	Al ³⁺	H ⁺	CTC ³	Valor V ⁴	Valor m ⁵	CO ⁶	P disponível	
			-----			cmolc kg ⁻¹ -----						-----%		g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹
P1 – Cambissolo Háplico Alítico “saprolítico”															
Ap	5,0	3,9	1,62	2,22	0,46	0,32	4,62	4,9	5,0	13,3	35	52	7,8	41	
Bi1	4,9	3,8	1,52	2,12	0,25	0,26	4,14	6,2	6,2	10,6	39	60	6,2	9	
Bi2	4,5	3,7	1,60	6,07	0,09	0,26	8,01	12,0	12,0	23,1	35	60	3,7	7	
C	4,4	3,7	0,64	7,02	0,13	0,45	8,24	13,8	13,8	23,9	35	63	2,6	7	
Cr/C	4,4	3,7	0,64	6,39	0,28	0,59	7,89	13,1	13,1	21,2	37	62	2,0	6	
Cr	4,3	3,6	0,96	7,34	0,52	1,14	9,96	15,3	15,3	26,1	38	61	1,4	5	
P2 – Argissolo Vermelho-Amarelo Alítico abrupto															
Ap	5,4	4,4	2,02	4,56	0,17	0,19	6,93	0,2	2,7	9,8	71	2	11,6	67	
Bt1	4,4	3,6	2,56	4,47	0,10	0,13	7,26	8,0	3,9	19,1	38	52	6,1	23	
Bt2	4,3	3,7	0,62	3,06	0,09	0,06	3,82	11,2	4,2	19,2	20	75	4,9	10	
BC	4,3	3,7	0,40	3,07	0,04	0,19	3,70	12,8	3,0	19,5	19	78	2,8	8	
C	4,2	3,6	0,40	3,06	0,04	0,26	3,77	14,6	3,70	22,7	17	79	2,9	2	
C/Cr	4,1	3,6	0,20	3,47	0,03	0,19	3,89	15,7	4,76	24,4	16	80	2,3	2	
P3 – Cambissolo Háplico Alítico “saprolítico”															
Ap	4,7	3,9	3,02	3,42	0,12	0,19	6,75	1,3	4,0	12,0	56	16	9,5	16	
Bi1	4,3	3,7	0,40	2,66	0,03	0,00	3,09	11,0	2,9	17,0	18	78	8,1	9	
Bi2	4,3	3,7	0,30	2,97	0,00	0,00	3,30	11,5	3,1	17,9	18	78	6,3	2	
BC	4,4	3,7	0,20	1,84	3,09	0,00	2,05	11,8	2,2	16,0	13	85	5,6	0	
Cr/C	4,4	3,7	0,20	2,04	2,86	0,06	2,34	11,6	2,6	16,5	14	83	4,8	0	
Cr	4,3	3,7	0,40	1,63	11,00	0,13	2,19	12,0	3,5	17,7	12	85	2,9	0	
P4 – Argissolo Amarelo Distrocóeso arênico															
Ap	5,3	4,1	0,50	0,50	0,04	0,06	1,12	0,03	1,2	2,3	48	3	5,2	23	
Ap2	5,1	4,3	0,61	1,01	0,03	0,00	1,64	0,10	1,4	3,2	52	6	3,8	19	
BA	4,7	4,1	0,71	0,60	0,01	0,00	1,32	0,80	2,2	4,3	31	38	3,5	2	
Bt	4,6	4,1	0,40	0,71	0,00	0,00	1,11	0,87	2,1	4,1	27	44	2,9	2	
Bw1	4,5	4,1	0,30	0,91	0,00	0,00	1,21	0,90	1,3	3,4	35	43	2,0	2	
Bw2	4,5	4,1	0,20	1,01	0,00	0,00	1,21	0,95	1,2	3,4	36	44	2,1	1	

¹ Horizonte. ² Soma de Bases. ³ Capacidade de troca de cátions a pH 7,0. ⁴ Saturação por bases. ⁵ Saturação por alumínio. ⁶ Carbono orgânico.

Em contraposição, a CTC do P4 (PA Distrocoesos) é baixa, típica de solos com predomínio de argilas de atividade baixa (Tb) como caulinitas e óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, variando de 2,3 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ a 4,3 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$.

Independente da classe de solo, os valores de saturação por bases (Valor V) são inferiores a 50% na maioria dos horizontes e camadas analisadas, o que é consequência da dominância do processo de lixiviação das bases (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+), utilização agrícola intensiva do solo (cultivo da cana-de-açúcar) e da acumulação de íons de hidrogênio e alumínio no complexo sortivo, este último principalmente nos solos com caráter alítico (Tabela 4).

Como esperado, o valor de saturação por alumínio (Valor m) dos solos com caráter alítico é alto, variando de 52% a 80% nos horizontes subsuperficiais. Em superfície, entretanto, o Valor m é baixo (exceto no P1 – CX Alítico), provavelmente em razão da aplicação regular de calcário para neutralizar alumínio, tendo em vista que todos os solos estudados são intensivamente cultivados há centenas de anos.

Teor de $\text{Al}^{3+} \geq 4 \text{ cmol}_c \text{kg}^{-1}$ de solo, associado à atividade das argilas $\geq 20 \text{ cmol}_c \text{kg}^{-1}$ de argila, saturação por alumínio $\geq 50\%$ e saturação por bases $< 50\%$, tipificam o caráter alítico para os perfis P1, P2 e P3 estudados (SANTOS et al., 2013).

Os valores de carbono orgânico (CO) variam de cerca de 8 g kg^{-1} a 12 g kg^{-1} no horizonte Ap dos solos com caráter alítico e diminuem gradativamente em profundidade, enquanto no P4 (PA Distrocoesos) eles são comparativamente mais baixos (Tabela 4). Para os solos com caráter alítico, constata-se que os valores de C orgânico não se correlacionam com aqueles da CTC. O clima quente e úmido da região, associado com o longo tempo de monocultivo (> 100 anos) na Zona da Mata Norte do Estado de Alagoas, especialmente no Município de Porto Calvo, pioneiro na instalação de engenhos de cana-de-açúcar, com práticas de revolvimento da camada arável (0-20 cm) a cada final de ciclo da cultura (5 a 6 anos), são apontados como os principais motivos para os baixos valores de C orgânico dos solos estudados.

Por fim, os valores de P disponível são elevados nos horizontes superficiais, variando de 16 mg kg^{-1} a 67 mg kg^{-1} , e decrescem abruptamente com o aumento da profundidade, independente da classe de solo, o que pode ser explicado pela aplicação periódica de fertilizantes fosfatados.

Conclusão

É sugerida a inserção do subgrupo dos Cambissolos Háplicos Alíticos “saprolíticos” para contemplar os perfis P1 e P3 que apresentam dificuldades para enquadramento na atual versão do SiBCS (SANTOS et al., 2013). Os perfis 2 e 4 foram adequadamente classificados, segundo o SiBCS, como Argissolo Vermelho-Amarelo Alítico abrupto e Argissolo Amarelo Distrocoeso arênico, respectivamente.

Os solos com caráter alítico possuem altos teores de silte derivados do material de origem (folhelhos) e uma camada de material saprolítico dentro de 150 cm de profundidade, o que atestam seu baixo a moderado grau de desenvolvimento pedogenético.

Características intrínsecas dos solos com caráter alítico, como: elevados teores de silte, baixa permeabilidade à água e seu posicionamento em encostas, conjuntamente com o clima tropical chuvoso de monção e o manejo inadequado da cultura da cana-de-açúcar, tornam esses solos altamente suscetíveis à degradação por erosão, notadamente o horizonte superficial.

Os solos com caráter alítico estudados apresentam, principalmente em subsuperfície, materiais expansíveis, que devem ser considerados quando da realização de alguma obra de engenharia civil, como a construção de casas, pontes e rodovias.

Referências

ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; PÉREZ, D. V.; RAMOS, D. P. Caracterização e classificação de Plintossolos no município de Pinheiro – MA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 5, p. 1035-1044, 2007.

ARAÚJO FILHO, J. C.; GOMES, E. C.; SILVA, F. H. B. B. da; OLIVEIRA NETO, M. B. de; PARAHYBA, R. da B. V.; CUNHA, T. J. F.; CAVALCANTI, A. C.; SANTOS, J. C. P. dos; SILVA, A. B. da; LOPES, O. F.; LEITE, A. P.; SILVA, M. S. L. da; RIBEIRO FILHO, M. R.; ACCIOLY, L. J. de O.; MARQUES, F. A.; AMARAL, A. J.; LIMA, P. C. de; BARROS, A. H. C.; SILVA, D. F. da; SILVEIRA, H. L. F. da; FONSECA, J. C. da; BOTELHO, F. P. **Zoneamento agroecológico do estado de Alagoas: levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos**. Recife, PE: Embrapa Solos – UEP Recife; Maceió, AL: Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Agrário de Alagoas, 245 p. 2012.

BERNINI, T. A.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C.; PÉREZ, D. V.; FONTANA, A.; CALDERANO, S. B.; WADT, P. G. S. Quantification of aluminium in soil of the Solimões formation, Acre state, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 37, n. 6, p. 1587-1598, 2013.

CLAESSEN, M. E. C.; BARRETO, W. de O.; PAULA, J. L. de; DUARTE, M. N. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 212 p. 1997.

COSTA, E. U. C. da. **Caracterização e gênese de Argissolos e Nitossolos na Bacia Cabo, Pernambuco**. 117 f. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

FLOY, C. D. Effects of aluminium on plant growth. In: CARSON, E. W. (Ed.). **The plant root and its environment**. Charlottesville: University Press of Virginia, p. 601-642, 1974.

GAMA, J. R. N. F.; KIEHL, J. C. Influência do alumínio de um Podzólico Vermelho-Amarelo do Acre sobre o crescimento das plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 23, n. 2, p. 475-482, 1999.

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; BURGOS, N.; PESSOA, S. C. P.; SILVEIRA, C. O. da. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do estado de Pernambuco – volume I**. Recife, PE: Ministério da Agricultura – Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária – Divisão de Pesquisa Pedológica: SUDENE – Divisão de Agrologia, 359 p. 1973.

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; PESSOA, S. C. P.; SILVEIRA, C. O. da. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do estado de Alagoas**. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa – Centro de Pesquisas Pedológicas: SUDENE – DRN, 532 p. 1975.

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, C. C.; SILVA, F. B. R. e; MONTENEGRO, J. O.; FORMIGA, R. A.; BURGOS, N.; MELO FILHO, H. F. R. de. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos da margem direita do Rio São Francisco estado da Bahia**. Recife, PE: Embrapa – SNLCS: SUDENE-DRN, 738 p. 1977/1979.

KAMPATH, E. J. Exchangeable aluminium as a criterion for liming leached mineral soil. *Soil Science Society American, Proceedings*, Münster, Germany, v. 34, 252 p. 1970.

MEURER, E. J. Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. NOVAES, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 65-90. 2007.

RIBEIRO, M. R. Características morfológicas dos horizontes coesos dos solos dos Tabuleiros Costeiros. In: WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 2001, Aracaju, SE. **Anais...** Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, p. 161-168. 2001.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 353 p. 2013.

SANTOS, R. D. dos; LEMOS, R. C. de; SANTOS, H. G. dos; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5. ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Rio de Janeiro, RJ: Embrapa – CNPS, 92 p. 2005.

SOUZA, D. M. G. de; MIRANDA, L. N. de; OLIVEIRA, S. A. de. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V. V. H.; BARROS, N. F. de; FORTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 205-274. 2007.

VAN BREEMEN, N.; BUURMAN, P. **Soil formation**. 2nd ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 405 p. 2002.

Embrapa

Solos