



Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN: 1981-1160

editorgeral@agraria.pro.br

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Brasil

Alho, Denise R.; Júnior, José M.; Campos, Milton C. C.

Caracterização física, química e mineralógica de Neossolos Litólicos de diferentes materiais de origem

Revista Brasileira de Ciências Agrárias, vol. 2, núm. 2, abril-junio, 2007, pp. 117-122

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Pernambuco, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119017355002>

- ▶ 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

Denise R. Alho¹

José M. Júnior²

Milton C. C. Campos³

Caracterização física, química e mineralógica de Neossolos Litólicos de diferentes materiais de origem

RESUMO

Os Neossolos Litólicos são solos pouco desenvolvidos, com contato lítico dentro dos primeiros 50 cm apresentando, portanto, em suas propriedades, influência marcante do material de origem. O objetivo deste trabalho foi a caracterização física, química e mineralógica de Neossolos Litólicos de diferentes materiais de origem. A área em estudo está inserida na região de Jaboticabal, localizada a Norte do Estado de São Paulo, área de transição entre o Planalto Ocidental Paulista e as Cuestas Basálticas. Para identificar os locais de ocorrência dos Neossolos Litólicos, a área foi intensamente percorrida e localizados os seguintes materiais de origem: basalto, basalto amigdaloidal (Serra Geral), tinguaíto (Intrusões alcalinas) e arenito (Grupo Bauru). Os solos foram descritos morfologicamente e análises físicas, químicas e mineralógicas foram feitas nas amostras coletadas por horizonte. Os solos estudados demandam grandes preocupações quanto ao uso devido à sua pequena profundidade e baixo grau de intemperização, e sua vulnerabilidade aos processos erosivos. O solo desenvolvido de basalto apresentou valores mais elevados dos atributos químicos, o que pode estar relacionado com o conjunto mineralógico menos resistente na origem.

Palavras-chave: atributos do solo, mineralogia, material de origem

Physical, chemical and mineralogical characterization of Litholic Neosols from different parent materials

ABSTRACT

Litholic Neosols are soils with small development degree with lithic contact within 50 cm, and consequently, highly influenced by the nature of the parent material. The objective of this work was to characterize physically, chemically and mineralogically Litholic Neosols developed on different parent material. The area of study is inserted in the region of Jaboticabal, located in the Northern part of São Paulo State, area of transition between the São Paulo Occidental Plateau and the Basaltic Cuestas. To identify the areas of occurrence of Litholic Neosols, the region was intensively surveyed, and the following parent rocks were found: basalt, amygdaloidal basalt (Sierra General), tinguaíto (alkaline intrusions) and sandstone (Bauru Group). The soils were morphologically characterized and samples collected for physical, chemical, and mineralogical analysis. The studied soils demand great concerns in terms of land use, due to the small depth and low weathering intensity, with high susceptibility to erosion processes. The soil developed on basalt, presented higher values of the chemical attributes, probably, due to the greater weatherability of this parent rock.

Key words: properties of soil, mineralogy, parent material

¹ Engenheira Agrônoma da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane. Jaboticabal, SP.

² Prof. do Depto. de Solos e Adubos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane. Jaboticabal, SP.

³ Doutorando em Agronomia (Ciência do Solo), UFRPE, Prof. do Instituto de Agricultura e Ambiente da UFAM, Humaíá, AM.
agromccc@yahoo.com; mcesarsolos@gmail.com

INTRODUÇÃO

Os Neossolos Litólicos são solos com contato lítico dentro de 50 cm e estão normalmente associados aos afloramentos de rochas, com seqüência de horizontes A-C-R, A-R, conforme definido pelo SiBCS (EMBRAPA, 2006). Devido a este fato áreas com ocorrência desses solos apresentam restrições à ocupação antrópica, estando geralmente relacionados aos basaltos e arenitos. As características morfológicas desses solos se restringem praticamente às do horizonte A, o qual varia, em média, de 0,15 a 0,40 m de espessura, sendo que a cor, textura, estrutura e consistência, dependem do tipo de material que deu origem ao solo (Silva & Silva, 1997b); além disso, são bastante heterogêneos no que se refere aos atributos físicos, químicos e mineralógicos (Bognola et al. 2002).

Portanto, considerando as suas características de moderada a alta erodibilidade, ampla variação de fertilidade, pequena profundidade efetiva, presença de impedimentos à mecanização e de pedregosidade referidos solos requerem um criterioso manejo e maior atenção sob o aspecto conservacionista (Silva & Silva, 1997a; Margolis et al., 1985). Outro aspecto que se deve levar em consideração é que, normalmente, são arenosos, apresentam fragmentos de rochas e cascalhos em seu corpo ou à sua superfície e estão associados aos relevos ondulado e forte ondulado, com declividades acentuadas (Silva & Silva, 1985). Além da baixa capacidade de armazenamento de água, tais solos apresentam, ainda, limitações físicas ao crescimento do sistema radicular das plantas, contribuindo assim para intensificar ainda mais o efeito do estresse hídrico nas plantas cultivadas (Cardoso et al. 2002).

Na região norte do Estado de São Paulo há ocorrência desta classe de solo com relativa diversidade de materiais de origem que, somado, a intensa atividade agrícola, pode representar um objeto de estudo interessante da gênese desses solos. Estudos mais detalhados poderão dar suporte ao manejo correto a ser implantado, haja vista sua instabilidade em relação ao ambiente.

O objetivo deste trabalho foi a caracterização física, química e mineralógica de Neossolos Litólicos de diferentes materiais de origem na região norte do Estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

A área em estudo está localizada na região de Jaboticabal, norte do Estado de São Paulo, região de transição entre o Planalto Ocidental Paulista e as Cuestas Basálticas e tem situação geográfica definida a 21°15'22"S e 48°18'58"W, com altitude aproximada de 650 m. O clima foi classificado como Cwa, segundo Köppen, denominado clima mesotérmico de inverno seco, com precipitação média de 1.400 mm, temperatura média anual de 21°C. A vegetação é classificada como floresta tropical subcaducifolia e cerrado, sendo o uso atual principalmente cana-de-açúcar, citricultura e pastagem. Geologicamente, a região se encontra em uma área de contato entre basaltos da Formação Serra Geral, com algumas intrusões alcalinas (tinguaíto) e os sedimentos de arenitos do Grupo Bauru (IPT, 1981).

Para identificar os locais de ocorrência dos Neossolos Litólicos, a área foi intensamente percorrida e identificadas as seguintes rochas relacionadas com esses solos: basalto, basalto amigdaloidal e tinguaíto (rocha alcalina intrusiva, chamada nefelina-sienito) do Grupo São Bento, Formação Serra Geral, e arenito do Grupo Bauru, Formação Marília. Trincheiras foram abertas em cada uma das áreas e realizada a identificação dos horizontes e descrição morfológica, conforme Santos et al. (2005), cujos solos são classificados segundo critérios estabelecidos pelo SiBCS (EMBRAPA, 2006). As amostras de solo foram coletadas na profundidade de 0-0,20 m.

Realizou-se a análise granulométrica pelo método da pipeta, utilizando-se uma solução de NaOH 0,1 N e agitação mecânica em aparato de baixa rotação, por 16 horas, seguindo-se metodologia proposta pela EMBRAPA (1997). A fração argila foi separada por sedimentação; areia grossa e fina e foram por tamisação e o silte calculado por diferença. A densidade de partículas foi determinada pelo método do balão volumétrico (EMBRAPA, 1997) e o grau de floculação da argila calculado conforme definição da EMBRAPA (1997).

Cálcio, magnésio e potássio trocáveis e fósforo disponível foram extraídos através do método da resina trocadora de íons (Raij et al., 1987), a acidez trocável (Al^{3+}), seguindo a metodologia de Raij & Zullo (1977) e a matéria orgânica segundo EMBRAPA (1997). O pH foi determinado utilizando-se relação 1:2,5 de solo: água e KCl (EMBRAPA, 1997).

Os óxidos do ataque sulfúrico (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3) foram determinados segundo metodologia proposta por EMBRAPA, (1997). Os óxidos de ferro livres (Fe_d) foram extraídos com ditionito-citrato-bicarbonato (Mehra & Jackson, 1960), enquanto o ferro mal cristalizado (Fe_o) foi extraído com oxalato ácido de amônio segundo Camargo et al. (1986).

Obteve-se, o sistema caulinita-gibbsita pelo método de análise da fração argila desferrificada por difração de raios X, pelo método do pó (Camargo et al., 1986). O difratômetro utilizado foi o HZG - 4/B, empregando-se cátodo de Cu com filtro de Ni e radiação Ka (20mA, 30kV) com velocidade de varredura empregada de $1^{\circ} 2 \theta \text{ min}^{-1}$. A relação $Ct/(Ct+Gb)$ foi calculada empregando-se as áreas dos reflexos Ct (001) e Gb (002).

A determinação dos óxidos de ferro foi realizada utilizando-se NaOH 5 mol L⁻¹ para concentrar óxidos de Fe (Kämpf & Schwertmann, 1982); posteriormente, fez-se a leitura por difração de Raio X, pelo método do pó (Camargo et al., 1986). Para esta avaliação se utilizou a equação de Scherrer, a partir da dimensão média dos cristais, que foi calculada com base na largura a meia altura e da posição dos reflexos dos minerais Hm (012) e Gt (110). A razão Gt/(Gt+Hm) foi avaliada após o cálculo das áreas dos reflexos da Hm (012) e Gt (110) nos difratogramas. (Kämpf & Schwertmann, 1998). Para a obtenção do teor de goetita, o teor de ferro ditionito-citrato-bicarbonato foi multiplicado pela razão Gt/(Gt+Hm) e por 1,59; já para a hematita, multiplicou-se o teor de ferro ditionito-citrato-bicarbonato por 1,43, após ser subtraída deste valor a quantidade de ferro correspondente a goetita (Dick, 1986).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os solos foram relacionados de acordo com a rocha-mãe (material de origem) e assim classificados: basalto (Neossolo Litólico Chernossólico típico, textura franco-argilosa - RLmi), basalto amigdaloidal (Neossolo Litólico Chernossólico típico, textura franco-argilosa - RLma) e tinguaíto (Neossolo Litólico Chernossólico típico, textura franco-argilosa - RLmt) e arenito (Neossolo Litólico Eutrófico típico, textura franco-arenosa, A moderado - RLem) (Tabela 1).

Os solos pertencem a duas classes texturais distintas: franco argiloso (RLmi, RLma e RLmt) e franco-arenosa (RLem) (Tabela 1). Observa-se que os solos de origem basáltica (RLmi, RLma e RLmt), apresentam maiores teores de argila e os solos de origem arenítica (RLem) os mais elevados teores de areia, concordando com Miranda & Ferreira (1999) e Margolis et al., (1985). Esta dominância da fração areia indica a presença de minerais residuais resistentes ao processo de alteração pedogenética como, por exemplo, o quartzo e os feldspatos. Ressalta-se que os solos RLmi e RLma, apesar de sua origem basáltica e RLmt a partir de tinguaíto, apresentaram textura franco-argilosa e o RLem textura franco-arenosa (Tabela 1).

Com base no grau de flocação observa-se que os solos RLmi e RLma são os que apresentaram o grau mais alto de flocação, refletindo tendência de melhores condições de estruturação, enquanto o solo RLmt e RLem menor grau de flocação do solo (Tabela 1). De acordo com Oliveira, (1992) e Baruqui, (1983) solos que possuem valores do grau de flocação superiores a 70% geralmente apresentam boas condições de estruturação e resistência a erosão. Por outro lado, os valores relativamente altos da fração silte e areia fina nos solos RLma, RLmt e RLmi, e areia fina no solo RLem (Tabela 1), contribuem para um aumento da susceptibilidade desses solos à ação dos processos erosivos. Bono et al. (1996) estudando perdas de solo por erosão em Cambissolo sob pastagem, afirmam que os elevados teores de silte e areia fina acarretam em aparecimento de camadas compactadas em profundidade e crostas superficiais que têm, como conseqü-

ência, a redução da infiltração de água e aumento do escoamento superficial e perdas de solos por erosão. Neste sentido se observa que os solos em estudo demandam grandes preocupações quanto ao uso o que, somando à sua pouca profundidade, reforça o enquadramento desses solos em uma classe de uso mais restrito.

A densidade de partículas é um atributo que varia com o material de origem do solo, sugerida como característica acesória na separação de algumas classes de solos (Curi & Franzmeir, 1987); os seus valores destas tendem a diminuir com o aumento da matéria orgânica o que pode explicar os menores valores nos solos RLmi e RLma, por possuírem os maiores teores de matéria orgânica (Tabelas 1 e 2), apesar destes possuírem, na origem, o conjunto mineralógico de maior densidade. A relação silte/argila indica ser o solo RLem o de maior grau relativo de evolução e o RLma apresentou o mais baixo grau de evolução, o que está de acordo com o seu valor de Ki (Tabela 1 e 3).

Observa-se que os menores valores de soma de bases foram encontrados nos solos RLem e RLmt, fato este relacionado à sua mineralogia mais pobre em bases e mais resistente, o que resulta em um solo com menor disponibilidade de cátions trocáveis (Tabela 1). O elevado teor de cálcio no RLmi pode ser justificado pela presença maciça de plagioclásio cálcico (70%) no material de origem (Tabela 2), seguido do RLma, cujas vesículas estão preenchidas por zeólitas (aluminossilicato cálcico). No geral, a soma de bases revela serem os solos RLmi e RLma os de maior reserva mineral, refletindo a mineralogia mais rica do material de origem (Tabela 2).

O pH dos solos estudados (Tabela 2), apresentou menor variação com tendência a ter maior valor no RLmi, corroborando com o menor valor de H+Al (Tabela 2). Merece destaque o fato de que o solo RLmi é o mais intemperizado (Tabelas 2 e 3) e possui os maiores valores de soma de bases; este fato se deve, provavelmente, à sua origem mais rica e de menor acidez potencial, isto é, a taxa de intemperismo/lixiviação é antagônica por se tratar de solos jovens.

O balanço de carga líquida negativa, expressa pelo "pH, é maior no solo RLma, o que está de acordo com seu maior valor Ki, indicando ser este o solo com menor grau de evolução, mais caulinítico (Tabela 2 e 3).

Os valores mais elevados de CTC dos solos RLma e RLmi estão associados aos maiores teores de matéria orgânica (Tabela 2), à presença de minerais de argila 1:1 (caulinita) e aos óxidos de ferro; resultados semelhantes foram observados por Ferreira & Silva (1999), porém é importante salientar que a CTC com desconto de carbono orgânico do solo RLmi é superior à dos demais, o que pode ser explicado pela natureza das argilas silicatadas desses solos.

Os valores de Fe_d e Fe_o foram diferentes para todos os solos estudados, indicativo das suas diferenças (Tabela 3). No geral, os maiores valores foram encontrados nos solos de origem de basalto quando comparados ao desenvolvido de arenito, o que já era esperado em função da sua composição mineralógica. Observando isoladamente os solos de origem basáltica, têm-se que os conteúdos de ferro cristalino (Fe_d) são mais elevados que os conteúdos de ferro mal cristalizado (Fe_o); caso contrário, verifica-se no solo de origem arenítica,

Tabela 1. Valores médios dos atributos físicos na profundidade 0-0,20 m dos Neossolos Litólicos estudados

Table 1. Mean values of physical attributes in the depth of 0-0.20 m of the studied Litholic Neosols

Solos	Atributos do Solo								
	AG	AF	AT	Silte	Argila	S/A	DP	ADA	GF
	g kg ⁻¹				g cm ⁻³			%	
RLmi	Neossolo Litólico Chernossólico típico, textura franco-argilosa								
	30	280	310	360	330	1,10	2,40	207	37,27
RLma	Neossolo Litólico Chernossólico típico, textura franco-argilosa								
	60	160	220	420	360	1,20	2,40	233	35,27
RLmt	Neossolo Litólico Chernossólico típico, textura franco-argilosa								
	40	260	300	360	340	1,00	2,50	265	22,06
RLem	Neossolo Litólico Eutrófico típico, textura franco-arenosa, A moderado								
	60	700	760	100	140	0,70	2,50	101	27,85

AG = areia grossa, AF = areia fina, AT = areia total, S/A = relação silte/argila, DP = densidade de partícula, ADA = argila dispersa em água, GF = grau de flocação

Tabela 2. Valores médios dos atributos químicos na profundidade 0-0,20 m dos Neossolos Litólicos estudados**Table 2.** Mean values of chemical attributes in the depth of 0-0.20 m of the studied Litholic Neosols

Solos	Atributos do Solo										
	pH água	pH KCl	Δ pH	MO g kg ⁻¹	Ca	Mg	K cmol _c kg ⁻¹	Al+H	SB	CTC	V %
RLmi	7,40	6,90	-0,55	92,80	34,50	5,50	1,10	1,2	41,10	42,30	97,16
RLma	6,50	5,30	-1,16	70,50	11,70	7,30	1,23	3,6	20,23	23,83	84,89
RLmt	6,30	5,30	-1,04	43,00	8,80	2,70	1,49	3,8	12,99	16,79	77,36
RLem	6,30	5,20	-1,04	34,40	10,10	2,40	0,37	2,3	12,87	15,17	84,83

MO = matéria orgânica, SB = soma de bases, CTC = capacidade de troca de cátions, V = saturação de bases.

Tabela 3. Fe livre (Fe_d), Fe oxalato (Fe_o), Fe do ataque sulfúrico (Fe_s) e relações entre eles, litologia e caracterização mineralógica da fração argila na profundidade de 0-0,20 dos Neossolos Litólicos**Table 3.** Free iron (Fe_d), iron oxalate (Fe_o), iron in sulphuric acid attack (Fe_s) and relations among them, lithology and mineralogical characterization of the clay fraction in the depth of 0-0.20 m of the Litholic Neosol

Solos	Litologia	Atributos do Solo												
		Ki	Kr	Fe_d g kg ⁻¹	Fe_o g kg ⁻¹	Fe_s g kg ⁻¹	Fe_d/Fe_s	Fe_d/Fe_o	Ct g kg ⁻¹	Gb g kg ⁻¹	$Ct/(Ct+Gb)$	Gt g kg ⁻¹	Hm g kg ⁻¹	Gt/(Hm+Gt)
RLmi	Basalto	1,72	0,64	57,00	43,40	143,10	0,76	0,40	151,18	13,15	0,53	47,4	9,60	0,83
RLma	Basalto amigdaloidal	2,22	0,81	68,50	56,10	262,80	0,82	0,26	265,80	125,70	0,67	56,68	11,70	0,83
RLmt	Tinguaíto	1,81	0,80	64,00	33,00	187,40	1,94	0,34	205,50	160,04	0,56	47,00	17,10	0,73
RLem	Arenito	1,90	1,04	5,80	8,70	21,70	1,50	0,27	84,40	110,10	0,43	5,00	0,50	0,91

Ki = SiO_2/Al_2O_3 , Kr = $SiO_2/Al_2O_3+Fe_2O_3$, Fe_d = Fe extraído com ditionito-citrato-bicarbonato, Fe_o = Fe extraído com oxalato de amônio, Fe_s = Fe do ataque sulfúrico, Ct = caulinita, Gb = gibbsita, Gt = goethita, Hm = hematita.

comportamento semelhante, também observado por Campos (2006); entretanto são superiores aos resultados encontrados por Ferreyra & Silva (1999) que estudaram Neossolos Litólicos no Nordeste do Brasil. Os teores de ferro total também seguiram essa mesma tendência sendo que o solo RLma, originário de basaltos amigdaloidais apresentou maior resultado corroborando com os valores encontrados por Melo, et al. (2001).

Para as variáveis que ajudam a inferir sobre o grau de intemperismo (relação Fe_d/Fe_s , Ki e Kr), vê-se que o RLma (origem basalto amigdaloidal) e o RLem (origem arenito) foram os solos que apresentaram menor valor da relação Fe_d/Fe_s , associado aos maiores valores de Ki e Kr, indicativo de que esses solos são menos intemperizados que os demais (Tabela 3), corroborando com os resultados encontrados por Pinto & Kämpf, (1997). Por outro lado, o menor valor de Ki, Kr e maior relação Fe_d/Fe_s foram encontrados no solo RLmi mostrando, desta forma, seu maior grau de evolução entre os solos estudados o que também pode ser confirmado pela menor taxa da relação $Ct/(Ct+Gb)$ (Tabela 3).

Os solos RLma, RLmt e RLmi apresentaram maiores teores de Ct em relação a Gb e, consequentemente, tendência de elevação da relação $Ct/(Ct+Gb)$, fato reforçado pelos valores do

Ki, que variaram entre 1,7 e 2,2, intervalo associado à presença de caulinita como principal mineral da fração argila (Nascimento, 1989). Este fato deve estar relacionado a um ambiente propício à formação da caulinita, evitando a dessilicificação da caulinita (Ct) e, consequentemente, formação de gibbsita (Gb); além disso, a presença de minerais primários mais ricos, como os plagioclásios, clinopiroxênios, anfíbólitos e outros, poderão também estar contribuindo para a formação da caulinita, concordando com os resultados encontrados por Pereira & Anjos (1999). Por sua vez, o RLem apresenta-se gibálico, fato que deve estar refletindo principalmente a pobreza do seu conjunto mineralógico e a resistência ao intemperismo, considerando-se que na fração grosseira há presença de quantidades consideráveis de quartzo e feldspatos, conforme destacam Marques Júnior, & Lepsch, (2000).

Com relação à mineralogia oxídica, observa-se que no geral a goethita apresentou-se mais cristalizada que a hematita (valores entre 0,50 e 17,10 g kg⁻¹) em todos os solos estudados, com valores variando entre 56,68 a 5,0 g kg⁻¹, para a litologia basáltica amigdaloidal e arenítica, respectivamente (Tabela 3), justificando a interferência do material de origem nesse comportamento; outro aspecto interessante foi que os elevados teores de matéria orgânica coincidem com a maior expres-

são da goethita (Tabelas 2 e 3), fato relacionado ao ambiente preferencial de formação da goethita. Segundo Kämpf & Curi (2000), os conteúdos elevados de matéria orgânica contribuem para a maior expressão da goethita em detrimento da maior expressão da hematita, fato que decorre principalmente da atuação da matéria orgânica na complexação do ferro. A relação $Gt/(Hm+Gt)$ que indica aumento na proporção de goethita em relação à hematita, apresentou comportamento bastante semelhante em todos os solos estudados embora se deva salientar que o solo RLem foi o que apresentou maior relação porém menores valores absolutos (Tabela 3).

De forma global se observa que o ambiente pedogenético atual está propiciando a manutenção da caulinita nos solos RLma, RLmt e RLmi (Tabela 3), formação da goethita e inibindo a formação da hematita; apenas o solo RLem apresentou menores teores de caulinita quando comparado com os teores de goethita, refletindo a pobreza de sua litologia (Tabela 3).

CONCLUSÕES

Os solos estudados demandam grandes preocupações quanto ao uso, devido ao seu baixo grau de intemperização e sua vulnerabilidade aos processos erosivos.

O ambiente pedogenético favoreceu a manutenção da caulinita, a formação da goethita e inibição à formação da hematita nos solos de origem basáltica e intrusiva alcalina, enquanto no solo desenvolvido a partir de arenito a formação da gibsite foi favorecida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baruqui, A. M. Comentários sobre a descrição e resultados analíticos de um perfil de solo. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.9, n.105, 1983.
- Bognola, I. A. et al. Caracterização dos Solos do Município de Carambeí, PR. Rio de Janeiro; Embrapa – Solos, 2002. 75p. – (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n. 8).
- Bono, J.A.M.; Curi, N.; Ferreira, M.M.; Evangelista, A.R.; Carvalho, M. M.; Silva, M. L. N. Cobertura vegetal e perdas de solo por erosão em diversos sistemas de melhoramento de pastagens nativas. Pasturas Tropicales. Cali, v. 18, n.2, p.2-8. 1996.
- Camargo, O. A. et al. Métodos de análise química, mineralógica e física do solo do Instituto Agronômico de Campinas. Campinas. Instituto Agronômico, 96p. 1986, (Boletim Técnico 106).
- Campos, M. C.C. Relação solo-paisagem em uma área de transição arenito-basalto na região de Pereira Barreto (SP). 2006. 133f. Jaboticabal: UNESP. Dissertação de Mestrado.
- Cardoso, E. L. et al. Solos do Assentamento Urucum - Corumbá, MS: caracterização, limitações e aptidão agrícola. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002. 35p. (Embrapa Pantanal. Documentos, 30).
- Curi, N.; Franzmeier, D. P. Effect of parent rocks on chemical and mineralogical properties of some Oxisols in Brazil. Soil Science Society American Journal, Madison, v.51, p.153-158, 1987.
- Dick, D.P. Caracterização de óxidos de ferro e adsorção de fósforo na fração argila de horizontes B latossólicos. Porto Alegre: UFRGS, 1986. 196p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1986.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2º ed. Brasília, 2006. 306p.
- Ferreira, H. F. F.; Silva, F. R. Frações de boro e índices de disponibilidade em solos do Estado do Ceará. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.23, p.227-236, 1999.
- IFT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Mapa Geológico do Estado de São Paulo. Escala - 1:500.000. São Paulo: ITP, 1981 v.1 126p.
- Kämpf, N.; Curi, N. Óxidos de ferro: indicadores de ambientes pedogenéticos e geoquímicos. In: Novais, R.F.; Alvares, V.H.; Schaefer, C.E.G.R. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Tópicos em Ciência do Solo. v. 1, p. 107-138, 2000.
- Kämpf, N.; Schwertmann, U. The 5M-NaOH concentration treatment for iron oxides in soils. Clays Clay and Mineralogy, v.30, p.401-408, 1982.
- Kämpf, N.; Schwertmann, U. Avaliação da estimativa de substituição de Fe por Al em hematitas de solos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.22, n.2, p.209-213, 1998.
- Margolis, E.; Silva, A. B. da; Reis, O. V. dos. Controle de erosão com diferentes práticas conservacionistas num litólico de Caruaru (PE). Revista Brasileira de Ciência do Solo. Campinas, v.9, p.161-164, 1985.
- Marques Júnior, J.; Lepsch, I. F. Depósitos superficiais neocenozóicos, superfícies geomórficas e solos em Monte Alto, SP. Geociências, v.19, p.265-281, 2000.
- Mehra, O.P.; Jackson, M.L. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. In: National conference on clays and clays minerals, 7., Washington, 1958. Proceedings. New York, 1960. p.317-327.
- Melo, V.F. et al. Características dos óxidos de ferro e de alumínio de diferentes classes de solos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 25, p.19-32, 2001.
- Miranda, C.S.S.; Ferreira, M.G.V.X. Caracterização de solos com A chernozêmico na zona da mata do norte do Estado de PE. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.23, p.107-120, 1999.
- Nascimento, R.A.M. Correlação entre valor k_i e outras variáveis em Latossolos. Seropédica: UFRRJ. 1989. 256p. Dissertação de Mestrado.

- Oliveira, J. B. Classe gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para o seu reconhecimento. Jaboticabal: FUNEP, 1992, 201p.
- Pereira, M. G.; Anjos, L.H.C. Formas extraíveis de ferro em solos do Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.23, p.371-382, 1999.
- Pinto, L.F.S.; Kämpf, N. Balanço geoquímico de solos derivados de rochas básico-ultrabásicas no ambiente subtropical do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.21, p.651-658, 1997.
- Raij, B. van.; Zullo, M. A. T. Métodos de análise de solo, Campinas: Instituto Agronômico, 1977, 16p. (Circular,63).
- Raij, B. van. et al., Análise química do solo para fins de fertilidade. Campinas: Fundação Cargill, 1987, 170p.
- Santos, R. D; Lemos, R. C.; Santos, H. G.; Ker, J. C.; Anjos, L. H. Manual de descrição e coleta de solos no campo. 5.ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100pil.
- Silva, J. R. C.; Paiva, J. B. Retenção de sedimentos por cordões de pedra em contorno em uma encosta de Litossolos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.9, p.77-80, 1985.
- Silva, J. R. C.; Silva, F. J. da. Eficiência de cordões de pedra em contorno na retenção de sedimentos e melhoramentos de propriedades de um solo Litólico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.21, p.447-456, 1997a.
- Silva, J. R. C.; Silva, F. J. da. Produtividade de um solo litólico associado ao controle de erosão por cordões de pedra em contorno. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.21, p.435-440, 1997b.