



## Pedogênese de Chernossolos derivados de diferentes materiais de origem no Rio Grande do Norte, Brasil.

André Felipe Dantas de Melo<sup>1</sup>, Carolina Malala Martins de Souza<sup>1</sup>, Lunara Gleika da Silva Rego<sup>1\*</sup>, Rebeca Nairony da Silva Lima<sup>1</sup>, Isadora Nayara Bandeira Medeiros de Moura<sup>1</sup>

**RESUMO:** A ordem dos Chernossolos está associada a solos com material de origem rico em cálcio e magnésio e presença de minerais esmectíticos que conferem alta atividade da argila e eventual acumulação de carbonato de cálcio. O objetivo deste trabalho foi caracterizar Chernossolos inseridos na Chapada do Apodi, região Oeste do Estado do Rio Grande do Norte, a fim de se compreender o processo de formação destes solos no ambiente. A área de estudo está inserida nos municípios de Mossoró, Gov. Dix-Sept Rosado e Almino Afonso. Foram realizadas viagens de reconhecimento de toda a área para a decisão das pedoformas mais representativas e, assim, definidos locais para abertura das trincheiras e descrição dos perfis de solo. Foram coletadas amostras dos horizontes diagnósticos para a realização das análises físicas e químicas. Ao observar as principais características morfológicas, físicas e químicas dos perfis estudados, percebeu-se que há influência dos fatores de formação material de origem e relevo. Os Chernossolos descritos apresentaram as seguintes classificações até o 4º nível categórico: CHERNOSSOLO RÊNDZICO Órtico saprolítico (MDo), CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico típico (MXo), CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico léptico (MXo) e CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico típico (MXo).

**Palavras chaves:** Calcário jandaíra, embasamento cristalino, processos pedogenéticos.

## Pedogenesis of Chernosols derived from different materials of origin in Rio Grande do Norte, Brazil.

**ABSTRACT:** The order of the Chernosols is associated to soils with material rich in calcium and magnesium and the presence of smectite minerals that confer high clay activity and eventual accumulation of calcium carbonate. The objective of this work was to characterize Chernossolos inserted in the Chapada do Apodi, western region of the State of Rio Grande do Norte, in order to understand the process of formation of these soils in the environment. The study area is located in the municipalities of Mossoró, Gov. Dix-Sept Rosado and Almino Afonso. Reconnaissance trips of the entire area were made for the decision of the most representative pedoforms and, thus, defined locations for opening the trenches and describing the soil profiles. Samples were collected from the diagnostic horizons for physical and chemical analyzes. When observing the main morphological, physical and chemical characteristics of the studied profiles, it was noticed that there is influence of the material formation factors of origin and relief. The Chernossolos described presented the following classifications up to the 4th categorical level: CHERNOSOLO RENDEZE Saprotic oxytocin (MDo), which is the most abundant of the species, CHERNOSOLO HÁPLICO Typical otic (MXo), CHERNOSOLO HÁPLICO Optic léptico (MXo) and CHERNOSOLO HÁPLICO Typical otic (MXo).

**Keywords:** Jandaíra limestone, crystalline basement, pedogenetic processes

## INTRODUÇÃO

O Estado do Rio Grande do Norte tem grande diversidade de solos, desde Neossolos a Latossolos, onde essa grande diversidade de manchas de solos pode estar relacionada aos vários materiais de origens dos solos no estado, tais como sedimentos aluviais e colúviais, dunas, mangues, calcário, arenito, micaxistos, quartzitos, basaltos, granitos e gnaisses (CPRM, 2010). Segundo Vidal-Torrado (2005) há muitos aspectos a serem estudados sobre a formação, evolução e distribuição espacial dos solos, como o entendimento da paisagem no qual estão inseridos, os materiais geológicos, as superfícies

geomórficas e suas morfocronologias que lhes deram origem.

A Formação Jandaíra é uma sequência de sedimentação carbonática, que se caracteriza pela predominância de carbonatos marinhos, de águas rasas e agitadas, tanto em superfície como em subsuperfície. Tais formações rochosas são caracterizadas por camadas de calcário calcítico de cor cinza-clara e branca ou amarela, com granulação fina a média, e por calcário dolomítico cinzento ou amarelo de granulação geralmente mais grosseira (DNOCS, 1978; MOTA et al., 2007).

A Chapada do Apodi possui uma formação montanhosa brasileira localizada na divisa entre os Estados do Rio Grande do Norte e do Ceará. No Estado do Rio Grande do Norte está distribuída em quatro municípios: Apodi, Baraúna, Felipe Guerra e Governador Dix-Sept Rosado. No estado do Ceará está distribuída por cinco municípios: Alto Santo, Jaguaruana, Limoeiro do Norte, Quixeré e Tabuleiro do Norte. A chapada funciona como divisor de águas entre as bacias hidrográficas dos rios Apodi e Jaguaribe.

Os solos nessa área possuem atributos diferenciados em relação aos demais solos da região. De acordo com Maia (2005) essa diversidade é Os solos nessa área possuem atributos diferenciados em relação aos demais solos da região. De acordo com Maia (2005) essa diversidade é composta de Cambissolos, Neossolos Flúvicos (solos Aluviais) e Vertissolos na planície fluvial e sob influência de sedimentos originados das rochas de idade cretácica do grupo Apodi; além de Neossolos Litólicos no limite entre o baixo e o médio Jaguaribe e nos rebordos e patamares da bacia Potiguar.

Em estudos de perfis de solos, distantes algumas dezenas de metros da Chapada do Apodi realizados por Lemos (1997) o mesmo encontrou solos com características muito contrastantes associados na paisagem. Segundo Oliveira et al. (2009) partindo do princípio que a área foi submetida aos mesmos fatores de formação do solo, a hipótese é de que essas modificações possam estar associadas ao microrelevo e aos fluxos diferenciados de água.

Os solos da chapada são os mais antigos da pedologia regional, uma vez que a bacia sedimentar na qual estão inseridos teve sua origem no Cretáceo RADAM BRASIL (1981). Dentre as classes de solos que prenomina na Chapada do Apodi, estão às manchas significativas de Chernossolos ao longo de toda região. Esses solos têm como origem o calcário fossilífero de granulação fina, pertencente ao Grupo Apodi, referente ao Cretáceo (sedimentos mesozoicos).

Os solos originados do calcário, geralmente são rasos apresentando afloramento em grande parte da

área, quando não, sua presença foi assinalada por sondagens. A região Oeste do Rio Grande do Norte possui grande parte de sua área coincidente com a Chapada do Apodi, porém, na microrregião de Umarizal, se percebe a influência do embasamento cristalino típico da região central do Estado.

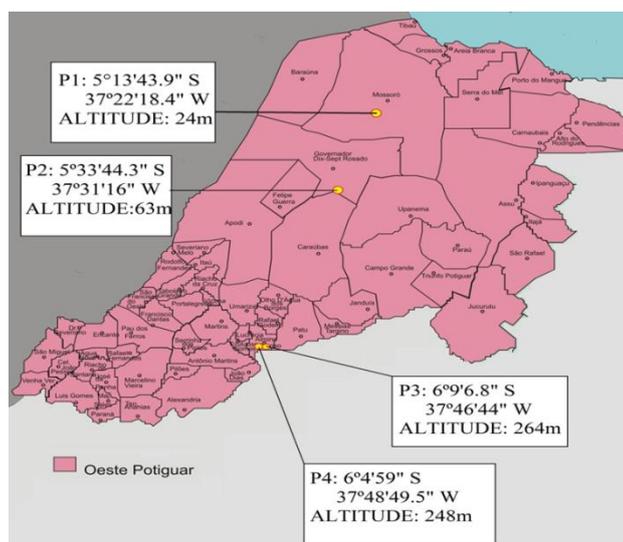
Os Chernossolos não apresentam desenvolvimento muito avançado, originários de rochas ricas em cálcio e magnésio e presença de minerais esmectíticos que conferem alta atividade da argila e eventual acumulação de carbonato de cálcio, promovendo reação aproximadamente neutra ou moderadamente ácida a fortemente alcalinos, com enriquecimento em matéria orgânica.

Pouco tem sido estudado a gênese destes solos e a identificação dos principais processos pedogenéticos ocorrentes. Isto se torna importante devido à influência agrícola que estes solos possuem sobre a agricultura do Estado do Rio Grande do Norte, logo, sua caracterização morfológica, física e química, torna-se relevante para que, de posse destas informações, sejam definidas as principais potencialidades e/ou restrições destes solos.

Com isso, o presente trabalho objetiva realizar a caracterização morfológica, física e química de perfis de Chernossolos localizados em duas situações geológicas distintas na mesoregião Oeste do Estado do Rio Grande do Norte.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está inserida nos municípios de Mossoró (5° 13' 43'' S e 37° 22' 18,4'' W), Dix-Sept Rosado (5° 33' 44,3'' S e 37° 31' 16,9'' W) e Almino Afonso (6° 4' 59'' S e 37° 48' 49,5'' W), localizados na mesoregião Oeste do Rio Grande do Norte (Figura 1). A área apresenta o clima do tipo BSw'h' (semiárido muito quente) da classificação de Köppen. A vegetação é do tipo de caatinga hiperxerófila, com fisionomia arbustiva pouco densa e aberta com ocorrências de árvores esparsas. (SNLCS, 1971).



**Figura 1.** Localização dos perfis de Chernossolos estudados na mesorregião Oeste do Estado do Rio Grande do Norte.

Foram realizadas viagens de reconhecimento para a tomada de decisão das pedofomas mais representativas, sendo selecionados quatro locais para aberturas de trincheiras e, conseqüentemente definição dos perfis de solo que receberam denominação de P1 localizado em Mossoró, P2 em Gov. Dix-Sept Rosado, P3 e P4 em Almino Afonso. Os mesmos foram descritos e coletadas amostras de solos em todos os seus horizontes de acordo com Santos et al. (2013a) sob vegetação nativa em condições de boa preservação e classificados até o 4º nível categórico de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2013b).

As avaliações morfológicas envolveram as características de perfil e ambientais, conforme descrito em Santos et al. (2013a). As amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira com malha de 2 mm de abertura para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA).

As análises físicas foram realizadas em três repetições das amostras de TFSA. A granulometria foi obtida pelo método da pipeta de acordo com Donagema et al. (2011). As análises químicas realizadas foram: pH em água, extração de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  trocável com Mehlich-1; extração dos cátions trocáveis  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Al}^{3+}$  com  $\text{KCl}$  1 mol  $\text{L}^{-1}$ ;  $\text{H}+\text{Al}$  extraídos com acetato de cálcio 1 mol  $\text{L}^{-1}$ ; o fósforo disponível foi obtido pelo método da resina trocadora de íons.

O carbono orgânico total (COT) e o equivalente  $\text{CaCO}_3$  foram determinados de acordo com Donagema et al. (2011). A partir das análises realizadas foram obtidos os índices: soma de bases (SB); capacidade de troca catiônica efetiva (t); capacidade de troca catiônica a pH 7,0 (CTC); saturação por bases (V %); saturação por alumínio trocável (m %) obtidos conforme os autores supracitados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao observar as principais características morfológicas, físicas e químicas dos perfis estudados, percebe-se que há influência dos fatores de formação material de origem e relevo. A litologia dos perfis descritos seguiu o critério de diversidade geológica regional, formando grupos geologicamente distintos. Os Chernossolos descritos até o 4º nível categórico foram assim classificados: CHERNOSSOLO RÊNDZICO Órtico saprolítico (MDo), CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico típico (MXo), CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico léptico (MXo) e CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico típico (MXo).

As cores dos solos derivados de calcários, especialmente o P1 (MDo), apresentaram valores altos, mesmo no horizonte A chernozêmico, mostrando a influência da calcita na coloração do solo. Os Chernossolos desenvolvidos em ambiente de altitude mais elevada (P3 e P4) e derivados de rocha granítica, obtiveram, no horizonte A chernozêmico, valores mais baixos, caracterizando um possível acúmulo de matéria orgânica. Este fator pode ser justificado pela variação no relevo e do material de origem.

Os atributos morfológicos apresentaram características de estrutura em blocos subangulares e granular alternando o horizonte em P1 e P2, e nos perfis P3 e P4 a estrutura variou de granular em superfície e blocos angulares e maciça em subsuperfície. Esta diferenciação também contribuiu para compreender a evolução dos perfis (Tabela 1), pois se observou estrutura que indica maior grau de desenvolvimento nos perfis P3 e P4, ambos localizados em ambiente de maior altitude (264 e 242 m) e material de origem granítico.

Quanto à consistência, os quatro perfis apresentaram similaridade, sendo a maioria dos horizontes macios, friáveis, plásticos e/ou pegajosos.

Os perfis de Chernossolos apresentaram textura distinta (Tabela 2), sendo em P1 (MDo) e P2 (MXo) a classe franco-siltosa predominante entre os horizontes. No P3 (MXo) e P4 (MXo) a classe

textural predominante foi franco-arenosa. Esta variação, mesmo dentro da mesma ordem de solo pode ser explicada pelo material de origem distinto, pois em P1 (MDo) e P2 (MXo) a litologia é calcária, e em P3 (MXo) e P4 (MXo) os solos foram formados sobre o embasamento granítico (Tabela 1).

**Tabela 1.** Atributos morfológicos de perfis de Chernossolos na região do Rio grande do Norte-RN.

Hor./Prof. (cm)	Altitude (m)	Cor	Material de Origem	Estrutura	Consistência			Transição
					Seca	Úmida	Molhada	
<b>Perfil 1 – CHERNOSSOLO RÊNDZICO Órtico saprolítico (MDo)</b>								
Ak (0-29)	24	10YR 6/1, seca	Calcário	3PM Bls	Ma	MFr	MPI MPe	pa
Ck (29-74)		2,5Y 6/3, seca		12PM Gr	Ma	MFr	MPI MPe	pa
<b>Perfil 2 – CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico típico (MXo)</b>								
Ak (0-24)	27	10YR 3/2, seca	Calcário	3MpP Gr	Ma	Fr	PI LgPe	oc
Ck (24-66)		10YR 7/3, seca		3MpP Bls	Ma	Fi	MPI MPe	oc
<b>Perfil 3 – CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico léptico (MXo)</b>								
A (0-25)	264	10YR 3/2, seca	Granito/ Calcário	2MG Gr	Ma	Fr	PI LgPe	pc
ACk(25-49)		2,5Y 5/4, seca		2MG Bla	LD	Fr	PI Pe	pc
Ckr (49-82)		2,5Y 6/4, seca		2PM Mç	D	Fr	-	pc
<b>Perfil 4 – CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico típico (MXo)</b>								
A (0-50)	242	10 YR 3/3, seca	Granito	2MG Gr	Ma	Fr	PI LgPe	oa
Bi (50-80)		10YR 5/6, seca		2MG Bla	LD	Fi	PI Pe	oa
Cr (80-120)		2,5Y 5/4, seca		2PM Mç	LD	MFi	PI Pe	oc

Estrutura: 1 – fraca; 2 – moderada; 3 – forte; Mp: muito pequena; P: pequena; M: média; G: grande; Gr: granular; Bla: blocos angulares; Bls: blocos subangulares. Consistência: Ma: macio; LD: ligeiramente dura; D: dura; MFi: muito firme; Fr: friável; Fi - firme; Lg: ligeiramente; PI: plástico; Pe: pegajoso. Transição: p: plana; o: ondulada; a: abrupta; c: clara.

A relação silte/argila, que pode ser indicativo do grau de desenvolvimento do solo, também variou ao longo dos perfis, com valores menores nos horizontes superficiais exceto em P2 (MXo), principalmente em P3 (MXo) e P4 (MXo) e maiores em subsuperfície (Tabela 2), denotando a forte ligação do horizonte C com o material originário.

Os perfis 1 (MDo) e 2 (MXo) apresentaram valores de pH próximos, variando entre 8,2 a 8,6 em ambos os horizontes (A e C), caracterizando o solo como alcalino. Os perfis 3 (MXo) e 4 (MXo), também apresentaram valores de pH próximos, variando entre 7,5 a 7,9 em ambos os horizontes (Tabela 3). Porém no perfil 4 (MXo), no horizonte C, o pH foi 9,0, denotando a natureza alcalina encontrada ao longo dos perfis estudados. Em

relação ao teor de carbono orgânico total (COT) foi possível observar valores baixos nos quatro perfis, em todos os horizontes, variando de 2,7 a 17,3 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 3). Vários são os fatores que influenciam no baixo conteúdo de matéria orgânica no ambiente estudado. Inicialmente o clima semiárido, com pouco fornecimento de biomassa primária, devido à vegetação de Caatinga hiperxerófila *Jurema (Mimosa tenuiflora Benth)* e Cactos (*Opuntia cochenillifera*), associado à precipitação pluvial baixa, irregular e, ou, concentrada em curto período, tornando a decomposição do material vegetal um processo rápido e também o baixo teor de argila (Tabela 2), principalmente no perfil 3 (MXo) e 4 (MXo) reduzindo a agregação do solo e consequentemente manutenção de C no meio.

**Tabela 2.** Atributos físicos de perfis de Chernossolos na região do Rio grande do Norte-RN.

Hor./Prof. (cm)	AG <sup>(1)</sup>	AF <sup>(2)</sup>	Silte	Argila	Silte/ Argila	Classe textural
	g kg <sup>-1</sup>					
<b>Perfil 1 – CHERNOSSOLO RÊNDZICO Órtico saprolítico (MDo)</b>						
Ak (0-29)	50	39	668	243	2,7	Franco-siltosa
Ck (29-74)	22	28	689	261	2,6	Franco-siltosa
<b>Perfil 2 – CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico típico (MXo)</b>						
Ak (0-24)	211	167	229	392	0,6	Franco-argilosa
Ck (24-66)	140	94	526	240	2,2	Franco-siltosa
<b>Perfil 3 – CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico léptico (MXo)</b>						
A (0-25)	64	387	377	172	2,2	Franca
ACk (25-49)	49	501	369	81	4,6	Franco-arenosa
Ck (49-82)	96	526	314	64	4,9	Franco-arenosa
<b>Perfil 4 – CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico típico (MXo)</b>						
A (0-50)	104	382	295	218	1,4	Franca
Bi (50-80)	158	424	277	142	2,0	Franco-arenosa
Cr (80-120)	230	485	245	41	6,0	Areia-franca

<sup>1</sup>Areia grossa; <sup>2</sup>Areia fina

Em trabalho realizado por Pereira et al. (2012) sobre caracterização e classificação de solos em uma toposequência sobre calcário na serra da Bodoquena/MS, os mesmos encontraram teor de carbono orgânico de 14,4 g kg<sup>-1</sup>, esta constituição orgânica pode está associada à condição de drenagem livre, podendo esse ser influenciado por sedimentos coluviais do calcário das partes mais altas, clima da região (tropical), com temperatura média variando de 25 a 30 °C no verão e de 15 a 20 °C no inverno, média pluviométrica variando de 1.200 a 1.500 mm anuais e vegetação constituída pela transição Floresta Estacional Semidecidual/Cerrado (ALMEIDA, 1965).

Os teores de Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> que também foram baixos nos quatros perfis e em todos os horizontes (Tabela 3), podem, provavelmente, ter como principal justificativa a pobreza do material de origem em tais elementos. Com relação aos elevados teores de Ca<sup>2+</sup> apresentados nos horizontes, variando de 12,68 à 38,69 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> (Tabela 3), provavelmente se dá pelo motivo dos solos serem localizados em área que possui como material de origem o calcário Jandaíra e sobreposições de calcário na região do embasamento cristalino, encontrado no material de origem dos perfis 3 e 4. Quanto ao teor de Mg<sup>2+</sup> foi baixo, encontrando-se na faixa entre 1,55 e 9,18 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>, denotando a natureza totalmente calcítica do material de origem.

**Tabela 3.** Caracterização química dos perfis de Chernossolos na região do Rio grande do Norte-RN

Hor.	pH H <sub>2</sub> O	COT <sup>(1)</sup> g kg <sup>-1</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H+Al	T <sup>(2)</sup>	P	V <sup>(3)</sup>	PST <sup>(4)</sup>	CaCO <sub>3</sub> <sup>(5)</sup> g kg <sup>-1</sup>
			cmol <sub>c</sub> /kg						mg kg <sup>-1</sup>	%		
<b>Perfil 1 – CHERNOSSOLO RÊNDZICO Órtico saprolítico (MDo)</b>												
Ak	8,2	17,3	0,08	0,34	17,18	3,12	0,15	20,87	20,5	99	1,6	284,5
Ck	8,2	6,2	0,05	0,40	12,68	3,75	0,15	17,03	8	99	2,3	247,3
<b>Perfil 2 – CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico típico (MXo)</b>												
Ak	8,4	6,5	0,06	0,10	34,62	3,72	0,15	38,65	6,3	100	0,3	120,0
Ck	8,6	2,7	0,04	0,09	22,22	1,55	0,00	23,90	3,2	100	0,4	109,5
<b>Perfil 3 – CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico léptico (MXo)</b>												
A	7,9	12,5	0,24	0,13	30,88	5,22	0,90	37,37	8,2	98	0,3	24,5
ACk	7,9	4,9	0,05	0,07	38,69	4,35	0,75	43,91	6,8	98	0,2	85,1
Ck	7,8	6,2	0,9	0,25	35,88	9,18	0,60	46,81	16,2	99	0,5	85,4
<b>Perfil 4 – CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico típico (MXo)</b>												
A	7,5	14,9	0,19	0,21	27,25	3,92	1,35	32,92	23	96	0,6	25,1
Bi	7,8	6,5	0,06	0,15	24,42	3,38	0,90	28,91	31,3	97	0,5	28,4
Cr	9,0	4,3	0,03	0,15	21,0	4,05	0,60	25,83	36,5	98	0,6	20,9

(1) COT: Carbono Orgânico Total; (2) T: Capacidade de troca catiônica; (3) V: Saturação por Base; (4) Percentagem de sódio trocável; (5) CaCO<sub>3</sub> : Carbonato de cálcio

Em relação ao teor de P obtido pelo método da resina trocadora de íons, os perfis 1 (MDo), 2 (MXo) e 3 (MXo) apresentaram valores adequados aos solos típicos dessa classe, por serem solos com alta fertilidade natural, variando de 3 a 20 mg kg<sup>-1</sup> de P. Já no Perfil 4 (MXo), o valor do P foi um pouco acima do característico, variando de 23 a 36 mg kg<sup>-1</sup> de P. O método da resina trocadora de (COOKE e HISLOP, 1993), pelo qual o fósforo é extraído de uma suspensão de solo e água através de uma resina trocadora de ânions, apresenta como grande vantagem o fato de a extração se dar com água. Além disso, o processo de extração em muito se assemelha ao das raízes. Em uma revisão sobre extratores de P de solos Rajj (1998), demonstrou a superioridade do método da resina trocadora de ânions sobre outros métodos.

## CONCLUSÕES

Os fatores de formação material de origem e relevo tiveram influência direta sobre as principais características morfológicas, físicas e químicas. E de acordo com essas características os Chernossolos descritos se enquadram nas seguintes classificações até o 4º nível categórico: CHERNOSSOLO RÊNDZICO Órtico saprolítico (MDo), CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico típico (MXo), CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico léptico (MXo) e CHERNOSSOLO HÁPLICO Órtico típico (MXo)

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. **Geologia da Serra da Bodoquena (MT)**. B. DNPM, 215/219:1-96, 1965.
- Atributos mineralógicos de três solos explorados com a cultura do melão na Chapada do Apodi – RN. **Revista Brasileira Ciência Solo**, V.31, p. 445-454, 2007.
- COOKE, I. & HISLOP, J. Use of anion exchange-resin for assessment of available soil phosphate. **Soil Science**. V.96, p. 308-311, 1993.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA SECAS - DNOCS. Plano diretor para o aproveitamento dos recursos de solo e água do Vale do Apodi - Rio Grande do Norte. São Paulo: Hidroservice/Ministério do Interior/DNOCS (3ª Diretoria Regional), v.I, Tomo 1, 1978.
- DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B. de; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. (Org.). **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p.230, 2011. (Embrapa Solos. Documentos, 132).
- LEMOS, M.S.S.; CURTI, N.; MARQUES, J.J.G.de S.M e SOBRINHO, F.E. Evaluation of characteristics of Cambisols derived from limestone in low tablelands in northeastern Brazil: implications for management. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, V.32, p. 825-834, 1997.
- LEMOS, M.S.S.; CURTI, N.; MARQUES, J.J.G.de S.M e SOBRINHO, F.E. Evaluation of characteristics of Cambisols derived from limestone in low tablelands in northeastern Brazil: implications for management. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, V.32, p. 825-834, 1997.
- MAIA, R.P. **Planície fluvial do Rio Jaguaribe: Evolução geomorfológica, ocupação e análise ambiental**. 2005. 164f. Dissertação (Mestrado em Dinâmica Territorial e Ambiental).Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE.
- MAIA, R.P. **Planície fluvial do Rio Jaguaribe: Evolução geomorfológica, ocupação e análise ambiental**. 2005. 164f. Dissertação (Mestrado em Dinâmica Territorial e Ambiental).Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE.
- MOTA, J.C.A.; ASSIS JÚNIOR, R.N.; AMARO FILHO, J.; ROMERO, R.E.; MOTA, F.O.B.; LIBARDI, P.L. Atributos mineralógicos de três solos explorados com a cultura do melão na Chapada do Apodi – RN. **Revista Brasileira Ciência Solo**, V.31, p. 445-454, 2007.
- OLIVEIRA, L.B.de; FONTES, M.P.F.; RIBEIRO, M.R.; KER, J.C. Morfologia e classificação de Luvisolos e Planossolos desenvolvidos de rochas metamórficas no semiárido do Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira Ciência Solo**, V.33, p. 1333-1345, 2009.
- OLIVEIRA, L.B.de; FONTES, M.P.F.; RIBEIRO, M.R.; KER, J.C. Morfologia e classificação de Luvisolos e Planossolos desenvolvidos de rochas metamórficas no semiárido do Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira Ciência Solo**, V.33, p. 1333-1345, 2009.
- PEREIRA, M. G.; SCHIAVO, J. A.; FONTANA, A; DIAS NETO, A. H. & MIRANDA, L. P. M. Caracterização e Classificação de solos em uma topossequência sobre calcário na Serra da Bodoquena, MS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, V. 37, p.25-36, 2012.
- PROJETO RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**. V. 23, Folhas SB.24/25 Jaguaribe/ Natal. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia. p.739, 1981.
- RADAM BRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**. V. 23, Folhas SB.24/25 Jaguaribe/ Natal. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia. p.739, 1981.

---

RAIJ, B. VAN. Seleção de métodos de laboratório para avaliar a disponibilidade de fósforo em solos. R. bras. Ci. Solo, V.2, p.1-9, 1998.

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.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, p.353,2013b.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C.; SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 6.ed. Viçosa: SBCS, p.100,2013a.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. **Geodiversidade do estado do Rio Grande do Norte**. Recife, p. 227, 2010.

SERVIÇO NACIONAL DE LEVANTAMENTO E CONSERVAÇÃO DE SOLOS-EMBRAPA. Levantamento Exploratório – Reconhecimento de solos Rio Grande do Norte (Área de atuação da SUDENE). Recife, **Boletim Técnico nº 60**. p. 531, 1971.

VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I.F.; CASTRO, S.S. de. **Conceito e aplicações das relações pedologia e geomorfologia em regiões tropicais úmidas**. Tópicos de Ciência do solo. V.4, p.145-192-192, 2005.