

CARACTERÍSTICAS HÍDRICAS DOS SOLOS BRUNOS NÃO CÁLCICOS DO ESTADO DO CEARÁ

* Francisco José da Silva

O presente Trabalho examinou a profundidade efetiva dos solos Brunos Não Cálcicos (BNC) do Estado do Ceará — Brasil, relacionou com a retenção de umidade, capacidade de infiltração, curvas de molhamento, inferindo finalmente a água útil.

Em função de todas as outras variáveis examinadas como declividade, grau de erodibilidade, pedregosidade e/ou rochosidade, fiz a classificação de terras pelo método do Bureau of Reclamation. Em conclusão, estimei algumas formas de manejo, até então inéditas para estes solos.

ABSTRACT

This piece of work examined the deep effective of the Non Calcic Brown Soils (NCB), of Ceará state Brasil related with the humidity retention, infiltration, capacity, moisture curve, at last infering in useful water.

In function of the all others variables examined how declivity, erodible degree, stoniness and/or rockiness, did the classification of the soil for Bureau of Reclamation Method.

In conclusion, apriciated some handling forms, umsublished for these soils.

1. INTRODUÇÃO

A área do presente trabalho está situada entre 3: 30' e 7: de latitude sul e 40: 30' ao Ocidente do Meridiano de Greenwich, estimada neste trabalho de 12.973,12 quilômetros, representando cerca de 8,7% do Estado do Ceará. Jacomine (4).

O estudo dos Solos Brunos Não Cálcicos (BNC) do Ceará, mostra 15 perfis e outras de amostras, ambas citadas em Jacomine (4) e Silva (11) relacionando os seus componentes nas associações, reunindo características significantes destes solos, possibilitando inferir qualidade para objetivos práticos ao nível das informações aqui contidas.

Fornece dados para dimensionar a água disponível nos solos (BNC), no período chuvoso e de estiagem, além de contribuir com dados para a interpretação dos levantamentos pedológicos para Uso Agrícola; relacionado com o Excesso e Falta de Água pelo Sistema de Avaliação de Aptidão (DPP, ex./EPFS/MA/FAO), Primeiro Esboço de Bennema, Jan Beck e Camargo, 1965.

Permite subsidiar a racionalização de água no solo, à orientação para trabalhos experimentais e a escolha de culturas em função da disponibilidade de água no solo.

Pelo exposto, a pesquisa conduz a fornecer dados à cálculos de água disponível para interpretação pedológica a nível regional até a nível de empresa, fundamentando o desenvolvimento agro-pecuário, em bases técnicas neste tipo de solo.

Por isso nos deteremos mais em verificar as constantes usadas nos solos em estudo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Ciclo da Água

Dos trezentos e setenta milhões de quilômetros quadrados de água existente na superfície terrestre uma parcela significativa desta água se encontra em constante circulação, formando o ciclo hidrológico Nielson (8).

Este ciclo, cuja importância é vital para a existência da biosfera, compreende 03 fases distintas:

*Professor Titular de Ciências do Ambiente da UNIFOR e Pesquisador do CNPq

a Evaporação-Transpiração, onde parte da água existente na superfície terrestre (Mares, Rios, Lagos, Geleiras) é transferida para a atmosfera sob a forma de vapor, estes na presença de baixas temperaturas voltam ao estado líquido ocorrendo a condensação e, em seguida, retornam a superfície através da precipitação. Lemos (5).

Por outro lado Castro (1) afirma que a precipitação pluviométrica se reparte em várias porções ao atingir a superfície terrestre. Ao cair, uma vai rolar em condições do declive do terreno, ocasionando a sua erosão, a esta corresponde a água de rolamento ou "Run-off" uma outra porção, retoma às camadas da atmosfera constituindo assim as nuvens que serão responsáveis pelas futuras precipitações pluviométricas. Outra parte desta água precipitada, vai se infiltrar no solo.

Desta forma que se infiltra, uma porção é retirada pelo próprio solo e havendo qualidades excedente de água, esta vai para o mar.

Da água que se infiltra no solo a que vamos nos interessar em particularidade ao nosso estudo, é a que fica retida pelo solo.

2.2. Constantes de Água no Solo

As constantes de água no solo referida por Castro (1), são Coeficiente Higroscópico, Equivalente de Umidade, Ponto de Murchamento, Capacidade de Campo, Água Disponível, além dos fatores condicionantes das Constantes da água nos solos como, Textura, Estrutura, Qualidade de Colóides Orgânicos, Presença de Sais e Natureza dos Colóides que influem nestas Constantes.

Por outro lado Jaccoud (3), Coelho (2) e Smiles (13) fizeram completa revisão bibliográfica sobre estas constantes.

Os trabalhos apresentados por Jacomine (4) nos traz Equivalente de Umidade de BNC, e Silva (11) em suas pesquisas; Água Útil, Capacidade de Infiltração e Curvas de Umedecimento deste solo.

2.2.1. Equivalente de Umidade

Segundo citação de Jaccoud (3), brigges e McLane afirmaram que durante muito tempo usou-se o equivalente de umidade, como um teor umidade em equilíbrio com uma força centrífuga 1000 vezes a aceleração da gravidade, como teor de umidade correspondente à água retida nos microporos.

Entretanto, Velhmyer e Hendrickson citados por Coelho (2), Jaccoud (3) e Smiles (13), realizaram trabalhos correlacionando esses dados com a água obtida nas condições naturais do solo e constataram que o equivalente de umidade pode ser usado para indicar a capacidade de campo de solos profundos, bem drenados e sem mudanças apreciáveis na textura e estrutura. Porém, quando em solos arenosos, o equivalente de umidade difere da capacidade de campo, porque estes solos tem macro-poros, possuindo um equivalente de umidade pequeno e uma capacidade de campo maior.

2.2.2. Água Útil

Dreibelbis — Post e Russel citados por Smiles (13), fizeram vários estudos sobre a quantidade de água utilizável retida por um solo e afirmaram que a mesma depende da porção retida por unidade de volume de solo e da profundidade que as plantas possam extraí-la, e que todas as medidas e cálculos devem ser feitos em função do volume em milímetros por centímetros da camada da terra, sendo a mesma obtida com a diferença entre os volumes de água retida por unidade de espessura de solo na capacidade de campo e no ponto de murchamento permanente (Russel).

Por outro lado, Dreibelbis e Post citam a importância diferencial entre o teor de água no solo e a quantidade de água presente nesse mesmo solo, no período de maior escassez de água do ano, pois a mesma representa a quantidade de água que pode ser perdida ou acumulada pelo solo nas condições naturais do campo.

Conforme Richards e Eadleigh mencionados por Coelho (2), a água disponível, ou seja, a quantidade de água retida entre a capacidade de campo e o ponto de murchamento permanente é condicionada aos fatores: Textura, Estrutura e Profundidade do Solo.

O limite de água disponível às plantas, foi universalmente aceito com a nova definição de capacidade de campo, sugerida com Velhmyer e Mendrickson, citados por Jaccoud (3), que definem como sendo a quantidade de água retida no solo após a drenagem da água gradativa e após o movimento da água ter-se tomado desprezível.

2.2.3. Capacidade de Infiltração

Segundo Oliveira (9, 10), a capacidade de infiltração exprime, quantitativamente, a rapidez com que a água se move no interior de um perfil de solo saturado, Jaccoud (3) e Coelho (2) consideram que uma das propriedades mais importantes que envolvem o mecanismo de fluxo de água no solo, é a condutividade, que determina a maior ou menor facilidade de transmissão de água no solo; afirmam ainda, que esta condutividade Hidráulica é condicionada por vários fatores tais como: granulometria do solo, viscosidade da água, concentração de sais, textura, estrutura e temperatura e que este movimento ocorre sempre que há diferença de potencial entre dois pontos, quando o componente da tensão supera o gravitacional, e a direção do movimento da água será de um ponto de menor tensão de umidade para um de maior tensão. Sendo que em solo saturado, esta tensão é desprezível e o potencial é constituído por termos gravitacional e pressão hidrostática.

2.2.4. Curvas de Umedecimento

A curva de umedecimento do solo é definida como os limites das zonas de influência da água que penetra no solo determinadas condições. Oliveira (10).

2.3 Conclusões da Revisão da Literatura

Considerando a importância do fator água na investigação do sistema água-solo-planta, conduzimos o trabalho no sentido de permitir no estudo dos solos BRUNOS NÃO CÁLCICOS do Estado do Ceará, uma literatura onde são mencionadas as constantes de água no solo referidas por Jaccoud (3), Coelho (2), Smiles (13), bem como de seus fatores condicionantes.

Por outro lado ressaltamos que o movimento de água no solo é muito importante na agricultura; a adição de água no solo, movimento gravitacional, a evaporação na superfície, a textura, a estrutura do solo, condicionam o uso da água pelas plantas. Salienta-se a condutividade como uma das mais importantes propriedades que determina a maior ou menor facilidade de transmissão de água no solo.

O movimento da água se verifica em função da manifestação das forças de campo, com a gravidade, absorção, pressão externa e pressão osmótica, e se processa em função do estado de umedecimento do solo.

Veihmeyer e Hendrickson citados por Coelho (2), em seus estudos, deram um novo conceito de água no solo que foi universalmente aceito como um dos limites da água disponível. Segundo estes, a água retida no solo na capacidade de campo corresponde a um ponto na curva da umidade — drenagem — tempo, e não a um ponto de equilíbrio de umidade do solo.

3. MATERIAL E MÉTODO

Serviram como objetos de estudo deste trabalho, os dados fornecidos por Jacomine (4), Metodologia (6 e 7) e Silva (11).

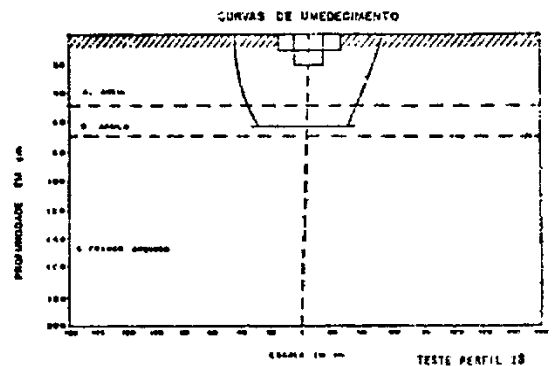
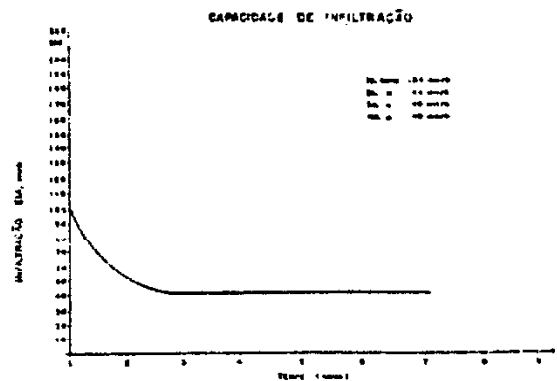
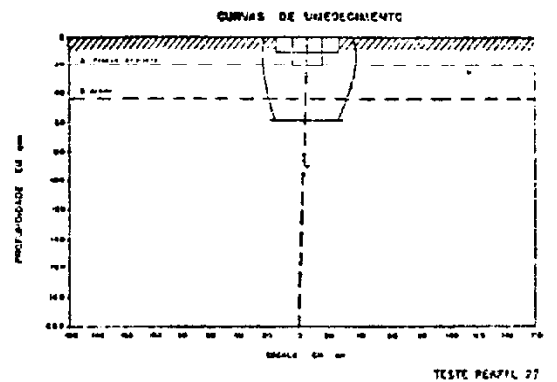
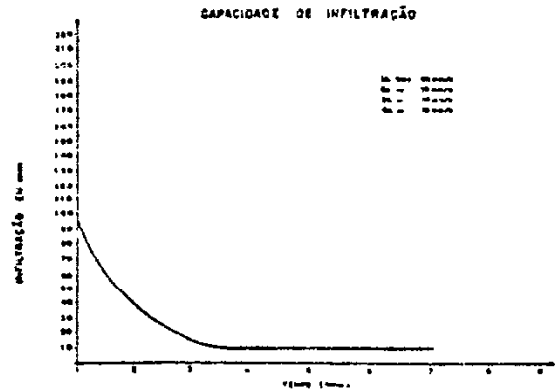
Foram utilizadas 15 associações de solos BRUNOS NÃO CÁLCICOS, sendo que do perfil 25 ao 32, constavam nos dados de Silva (11) e as ASSOCIAÇÕES NC₂ até NC₁₅, ou seja, do perfil 73 ao 80 mais algumas amostras extras foram fornecidas por Jacomine (4).

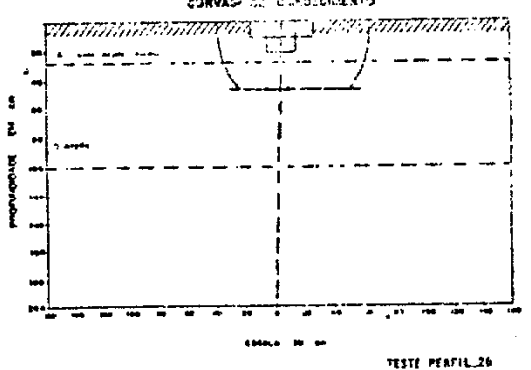
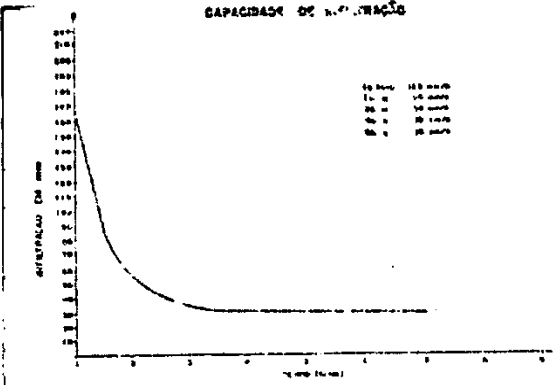
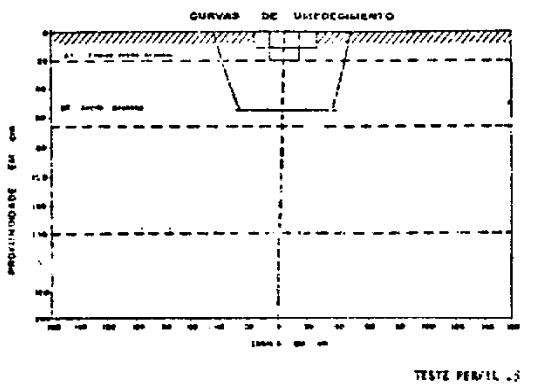
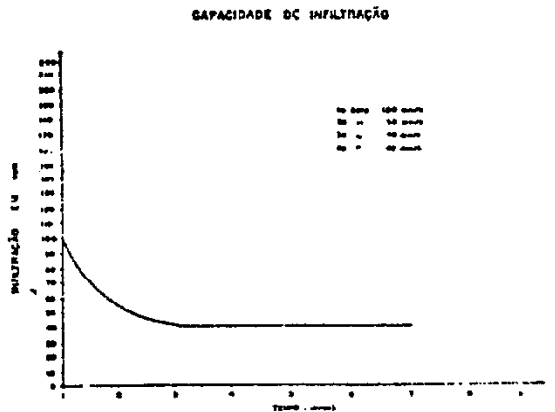
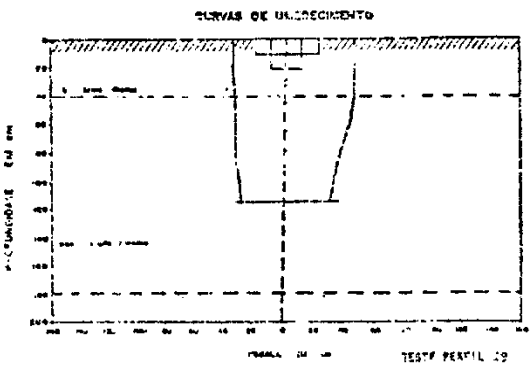
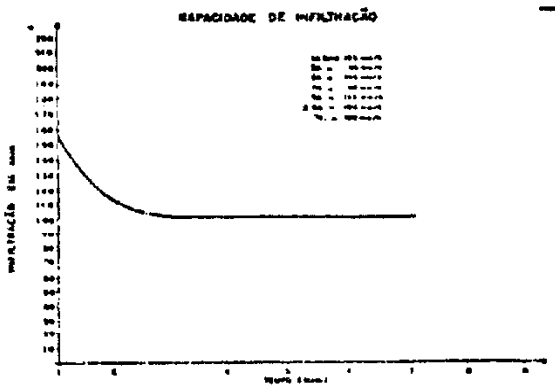
As características dos solos (BNC) em apreciação, ressaltam-se os seguintes elementos: profundidade dos horizontes A + B e C, composição granulométrica, matéria orgânica, densidade, constantes hídricas, climas, fases e área de cada ASSOCIAÇÃO.

A área do presente trabalho estimada em 12.973,12 quilômetros quadrados representam cerca de 8,7% do Estado do Ceará.

O método constou de uma revisão bibliográfica sobre as constantes hídricas do solo em questão, estudo das curvas de umedecimento, capacidade de infiltração, cálculo de estudo da água disponível e estabelecimento de correlação das constantes hídricas para estudo da água disponível neste solo.

4. RESULTADOS





5. DISCUSSÃO

No trabalho em tela foram apreciadas as características dos solos Brunos Não Cálcicos do Estado do Ceará, seguindo-se as características morfológicas discriminadas nos resultados.

A soma dos horizontes A + B destes solos apresentam uma média de profundidade de 72,42 cm, enquanto que o horizonte C com uma profundidade média de 30,15 cm, este último é rico em minerais primários facilmente decomponíveis e constituem grande reserva mineral para serem aproveitados pelas plantas.

A retenção de umidade é boa, ficando na classe I, com média acima de 25 gramas de água/100 gramas de argila, apresentando água útil em torno de 10%.

Quanto à capacidade de infiltração variam de 95 a 165 mm/hora, e a estabilidade dos perfodos, consideradas as médias ficam com 45 mm/hora, e as máximas de 100 mm/hora, representada no teste do perfil nº 29.

As curvas de molhamento mostraram existir correlação entre as parte infiltrada, a classe textural e a profundidade efetiva dos perfis, só sendo possível molhar todo o B no teste do perfil 25, pela relativa pouca profundidade deste horizonte em torno de 40 cm. A profundidade média, não ultrapassou 25 cm.

Em relação aos dados químicos, encontramos, carbono orgânico em todos os perfis que não ultrapassam 2,0% no horizonte superficial e o mínimo de 0,11 nos horizontes subsuperficiais.

CARACTERÍSTICAS GEMAS DOS SOLOS BRUNOS NÃO CÁLCICOS NO ESTADO DO CEARÁ (*) MÉDIA DO PROFIL:

SÍMBOLOS DAS AMOSTRAS	CLASSE DE SOLOS	NOME DO PERFIL	PROFUNDIDADE DO HORIZONTE (cm)			COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA (%)		MAT. ORG.	DENSIDADE		CONSTANTES MIBRICAS (g)			C L I M A PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA MÉDIA ANUAL	DISTRIBUIÇÃO EM MESES	F A S E S	ÁREA (ha)
			A	B	C	AREIA	SILOTE		ARGILA	REAL	APARENTE	1/3 ATM.	15 ATM.				
II	B/C - A FRACO TEXTURA FÉ DIA/ARGILOSA	25	65	75	64,9	8,6	26,3	0,64	2,60	1,56	19,3	10,0	9,3	8 - 7	SUAVE ONDULADO	582,32	
	B/C - A FRACO TEXTURA FÉ DIA/ARGILOSA	26	200	-	58,5	11,6	28,7	0,68	2,63	1,66	18,1	9,8	9,2				
	B/C - A FRACO TEXT. MÉDIA CASCALENHA ARGILOSA	27	42	54	68,6	9,1	22,3	0,96	2,61	1,51	19,0	10,7	8,3				
I	B/C - A FRACO TEXT. ARENO S/ARGILOSA	28	67	48	63,9	10,1	26,0	0,37	2,61	1,46	21,0	12,0	8,0	4	SUAVE ONDULADO	602 - 1.387	
	B/C - A FRACO TEXT. MÉDIA/ARGILOSA	28	92	45	49,4	21,0	29,8	0,55	2,68	1,27	11,3	5,1	6,2				
N	B/C - MODERADA TEXT. ARENO SA CASCALENHA/ARGILOSA	30	145	15	53,1	22,4	24,5	0,83	2,62	1,76	23,0	10,7	12,2	4 - 5	SUAVE ONDULADO	915,85	
	B/C - A FRACO TEXTURA FÉ DIA/ARGILOSA	32	70	25	51,0	13,0	36,0	1,78	2,67	1,34	25,4	14,8	10,8				
	B/C - TEXTURA MÉDIA COM CASCALHO / ARGILOSA	33	60	20	41,6	20,2	34,2	0,88	-	-	-	-	23,0				
N	B/C - TEXT. MÉDIA CASCA - LENA/ARGIL./CASCALHO	74	48	12	46,6	18,5	34,7	1,60	-	-	-	-	21,5	4 - 5	SUAVE ONDULADO	833,75	
	B/C - TEXT. MÉDIA CASCA - LENA/ARGIL./CASCALHO	75	70	-	41,0	21,6	37,2	0,78	-	-	-	-	25,2				
	B/C - TEXT. MÉDIA CASCA - LENA/ARGIL./CASCALHO	76	63	22	57,2	15,6	27,2	0,88	-	0,7	-	-	18,8				
NC5	B/C - TEXTURA MÉDIA COM CASCALHO	77	90	10	52,0	24,2	23,8	1,24	-	-	-	-	18,6	4 - 5	SUAVE ONDULADO	847,85	
	B/C - TEXTURA MÉDIA/ARGIL. LOSA	-	30	-	42,0	17,0	41,0	1,25	-	-	-	-	21,0				
	B/C - TEXTURA MÉDIA ARGIL. LOSA COM CASCALHO	-	50	-	38,0	13,0	48,0	0,78	-	-	-	-	20,0				
N	B/C - TEXTURA MÉDIA CAS CALMANTA	-	50	-	52,0	15,0	33,0	0,72	-	-	-	-	18,0	4 - 5	SUAVE ONDULADO	213,82	
	B/C - TEXTURA MÉDIA CAS CALMANTA	-	30	-	48,0	25,0	27,0	0,68	-	-	-	-	20,2				
	B/C - VERTICO TEXTURA FÉ DIA/ARGILOSA	71	59	27	50,6	23,4	26,0	0,81	-	-	-	-	21,0				
NC6	B/C - VERTICO TEXTURA FÉ DIA/ARGILOSA	71	85	20	54,4	17,2	28,4	0,37	-	-	-	-	18,8	4 - 5	SUAVE ONDULADO	218,50	
	B/C - VERTICO TEXTURA FÉ DIA/ARGILOSA	90	60	14	55,2	16,2	26,4	0,68	-	-	-	-	16,37				
	B/C - VERTICO TEXTURA FÉ DIA/ARGILOSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	218,25				
NC7	B/C - VERTICO TEXTURA ARGIL. LOSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500	4 - 5	SUAVE ONDULADO	241,20	
	B/C - VERTICO TEXTURA ARGIL. LOSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.000 - 1.200				
	B/C - VERTICO TEXTURA ARGIL. LOSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	800 - 700				
NC8	B/C - VERTICO TEXTURA ARGIL. LOSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500 - 800	4 - 5	SUAVE ONDULADO	411,00	
	B/C - VERTICO TEXTURA ARGIL. LOSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	650 - 750				
	B/C - VERTICO TEXTURA ARGIL. LOSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	800 - 750				
NC9	B/C - VERTICO TEXTURA ARGIL. LOSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	600 - 700	4 - 5	SUAVE ONDULADO	13,78	
	B/C - VERTICO TEXTURA ARGIL. LOSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500 - 800				
	B/C - VERTICO TEXTURA ARGIL. LOSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500 - 800				
NC10	B/C - VERTICO TEXTURA ARGIL. LOSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500 - 800	4 - 5	SUAVE ONDULADO	4.440,06	
	B/C - VERTICO TEXTURA ARGIL. LOSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500 - 800				
	B/C - VERTICO TEXTURA ARGIL. LOSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500 - 800				
NC11	B/C - VERTICO TEXTURA ARGIL. LOSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500 - 800	4 - 5	SUAVE ONDULADO	1.197,67	
	B/C - VERTICO TEXTURA ARGIL. LOSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500 - 800				
	B/C - VERTICO TEXTURA ARGIL. LOSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500 - 800				
NC12	B/C - VERTICO TEXTURA ARGIL. LOSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500 - 800	4 - 5	SUAVE ONDULADO	72.93,17	
	B/C - VERTICO TEXTURA ARGIL. LOSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500 - 800				
	B/C - VERTICO TEXTURA ARGIL. LOSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500 - 800				
NC13	B/C - VERTICO TEXTURA ARGIL. LOSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500 - 800	4 - 5	SUAVE ONDULADO	72.93,17	
	B/C - VERTICO TEXTURA ARGIL. LOSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500 - 800				
	B/C - VERTICO TEXTURA ARGIL. LOSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500 - 800				
NC14	B/C - VERTICO TEXTURA ARGIL. LOSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500 - 800	4 - 5	SUAVE ONDULADO	72.93,17	
	B/C - VERTICO TEXTURA ARGIL. LOSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500 - 800				
	B/C - VERTICO TEXTURA ARGIL. LOSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500 - 800				
NC15	B/C - VERTICO TEXTURA ARGIL. LOSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500 - 800	4 - 5	SUAVE ONDULADO	72.93,17	
	B/C - VERTICO TEXTURA ARGIL. LOSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500 - 800				
	B/C - VERTICO TEXTURA ARGIL. LOSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500 - 800				
ÁREA TOTAL													589,9 - 782,5	5 - 5		72.93,17	

6. CONCLUSÕES

As 15 associações de solos BRUNOS NÃO CÁLCICOS estudadas permitem chegar às seguintes conclusões:

Das associações NC1 até à NC6, existem 19 perfis, cuja profundidade dos horizontes A + B apresenta uma profundidade máxima de 1,45 cm no perfil 25, o horizonte C com a profundidade mínima de 10 cm encontrada no perfil 77, e a máxima de 75 cm no perfil 25.

Somente 7 (perfis 25 a 32) dos solos (BNC) apresentam amostras indicando os seguintes elementos; densidade média dos perfis = 2,63, aparente 1,51, água útil com uma média de 9,06%, 1/3 atm. média de 19,58%.

São solos moderadamente profundos a raso, tendo sequência de horizonte A, B_t e C com espessura de A + B_t variando entre 30 e 90 cm, textura arenosa ou média de horizonte A e média ou argilosa no B_t, mudança textural abrupta do A para B_t, apresenta frequentemente descontinuidade quanto à natureza do seu material originário entre os horizontes superficiais e subsuperficiais.

Com fertilidade alta, apresenta T acima de 12 ME/100 gr, de argila sendo desprezíveis os percentuais de sódio trocável, alumínio livre e condutibilidade elétrica, conferindo qualidades econômicas altamente favoráveis a este solo.

Quanto à classificação de terras para irrigação conforme o Bureau of Reclamation, citado por Silva (12), ficará na classe 3s, apresentando limitações quanto ao uso de máquinas agrícolas pesadas, profundidade efetiva, grau de erodibilidade e/ou ocasionalmente pedregosidade e rochosidade, ocorrendo nas áreas de solos de menor profundidade efetiva e erosão nas partes de maior declive do relevo suave ondulado. Apresentam fortes limitações ao uso agrícola por falta d'água.

Grande parte destes solos são aproveitados para a pecuária extensiva, sendo que a cultura mais comum é a do algodão arbóreo, ressaltando-se as culturas de subsistência tais como: a do milho e do feijão.

O controle da erosão deve ser intensivo e a irrigação deve ser experimentada escolhendo as áreas pouco erodidas com pequena declividade e procurando remover a pedregosidade superficial. A irrigação, se mal conduzida, poderá inutilizar as culturas tendo em vista a ocorrência e teores bem significativos nos Brunos Não Cálcicos Vérticos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7. 1. CASTRO, M.C. — Levantamento Geológico da Faixa a Leste, José de Alencar. Ar-

quivos de Geologia, Recife, Escola de Geologia de Pernambuco, CAGE, (4): 12 — 31. 1963

7. 2. COELHO, Mardônio Aguiar — Características de Umidade de alguns Solos de Aluvião: Normais, Sódicos — Salinos. Tese: U.F.R. R.J. 1971

7. 3. JACCOUD, Ally — Curvas Características de Umidade dos Solos da Área UFRRJ Tese, Dezembro 1971

7. 4. JACOMINE, Paulo Klingner Tito Et. Al — Levantamento Exploratório — Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará Vol. I, Convênio MA/DNPEA — SUDENE / DRN / CONTAP / USAID / ETA 1973

7. 5. LEMOS, P. O. C. — Contribuição ao Estudo Físico dos Solos da Universidade Rural. Agronomia (Brasil. 9 (2): 169 — 184. 1950

7. 6. Metodologia da Classificação de Terra para Fins de Irrigação, adotada pelo Bureau of Reclamation, (U.S.A.)

7. 7. Method, Irrigated Land Use Land Classes for Irrigation. Vol. V Bureau of Reclamation U.S. Department of Interior.

7. 8. NIELSON, D. R. and SHAW, R. P. — Estimation of the 15 — Atmosphere Moisture Percentage From Hydrometer Data. Soil Sci, 85: 103 — 106. 1958.

7. 9. OLIVEIRA, L. B. de — Estudo do Sistema "Solo — Água — Planta" em Solos do Nordeste. Bol. Téc. Inst. Agron. Norc. (Brasil). 14: 3 — 76. 1960.

7.10. OLIVEIRA, L. B. de e MELLO, V. — Estudo da Correlação entre a Umidade Equivalente e a Microporosidade em Solos do Nordeste. 1 — Solos Podzolizados. Trabalho apresentado ao XII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo Curitiba (Brasil) 1969

7.11. SILVA, Francisco José da — Classificação de Alguns Solos Identificados na Chapada do Apodi — Tese, magister Scientiae, U.F.R.R.J., 1973

7.12. SILVA, Francisco José da — Levantamento de Solos Reconhecimento — Detalhado, Vale do Acaraú — Ceará. Contrato: SEEBRA — DNOCS — 1978

7.13. SMILES, D. E. and YOUNG, E. G. — Hydraulic Conductivity Determinations By Several field Methods in a Sand Tank Soil Sci. 99:83 — 87. 1965.