

CLASSIFICAÇÃO DE ALGUNS SOLOS IDENTIFICADOS
NA CHAPADA DO APODI

TESE

Apresentada à Escola de Pós-Graduação da
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
para o Grau de Magister Scientiae

FRANCISCO JOSÉ DA SILVA

DEZEMBRO DE 1973

AGRADECIMENTOS

Expressamos reconhecimento ao ex-Governador do Ceará, Professor Plácido Aderaldo Castelo, por nos permitir fazer o Curso de Magister Scientiae e ao seu sucessor, Coronel César Cals de Oliveira Filho, pelas condições que nos proporcionou à continuidade desse trabalho; bem como à Superintendência do Desenvolvimento do Estado do Ceará - SUDEC, nas pessoas dos ex-superintendentes, economistas Luiz de Sousa Sampaio e José Itamar Pereira de Matos e do atual, professor Paulo Roberto Coelho Pinto, pelo apoio que nos foi dado.

Aos professores do curso e mais em particular ao ex-diretor da Escola de Pós-Graduação da UFRRJ, conselheiro e amigo Abeilard Fernando de Castro; igual relevância ao mestre e conselheiro Marcelo Nunes Camargo, cuja experiência e despendida dedicação nos transmitiu grande acervo de conhecimentos, sem o que não teria sido possível a realização deste trabalho.

Destacamos o engenheiro agrônomo Nathaniel Bloomfield, por nos permitir o uso dos laboratórios da Divisão de Pesquisa Pedológica do Ministério da Agricultura - DPP/MA; pomos em relevo os técnicos da referida Divisão, especialmente a química Maria de Lourdes Amoroso Anastácio, engenheiros agrônomos Washington de Oliveira Barreto, Hélio Pierantoni e ao geólogo Adalton de Oliveira Martins, pela colaboração espontânea à solução dos problemas relacionados aos dados analíticos.

Ao pessoal do Departamento de Solos da UFRRJ e colegas do curso, pelo estímulo e cavalheirismo de que fomos cercados.

Evidenciamos, ainda, a colaboração financeira oferecida pelo CONSELHO NACIONAL DE PESQUISAS, para realização do curso.

BIOGRAFIA

Francisco José da Silva, filho de Otoniel Pereira da Silva e Raimunda Pereira da Silva, nasceu no distrito de Boa Hora, Sítio Diamante, município de Pacotí, Estado do Ceará. Brasil, aos cinco de novembro de 1935.

1963 - Diplomado engenheiro agrônomo pela Escola de Agronomia da Universidade Federal do Ceará.

1964 - admissão na SUDEC para realizar estudo de solos do Ceará. Cursos de Geomorfologia e Cartografia, pelo Departamento de Geociências da Faculdade de Filosofia da Universidade Federal do Ceará.

1966 - considerado habilitado para o exercício das atividades de solos através de intenso treinamento de campo. Realizou vários levantamentos pedológicos detalhados para fins de irrigação no baixo Jaguaribe, através de convênio GOVERNO DO CEARÁ/SUDENE/MISSÃO TÉCNICA FRANCESA.

1967 - matriculado na Escola de Pós-Graduação da UFRRJ com vistas ao grau de Magister Scientiae.

1970 - nomeado diretor da Divisão de Pedologia e Geologia da SUDEC. Nomeado Coordenador Técnico Geral da SUDEC. Nomeado Superintendente da SUDEC. Nomeado professor regente da cadeira de Pedologia e Geomorfologia da Faculdade de Filosofia do Ceará. Realizou vários Levantamentos Pedológicos Detalhados com suas respectivas interpretações para uso agrícola.

1971 - nomeado diretor do Departamento de Recursos Naturais da SUDEC. Realizou vários Levantamentos Pedológicos Detalhados com suas respectivas interpretações para uso agrícola.

1973 - curso sobre Segurança Nacional e Desenvolvimento da Associação dos Diplomados da Escola Superior de Guerra. Levantamento Pedológico Detalhado do projeto Curaçá - Bahia Área da SULVALE - contrato Sondotécnica Engenharia de Solos S/A. Pesquisador do Conselho Nacional de Pesquisas.

A minha mulher	HELENA
A meus filhos	

INDICE

1.	INTRODUÇÃO	
2.	REVISÃO DA LITERATURA	2
2.1.	Alteração dos Calcários	2
2.2.	Evolução dos Solos	4
2.3.	Classificação	8
2.4.	Conclusões da Revisão da Literatura	16
3.	MATERIAL E MÉTODO	19
3.1.	Clima	19
3.2.	Vegetação	19
3.3.	Formação Geológica e Material Originário dos Solos	21
3.4.	Trabalhos de Campo	28
3.5.	Trabalhos de Laboratório	29
3.5.1.	Análises Físicas	29
3.5.2.	Análises Químicas	30
3.5.3.	Análises Mineralógicas	32
3.5.4.	Análise Termodiferencial	33
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1.	Perfil Número 1	34
4.2.	Perfil Número 2	44
4.3.	Perfil Número 3	55
4.4.	Perfil Número 4	62
4.5.	Perfil Número 5	70
4.6.	Perfil Número 6	77
4.7.	Relação dos Seis Perfis entre si	85
5.	CONCLUSÕES	87
6.	RESUMO	90
7.	BIBLIOGRAFIA	93

INTRODUÇÃO

A área do presente estudo está situada entre 4° 45' e 5° 45' de latitude sul e 37° 45' e 38° 15' ao ocidente Greenwich, com aproximadamente 2100 quilômetros quadrados, representando cerca de 1,4% do Estado do Ceará, componente do Nordeste Brasileiro.

A classificação dos solos da Chapada do Apodi (lado Ceará), mostra as relações dos seis perfis de solos entre si e entre outros solos correlacionados, permitindo arrolar informações que reúnem características significativas dos solos possibilitando inferir qualidades para objetivos práticos ao nível das informações aqui contidas.

Atende à complementação dos trabalhos já existentes e permite fornecer dados referentes à classificação de solos, para a carta de solos do Ceará que integrará a carta de solos do Nordeste e do Brasil, de conformidade com o plano da DPP/MA, cujo objetivo fundamental é proporcionar informações básicas para planejamento, particularmente referente a futuros trabalhos de níveis de abstração mais baixos, já em andamento no Estado.

Permite esclarecer dificuldades referentes aos sistemas de classificação aplicados no Nordeste, cujos solos não se enquadram devidamente, por serem exóticos em parte, aos sistemas em uso.

O estudo procedeu-se com o histórico bibliográfico aludindo os solos derivados de calcários compreendendo o material originário, gênese dos solos e a sua classificação, bem como relacionamento de alguns sistemas de classificação e m uso, permitindo avaliar a posição do trabalho no processo evolutivo da pedologia.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Alteração dos Calcários

Os calcários existentes no globo, são de origem magmática, de pouca expressão geográfica e, de origem sedimentar, químicos e metamórficos, compreendendo a seguinte divisão de Pettijhon, citado por ABREU (1):

1) Calcários autóctones, formados de organismos inferiores, isto é, domos de colônias de corais;

2) Calcários clásticos, aloctônicos, formados de restos de organismos transportados e depositados em camadas;

3) Calcários de precipitação química, de partículas finas, às vezes acamadas entre leitos de folhelho ou contendo argila de sedimentação contemporânea;

4) Calcários dolomíticos ou metassomáticos, alterados por dolomitização. São muito heterogêneos, existindo numerosas classificações e, para efeito prático, temos a que divide e m calcários quando domina o carbonato de cálcio e dolomita quando domina o carbonato de magnésio.

A meteorização do calcário de um modo geral é rápida, principalmente se existem muitos poros e uma grande variedade de impurezas.

LUTZ (56), citando Ramann (1905) e Domes (1938), afirma que dentre todos os materiais existentes, os calcários são os que dão origem a maior variedade de solos e a natureza do solo que deles se desenvolve, depende da considerável soma de espécies de impurezas contidas nos mesmos.

BOULAINÉ (19) estudando solos derivados de calcários duros do Líbano e do México, considera quatro fases para a meteorização do calcário duro, como sejam: a) Hidratação sobre algumas dezenas de milímetros de um corte de alteração, produzindo um começo de dissolução, antes que uma parte desta crosta che

que ao solo; b) arrancamento de uma película calcária quando o solo se retrai por dissecação no período seco; c) dissolução mais ou menos completa pelas águas, principalmente sob a forma de bicarbonatos; d) arrastamento em profundidade e lavagem dos sais pelas águas de rolamento pelas fissuras, diaclases e cavernas ou para um horizonte de acumulação do solo. Particularizam ainda mais a meteorização das rochas carbonatadas duras temos: uma zona de superfície, onde existe alterações mecânicas de classes variadas, e alterações químicas e biológicas de pequena intensidade porém, não negligenciáveis; uma zona profunda onde as alterações químicas modelam o relevo cárstico, subterrâneo; uma zona mediana ao nível do solo onde é intensa a meteorização provocada pela solução do solo, ficando o resíduo não calcário resultante da dissolução o que constitui a base de formação do solo.

Se a meteorização de superfície ou a subterrânea são intensas, as alterações pedológicas menos visíveis são generalizadas e contribuem para a formação do solo.

No solo devemos distinguir dois níveis de meteorização: um nível superficial, correspondente ao horizonte rico em matéria orgânica onde, em geral, ocorre intensa meteorização do citado horizonte, merecendo destaque o CO_2 e diversos ácidos oriundos principalmente da decomposição dos compostos orgânicos; um nível profundo, correspondente aos horizontes pouco orgânicos do solo, onde a meteorização é de pequena intensidade.

Todas essas observações relativa à meteorização dos calcários foram corroboradas por RAVIKOVICK (79) em Israel, onde o calcário duro é pouco poroso e de absorção capilar limitada e o processo de dissolução tem lugar na superfície da rocha. O mesmo foi observado por POPOVATZ (77) em calcários da Romênia e sobre o assunto JOFFE (49) cita vários autores. Deste modo, acreditamos que seja este o processo geral da meteorização dos calcários duros bem como do solo, sendo no entanto, observadas variações em função dos diversos fatores de formação onde ele se processa. PRINCIPE (78) e os autores supracitados atribuem processo específico para dissolução do calcário mole, bem como pa

ra os estágios de dureza entre os extremos, duro e mole. A meteorização origina solos relacionados àquela característica, em função da intensidade e variação dos agentes meteorizantes.

Enquanto o fenômeno de dissolução do calcário duro é de superfície e com remoção apreciável de carbonatos pela água de rolamento, a do calcário mole efetua-se em profundidade, com limitada remoção de carbonatos através da água que satura a rocha, os poros, produtos de meteorização e o solo. Forma-se assim uma Rendzina que está ligada à desagregação e permanência dos carbonatos na massa do solo no período de sua formação, onde os sais de cálcio são controlados em duas direções, uma por propriedades da matéria orgânica e outra por condições climáticas, tipo mediterrânica, as quais impedem a maturação da Rendzina permanecendo altamente calcária.

2.2. Evolução dos Solos

As Rendzina Brancas estudadas por COINTEPAS (28), sobre calcários marmóreos podem originar Solos Vermelhos ou Brunos Mediterrâneos.

Glinca, citado por PRINCIPE (78), observa que num clima temperado e frio, o termo final da Rendzina é um Podzólico, mas, quando o clima é temperado e quente a meteorização conduz à formação de Solo Bruno ou Terra Rossa. Estes estágios relacionam-se com a remoção dos cátions divalentes. Cita ainda Kubiena que inclui o termo Proterendzina ao primeiro estágio da evolução da Rendzina. Uma segunda fase constitui a Rendzina, em que a matéria orgânica não é encontrada na parte mais argilosa do solo em sua forma primitiva e, na última fase, temos o Mull Rendzina, em que a matéria orgânica foi totalmente transformada. Estes estágios são confirmados por estudos conduzidos por NORRISH (69) e DERTEL (70) na Austrália, onde estudaram Rendzinas Vermelhas, bem como RAVIKOVICK, já citado.

Entretanto, AUBERT (5), estudando solos do Líbano, admite que os Solos Brunos Mediterrâneos originam-se de calcários duros e sua decomposição é relativamente lenta; relacionam-se

com pedoclima úmido; desenvolvendo-se em meio básico confinado, havendo maior hidratação; sustentam a formação dos óxidos férricos e incluem uma dinâmica, menos lixivante dos sais de cálcio. Estes solos são vizinhos dos Solos Vermelhos Mediterrâneos, os quais evoluem em meio básico bem aëreo, onde a lixiviação dos sais de cálcio é mais intensa.

Conforme RAVIKOVICK (78), a "Terra Rossa" de Israel é originada do calcário duro, e a não migração de argila no perfil se deve ao impedimento de absorção do hidrogênio, pelo cation cálcio em elevada quantidade no solo, o que tamponiza o PH e impede a parcial decomposição da argila.

COINTEPAS (28), estudando os Solos Vermelhos Mediterrâneos da África do Norte, considerando-os como Paleosolos e estimando a idade numa dezena de milhões de anos, cita Aubert, que os considera como formados in loco, e refere geomorfólogos, como Raynol, que considera depósitos avermelhados de altitude. Conclui no entanto, que é certa a sua formação in loco, de vez que vários estudiosos constatarem o processo de formação a partir do calcário, como verificaram Boun Nino em Lias e outros autores em Kélibia e Trias.

STAGE (93) considera a Terra Rossa como Solos Vermelhos, indiferenciados, desenvolvidos de calcário, dentro de calcário, sobre calcário e associados com calcário, acrescentando que o material acima descrito é o remanescente da meteotização do calcário e da dolomita. Afirma, ainda, que todo solo vermelho da região mediterrânea é Terra Rossa e que a capacidade de troca do cation é alta, portanto com argila de atividade alta. STEPHENS (81) entretanto, considera como solo o que Stage danominou de material de origem.

DUCHAUFOUR (34) corrobora Stage, afirmando que a Terra Rossa é material de origem de outros solos e afirma, citando Braun e Blanquet (1936), que em florestas da Dinamarca, os solos formados sobre Terra Rossa são Brunos, ricos em humus, e sobre área desflorestada, ao contrário, o humus desaparece e o solo subsiste com avermelhamento na superfície.

Kellogg, citado por MERWE (63), afirma que a Terra

Rossa deriva de calcário duro e Rendzinas de calcário mole, e que os solos vermelhos ocorrem em regiões mediterrâneas sobre rochas não calcárias.

DUCHAUFOUR (34,35) discute os Solos Brunos Mediterrâneos, e comenta que se degradam para Solos Avermelhados Mediterrâneos, ocorrendo em clima de estação seca marcada notadamente sobre rochas calcárias. Os Vermelhos resultam da degradação dos Solos Brunos na zonas úmidas e semi-úmidas, após a degradação da floresta, então se estabelece uma vegetação arbustiva, originando Solo Vermelho por troca microclimática do solo, que fica particularmente seco pelo desaparecimento do material florestal.

Os Solos Vermelhos Recentes distinguem-se dos Solos Vermelhos Fósseis, que se comportam como "autênticas rochas-mães", ficando depois iguais aos solos atuais - Terra Rossa com efeito, sob influência de fatores climáticos e biológicos, os Solos Vermelhos Fósseis evoluem para Solos Brunos, por rehidratação de partículas de ferro e constitui um complexo argila-humus-ferro, floculando os horizontes superficiais, encontrando-se, assim, Solo Bruno sobre Terra Rossa. Acrescenta que o ponto de vista acima, é discutível e outros admitem o avermelhamento como um fenômeno geológico, resultante de um clima anterior mais quente e com intensa pluviosidade, como relatam Sellon e Gaucher (1947) e admitem que isto ocorreu no Plioceno e que o clima mediterrâneo atual conserva as características dos Solos Vermelhos.

Ao contrário, REIFERENBEG e AUBERT (80,5) admitem a existência de Solos Vermelhos Litocrômicos, e que o avermelhamento é um fenômeno pedológico contemporâneo, sendo esta opinião sustentada também por PRINCIPE (78).

ALBAREDA (4) e OERTEL (70), referindo-se a solos da Espanha e da África do Norte, comentam que a cor não depende da quantidade de óxido de ferro, mas da maneira especial como os solos se apresentam.

No sul da Austrália, em estudo de laboratório, OERTEL

(70) observou a cor preta, bruna e até vermelha para algumas Rendzinas, o que dificultou sua classificação no campo. Este autor afirma, por outro lado, que a cor depende largamente da quantidade de óxido de ferro, contrariando a afirmação de Albareda. Acrescenta que se deve dar atenção ao que for flocculado, para que se faça relação com a cor e a classificação do solo no campo. Relata ainda, que as argilas dos tipos da ilita e caulinita são geralmente dominantes e que a clorita é geralmente baixa nos Solos Vermelhos. O óxido flocculado é a goetita conclui-se que o solo é residual, havendo correspondência entre o total de óxido de ferro no solo e seu conteúdo de calcário. A natureza do material não calcário do solo corresponde às impurezas do material.

STEPHENS (91), citando solos da Austrália, menciona que os Solos Vermelhos de origem calcária são Paleosolos e formam-se com as mesmas características da meteorização contemporânea e que é ao mesmo tempo material originário de Solo Bruno por enriquecimento de humus na superfície.

Relata outrossim que a primeira fase da pedogênese é formada essencialmente do ataque a dissolução dos calcários por ácidos, hidrólises dos sais de ferro e alumínio com precipitação dos hidróxidos correspondentes, lixiviação dos sais de cálcio que são mais concentrados e dos sais de magnésio, desidratação dos óxidos de ferro culminando com o aparecimento de cor vermelha.

As argilas dominantes são ilitas e pequena fração de caulin e goetita. Nas áreas profundas do perfil, domina a montmorilonita. Lembra, ainda, que os calcários magnesianos, nas mesmas circunstâncias formam Solos Brunos Calcários e não Solos Vermelhos descalcificados.

VASCONCELOS (103) e VIGNERON (107) acreditam que o cálcio e o magnésio impedem ou retardam a evolução do solo.

BONCAMBI (18) admite duas hipóteses para a formação dos atuais Solos Vermelhos Mediterrâneos do Líbano:

a) a origem das Rendzinas Brancas sobre calcário mar

mório e rochas calcárias tenras; e

b) solos de rochas carbonatadas duras. Menciona o mesmo autor que é difícil estabelecer relação entre solos e rochas, acrescentando, ainda, que a meteorização é feita sob clima mediterrâneo.

Dentro dos calcários duros, há argilas vermelhas ferruginosas e os produtos finais são vermelhos (2,5 YR). Eles não conseguiram correlacionar a cor dos solos vermelhos com os resíduos obtidos dos calcários, mas há afinidades com Brunos Mediterrâneos, sendo o avermelhamento fenômeno essencialmente pedológico e dominam argilas dos tipos illita, montmorilonita e caulinita.

2.3. Classificação

Na classificação de Marbut, citada por POPOVATZ (77), Terra Rossa está no grupo Pedalfers, onde estão os podzólicos lateríticos ou latossólicos, cujo Ki é igual ou menor que 1,85, e são encontrados em Pistoia na Itália, sobre calcários de Cretácio. Terra Rossa são solos zonais, na classificação de solos da Austrália, conforme STEPHENS (81) e constitui um grande grupo de solos não calcimórficos da ordem pedalfers, onde o mesmo atribui como sendo um processo de Laterização ou Podzolização nas florestas temperadas quentes e regiões tropicais, e alude que o termo é usado para designar solos vermelhos desenvolvidos em regiões de clima mediterrâneo. Na ordem Pedocals o mesmo autor situa os grandes grupos Brown Forest Soil, Rendzina, Gray Calcareous Soils, Gray Brown e Red Calcareous Desert Soil. LEMOS (53) inclui Terra Rossa nos Red Mediterranean Soils e na classificação de 1938 de Baldwin, Kellogg e Thorpe agrupa Terra Rossa ao lado do Red Podzolic Soils, enquanto na classificação americana de 1949, não refere os Mediterrâneos Vermelhos Amarelos, nem tão pouco a Terra Rossa. Entretanto, nesse sistema os Non-Calciic Brown Soils, parecem estar dentro do conceito dos Mediterrâneos Vermelhos Amarelos, no grupo de solos mediterrâneos, com horizontes ABC sem A₂ no perfil e Rendzinas

Vermelhas com horizontes A_1 e A_1CD , de calcários de granulação grosseira e mesmo com inclusões de Mediterrâneos Vermelhos Amarelos de Ki, T pH e V maiores que 2.5, 20 e 90, respectivamente. Os Mediterrâneos Vermelhos Amarelos em questão, relacionam-se com os Reddish Prairie Soils do USDA. Estes solos têm argilas do tipo de illita e às vezes da caulinita, com Ki elevado em torno de 2 e conforme Albareda e Reifenberg, na Palestina o Ki é em torno de 3 enquanto nos Estados do Rio e São Paulo o Ki varia de 2 a 2,5 e o V maior do que 70%. Enquanto os Mediterrâneos Vermelhos Amarelos de Furnas, conforme CAMARGO (25), apresentam alta percentagem de saturação de bases, textura argilosa e argila do tipo caulinita, contendo horizontes ABC com cerosidade e por ter semelhança com os do Estado do Rio e São Paulo com horizontes ABC que apresentam saturação de bases superior a 60, Ki entre 1,6 e 1,8 e também com cerosidade.

No Estado de São Paulo encontra-se ainda Podzólico Vermelho Amarelo com A_2 que é relacionado com os solos observados por Tavernier e Smith na Europa, Ístria e Slovênia descritos como Podzolized Terra Rossa. Quando derivados de calcários KUBIENA os classificou de Bleached Terra Fusca ou Bleached Terra Rossa. No oeste europeu ocorrem cobertos por manto de loess e são identificados como Podzolic Brown Earth. Nos Estados Unidos o conceito de Podzólico Vermelho Amarelo é amplo, incluindo solos que contêm argilas do grupo 2:1 e 1:1 saturados ou não de bases.

O perfil nº 10 da 7ª aproximação (30), considerado como Terra Rossa, fica tentativamente na ordem Alfisol e como subgrupo Orthic Rhodustalfs.

MANCINI (61), na Itália, menciona alguns Rhodustalfs, mas acrescenta que Terra Rossa, no conceito amplo da expressão, pode conter solos distribuídos em oito ordens da 7ª aproximação.

TAVERNIER (96) apresenta, sob o nome de Solos Mediterrâneos, vários grandes grupos e os relaciona à classificação americana de 1949, esclarecendo que estas denominações são os

resultados de estudos feitos no norte da África e particularmente na Argélia por Durand, na Espanha por Albareda, Guerra e Kubiena, em Portugal por Bramão, na França por Aubert, na Itália por Mancini e na Iugoslávia por Neugebauer e Vovok.

Assim os Solos Lixiviados Brunos e Vermelhos, caracterizados por B textural, compreendem: a) Solos Brunos e Vermelhos Mediterrâneos que são sinônimos de Terra Rossa e são iguais a Non-Calciic Brown Soil e ao Red Yellow Mediterranean Soils; b) Solos Vermelhos Lixiviados, que são Red e Yellow Podzolic Soils; c) Solos Brunos Lixiviados, correspondentes aos Gray Brown Podzolic Soils. Os primeiros compreendem os Solos Vermelhos Mediterrâneos sobre alcários discutidos como Terra Rossa na Itália por Smith, Tavernier e Vovk, ocorrendo sobre calcário do período Cretácio, com saturação de bases acima de 60%, e com argila dominante do tipo Illita. Engloba ainda os Solos Brunos Mediterrâneos com B textural e, quando desenvolvidos de calcário, recebem o nome de Terra Fusca, conforme Kubiena e são encontrados em relevo cárstico entre Trieste e Ljubljana sobre dolomita e quando o material de origem é calcário, o solo é Terra Rossa.

TAVERNIER registra ainda que os solos do perfil AC, são classificados como Rendzina e, no caso particular das regiões mediterrâneas, são Xerorendzinas, conforme a classificação de Kubiena, e Glinka os classifica na região de Madrid como Sierozens.

CARDOSO (27), classificando os solos derivados de calcário do sudeste de Portugal, encontrou perfis com horizontes AC ou ABC (Câmbico). O carbonato de cálcio é distribuído através do perfil, e estão em clima subúmido e semi-árido e são subdivididos em: Solos Brunos Calcários e Solos Vermelhos Calcários, ambos são usualmente de clima árido e normalmente Calciorthids. No subgrupo são Typic Calciorthids, alguns Petrocalcic Calciorthids ou Mollic Calciorthids.

Os Subgrupos Para Barras, foram classificados de Vertic Calciorthids e os Subgrupos Para Litossol da classificação portuguesa, são os Lithic Calciorthids e podem ser fortemente

fracamente ou não carbonatados, enquanto os Solos Lixiviados, com B argílico, eutróficos são correlacionados com os Alfisols. Os solos desta ordem sob clima mediterrâneo característico, são denominados em Portugal de Solos Mediterrâneos Vermelho Amarelo e podem desenvolver-se também de rochas não calcárias.

Na Tunísia, COINTEPAS (28) usou a classificação de Aubert (1965) e nesse sistema enquadram-se os solos vermelhos sobre calcário cristalino, como sinônimo de Terra Rossa com capacidade de troca de cátions de 45 a 50 mE/100 g, nos solos típicos, bem como os Solos Brunos que, juntos, constituem uma subclasse da classe dos solos com sesquióxidos. Esta subclasse compreendem três subgrupos; Solos Vermelhos não Lixiviados e quando existem nódulos de calcários duros, são classificados como subgrupo modal. Solos Vermelhos Lixiviados, têm relação textural dos horizontes B/A = 1,4 e os hidromórficos sobrejacentes a um solo vermelho.

JENNY (46), citando Ramann, afirma que os Solos Lateríticos Tropicais provêm de calcários depositados em altitudes médias e a Terra Rossa da costa mediterrânea e os solos avermelhados da montanha de Ozark são citados como exemplos, bem como lateritas sobre calcários e dolomita que foram observados na Índia e África do Sul.

Harrassowitz, citado por Jenny, dá ênfase à existência de lateritas sobre calcário. Em sua opinião, rochas calcárias produzem solos climáticos, não somente em regiões temperadas, mas também nos trópicos.

ROBINSON(81) acha que Terra Rossa tende à laterização, o mesmo acrescenta que geralmente são insaturados de bases e carbonato de cálcio, podendo no entanto, ter fragmento de calcários, mas sem efeito para o status de base no solo. Enquanto isso, Stremme, citado por Robinson, considera a Terra Rossa análoga aos B podzol, onde o A foi removido por erosão, o que evidentemente é discutível, como comenta o primeiro autor.

HARRIS (43) cita Solos Vermelhos do Mediterrâneo

com horizonte argílico em que a saturação de bases excede a 40% e em que houve a destruição das argilas, são chamados Mediterrâneos Vermelhos, bem como outros membros classificados como Podzólico Vermelho Amarelo.

Os Solos Tropicais Ferrosialíticos são possivelmente sinônimos, bem como Terra Rossa que tem Horizonte argílico e baixa saturação de bases que, por sua vez se correlacionam com solos Lateríticos Brunos Avermelhados de baixa saturação de bases também.

VOORT (108), estudando solos da Indonésia, considera todo solo derivado de calcário, como um grupo de solo intrazonal, e apresenta perfis de horizontes AC e AD, bem como solos classificados como Solos Vermelhos Lateríticos e calcários. Enquanto REIFENBERG (80), atribui a Terra Rossa como um solo intrazonal nos vários sistemas de classificação e os Solos Mediterrâneos Vermelhos como zonais.

RAVIKOVICK (79), estudando solos de Israel, define como Terra Rossa, Solos Vermelhos ou Brunos Avermelhados de sequência de Horizontes A (B) C ou AC, textura argilosa, frequente mente rico em matéria orgânica, estrutura em grumos no A e blocos subangulares no B, não calcários, capacidade de troca de cátions entre 30-40 mE/100 g de argila, cálcio é o catíon dominante e muitos dos solos são saturados de bases e a argila dominante é a montmorilonita.

DAN (29) estudou também os solos de Israel e corroborou as descrições de RAVIKOVICK, dividindo-os porém em solos Vermelhos e Brunos como subgrupos. Estes, existentes na Galilêia e os relacionam com o clima:

- Terra Rossa Bruna Avermelhada de clima semi-árido
- Terra Rossa Bruna Avermelhada de clima subúmido
- Terra Rossa Vermelha de clima subúmido.

P. A. Loizides, citado por REIFENBERG (80), observou que os Solos Vermelhos Mediterrâneos são vistos como um grupo de solos incluídos como Terra Rossa, os quais estão associados usualmente com calcários. Explica que os Solos Vermelhos Medi

terrâneos são rasos, vermelhos, ligeiramente calcários e estão sobre rocha calcária, serpentina, diabásio e outras rochas não calcárias, desenvolvidos com drenagem livre, mas, quando sob clima semi-árido, são Terras Brunas. Acrescenta que Kellogg constatou Terra Rossa derivada de calcário duro e Rendzina de calcário mole e que os Solos Vermelhos ocorrem em regiões mediterrâneas sobre rocha não calcária, como anteriormente ficou dito.

Refere ainda Merwe que descreveu no platô de Trípoli, Solos Vermelhos desenvolvidos sobre depósitos eólicos, que por sua vez, estavam sobre rochas calcárias e afirma que eles se correlacionam com os derivados de calcários na África do Sul.

RAVIKOVICK (79) menciona que o termo Terra Rossa é usado para designar: a) Solos Vermelhos, rasos, indiferenciados, desenvolvidos de calcário, sobre calcário, dentro de calcário e associado ao calcário; b) o material vermelho, que é o produto da meteorização do calcário ou dolomita, constitui o material de origem do solo; e c) todos os solos vermelhos da região mediterrânea que têm essa denominação. Morfologicamente apresentam-se de cor vermelha a bruna, horizontes desenvolvidos, textura de franco a argilosa com pequenas diferenças em profundidade, estrutura granular e em blocos, carbonato de cálcio no comum ausente, transição abrupta para a rocha, pH maior que 7, carbono até 4,8% e capacidade de troca de cátions alta.

TAVERNIER (96), em detida revisão bibliográfica sobre o assunto, menciona Terra Rossa Podzolizada e Terra Fusca Podzolizada, classificada por Kubiena como correspondendo aos Podzólicos Vermelhos Amarelos dos USA. Relata ainda que Terra Fusca é sinônimo de Terra Bruna Mediterrânea, como solo intermediário entre a Terra Rossa e a Rendzina. Por outro lado acrescenta Ramann que introduziu o termo Braunerde equivalente a Terra Bruna ou Brown Forest Soils e posteriormente Brown Waldboden. Aplica mais uma série de nomes em substituição áqueles, no decorrer dos estudos de solos no mundo. Brown Podzolic Soils, Brown Forest Soils, Non-Calcic Brown Soils, Gray Brown

Podzolic Soils, Acid Brown Forest Soils e na Iugoslávia o nome Gayugiatza, os que correspondem aos Brown Forest Soils na Sibéria e que têm um horizonte Al chernozêmico.

SMITH e outros (85) propõem o nome Bruniga em substituição aos Prairie Soils, admitem alguns solos derivados de calcários neste grupo, como Rendzina, Solos Brunos e outros.

BONNET (16) classificou Latossolo sobre calcário em Porto Rico.

ROBINSON (81) inclui Terra Rossa nos Brunos Vermelhos de calcário de regiões temperadas e Solos Vermelhos de regiões tropicais.

Em Israel, POPOVATZ (77) classificou solos intermediários entre os extremos Terra Rossa e Rendzina, com o nome de Solos Brunos Mediterrâneos de Florestas. Conforme o autor, estes solos estão relacionados com a dureza dos calcários; assim o calcário duro origina Terra Rossa, o semiduro Solos Mediterrâneos Brunos de Florestas e os moles originam Rendzina. Estes solos são mais profundos que Terra Rossa, brunos em cor, perfil ABC, mais argiloso, mais ricos em matéria orgânica e com estrutura em grumos no B, capacidade de troca de cátions alta, cálcio é o catión preponderante e montmorilonita é a argila dominante. Muitas vezes mais calcário que a Terra Rossa sob condições climáticas similares, porém menos que a Rendzina e são saturados de bases e insaturados quando o carbonato de cálcio é lavado, mas só em pequeno grau, reação neutra a ligeiramente ácida.

Os solos sobre calcários duros do Líbano foram classificados por AUBERT (5) como Solos Brunos Mediterrâneos com perfil A (B) C e poucos com ABC, transição entre horizontes "progressiva", cor 7,5 YR e 10 YR, mosqueado em profundidade, argiloso, estrutura poliédrica, cúbica, prismática ou em blocos predominando em profundidade; elementos estruturais menos fortemente individualizados que dentro dos solos vermelhos descalcificados. O calcário acumula-se em profundidade, em nódulos ou sob forma difusa. A matéria orgânica em superfície é maior

e menos evoluída que nos solos vermelhos, argilas são montmorilonitas e secundariamente caulin e illita, goetita está presente, $K_r = 1,8$ em média, $K_i = 2,7$, capacidade de troca de cátions maior que 25 mE/100 g de argila e V maior que 80%.

MONTURIOL (64), na Espanha, estudou Terra Fusca e a atribui associada com Terra Rossa, a Rendzina e a Solos Brunos Calcários, e se refere a calcário do Cretácio e Jurássico e não existindo sobre outro material de origem. Relata que a Terra Fusca é estágio intermediário entre Terra Rossa e Rendzina e entre estes extremos encontrou uma gradação que apresentam Al de espessura variável e a matéria orgânica é um mull cálcico, o horizonte é B textural, a transição B/rocha é abrupta, a estrutura é em blocos ou poliédrica, a cor 10 YR 5/6, úmido, bruno amarelado, numerosas concreções arredondadas de ferro e magnésio de 3 mm de diâmetro, textura argilosa, V igual a 80%, argila tipo illita e caulin.

MANCINI (61) em seu trabalho "Eliminação do Termo Mediterrâneo em Ciência do Solo", historia a nomenclatura, da evolução dos sistemas de classificação e refere Stremme (1937), relatando que no mapa de solos da Europa apresentou a seção de solos florestais secos subdividindo-os em: a) Solos Brunos Mediterrâneos Florestais Secos de perfil AC; b) Solos Brunos Mediterrâneos Florestais Secos de perfil ABC, substituindo Solos Mediterrâneos.

Citando Kubiena (1935), o dito Mancini chamou o tipo 81 de Brauner de Meridional e deu uma lista de sinônimos, entre outros, Solos Secos Pardos de Bosque (De Villar, 1927) Brauner de e Terra Parda Mediterrânea.

Relata ainda Duchoufour (1956) com a classe IV que chamou de Solos Evoluídos e Mull, perfil A (B) C ou ABC, os quais são Solos Brunos Mediterrâneos. Institui a classe VI correspondente aos Solos Ferruginosos de clima quente, perfil A (B) C ou ABC, incluindo a subclasse dos Solos Mediterrâneos Vermelhos, separando em dois grupos de acordo com a presença ou não de lixiviação. Em (1960) inclui no esquema de classifi

cação, Solos Vermelhos Evoluídos em Solo Bruno e inclui na IV classe. Finalmente em (1965) apresentou novo esquema francês; na classe VI apareceu o grande grupo de Solos Brunos Mediterrâneos. Esta classe é caracterizada por Solos Úmidos Evoluídos. Os Solos Brunos Mediterrâneos são incluídos em uma subclasse de Solos com Mull de regiões quentes subdivididas em duas seções: a) Solos Pouco Humíferos e Pouco Alterados (Solos Brunos Mediterrâneos), b) Solos Brunos Eutróficos Tropicais.

MANCINI menciona ainda que a FAO, sumariza os solos retrocitados em Solos Brunos Mediterrâneos e Solos Vermelhos Mediterrâneos, ambos do perfil ABC, com B textural bem expressivo e alta saturação de bases.

Os Solos Brunos Mediterrâneos diferem do Vermelho em cor no B, os quais têm croma e valor mais baixo de 4/6, matiz 2,5 YR.

Cita ainda Cardoso e Azevedo, em Portugal, que chamam Solos Mediterrâneos de Solos Lixiviados não Fortemente Insaturados, de perfil ABC (B argílico), correspondem aos Us tals e aos Solos Brunos Lixiviados Meridionais e aos Solos Vermelhos Lixiviados. Estes solos compreendem duas subclasses (se a cor é bruno ou vermelho) e com dois subgrupos (se o material originário é calcário ou não), compreendendo um total de onze subgrupos.

2.4. Conclusões da Revisão da Literatura

1. Em relação à meteorização dos calcários, os autores de um modo geral consultados concordam que o calcário mole origina Rendzina e solos correlatos, enquanto o duro, no conceito amplo da palavra, forma Terra Rossa, compreende desde solos com argilas de atividade alta até solos com argilas de atividade baixa e os calcários de durezas intermediárias, formam solos intermediários, tudo ligado a uma maior ou menor remoção dos carbonatos, favorecendo com a sua presença a formação de argilas do grupo 2:1 ou a degradação da mesma argila pela sua remoção.

2. Quanto à evolução dos solos, para alguns autores,

as Rendzinas evoluem para Solos Vermelhos, Brunos, Podzólicos, Terra Rossa, etc. pela remoção dos cátions bivalentes, enquanto para outros autores a formação desses solos provém diretamente das rochas, sem estágio de degradação da Rendzina, ligado ao pedoclima.

3. Autores aludem que o material vermelho, produto da meteorização do calcário duro, é o material de origem dos solos a serem desenvolvidos, enquanto que outros autores consideram esse material como sendo o próprio solo.

4. Os calcários magnesianos, nas mesmas condições de meteorização dos calcários calcíferos, formam Solos Brunos Calcários e não são descalcificados, e os calcários calcíferos formam solos vermelhos descalcificados ou mais ou menos descalcificados e todos os autores concordam que o cálcio e o magnésio impedem ou retardam a evolução dos solos.

5. Em relação à classificação, principalmente entre os autores europeus, reina grande confusão; pedólogos de cada país, ou diferentes pedólogos do mesmo país, emprestam aos solos um nome ou uma classificação própria, dentro de um determinado sistema de classificação, ou mesmo fora de qualquer sistema.

Alguns autores, entretanto, apresentam determinadas classificações dentro dos sistemas de caráter universal a as quais permitem-se fazer correlação. Assim temos como exemplo:- Terra Rossa na classificação de 1938 (USA), correspondendo aos Red Mediterranean Soils e na classificação de 1960 (USA) seriam Alfisol, enquanto alguns autores europeus atribuem Terra Rossa distribuída, pelo menos, em oito ordens da 7^a Aproximação.

Na classificação francesa de 1965, Terra Rossa corresponde a Solos Vermelhos sobre Calcário e Solos Marrons Florestais na classificação soviética.

Na classificação de Marbut, Terra Rossa está agrupada como Pedalfers, portanto solo zonal, enquanto para outros autores pode ser zonal ou/e intrazonal nos diversos sistemas de classificação.

6. Em algumas das classificações apresentadas e rela

cionadas com o grau de meteorização dos solos, concordam os pesquisadores que Solos Vermelhos Medierrâneos são mais meteorizados que a Terra Rossa e esta mais que os Solos Brunos Medierrâneos e estes mais que Rendzina.

Outros, porém, não fazem estas distinções, e a Terra Rossa é comparável a Solos Vermelhos Mediterrâneos ou, até mesmo a Latossol ou/e Latossólicos ou então a Solos Brunos nã o Cálccicos ou ainda a dezenas de outras denominações.

7. Em resumo, a falta de designação genética dos horizontes dos solos, descrições morfológicas bem feitas, inexistência de relacionamento dos dados analíticos e métodos empregados com os estudos de campo e o enquadramento dos solos estudados dentro de um determinado sistema de classificação impedem ou/e dificultam um correlacionamento mais preciso e um consequente entendimento das classificações existentes.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. Clima

O tipo de clima do Nordeste, conforme GUERRA (44) é representado pelos dados da cidade de Mossoró (Estado do Rio Grande do Norte), sendo uma das suas características a semi-aridez, definida, na classificação de Koppen, como BSh'W'.

A média de precipitação de 24 anos foi de 676,9 mm/ano, distribuídas irregularmente, DNPM (22), com quase 80% do total - 535,8 mm/ano, distribuídos nos meses de fevereiro a maio e os restantes 141,1mm entre oito meses, conforme quadro seguinte:

DADOS DO ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL (84)-MUNICÍPIO DE MOSSORÓ-ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE:PERÍODO:1914-1938=24 ANOS.

PRECIPITAÇÃO												
mm.												
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
53,1	110,4	158,2	157,1	110,1	39,7	20,6	7,7	2,2	2,2	2,1	13,5	676,9

Tomando-se por base os dados do ATLAS CLIMATOLÓGICO DO BRASIL (84), verifica-se quanto às temperaturas aproximadamente os seguintes valores: média anual ligeiramente superior a 27° C; média do mês mais frio em torno de 27° C; média do mês mais quente pouco acima de 28° C.

3.2. Vegetação

As informações sobre a vegetação local devem-se às

observações de campo e aos estudos de Lima (58).

É constituída de uma caatinga arbórea-arbustiva e arbórea, densa, caducifólia, com presença de bromeliáceas e cactáceas.

O que determina a separação entre os dois tipos de caatinga é a presença ou não de Bromélia laciniosa (macambira) e do Cereus sp. (facheiro).

Na área estudada a macambira está sempre associada aos solos derivados de calcário e o facheiro aos solos derivados de arenito. Assim, o facheiro está presente na área do perfil número 1, onde parece ser transição entre solos derivados dos dois tipos de material de origem acima.

Como admite Lima, e nossas observações comprovam, nesta área coexistem as duas espécies acima, mas com raridade. Com elas encontramos ainda Caesalpinia pyramidalis (catingueira), Mimosa acutistipula (jurema preta), Auxemma sp. (pau branco), Cobretum laxum (bugi), Ageratum conyzoides (mentrasto), Croton sincerensis e Croton Hemiargyreus (marmeleiro branco e preto respectivamente).

A vegetação arbórea da área do perfil número 1, pertencente à caatinga arbórea-arbustiva, é de aproximadamente 5 metros indo de 20-60% em cobertura e com Bursera leptophloeus (imburana), mas com menor densidade nesta área.

A vegetação do perfil número 2 é a mesma do perfil número 1, exceto o facheiro, e mais com a presença de Licania rígida (oiticica) e de Burmelia sertorum (quixabeira) indicando a presença de um lençol freático mais elevado.

Os solos representados pelos perfis números 3 e 4 suportam a caatinga dita arbórea, com 60-90% em cobertura. A vegetação desta área é mais exuberante devido à maior altitude da Chapada e a maior precipitação existente.

Como constatamos nesta área, há a presença marcante do frei-jorge e pau branco, os quais são mais raros na caatinga arbórea-arbustiva.

Outro fato observado é que nos solos mais rasos ou

onde o calcário tende a aflorar mais para a borda da chapada, existe sobre ele marmeleiro branco e, nos solos mais profundos o marmeleiro preto.

Os solos representados pelo perfil número 5 apresentam vegetação ilhada pela caatinga arbórea, com caatinga arbóreo-arbustiva, em moitas, ralas espaçadas, deixando claros que correspondem aos afloramentos de calcário em lages, ou pequenas depressões e impedem o desenvolvimento da vegetação xerófila.

Aí existe a presença marcante da imburana, com vegetação herbácea em torno, e às vezes ilhada por macambira.

A vegetação a partir do número 5 em direção ao perfil número 6 é arbórea, erecta, com vegetação herbácea e subarbus-tiva insignificante.

A macambira nesta área é marcante, apresentando-se em grandes extensões cobrindo todo o solo, principalmente no trecho entre a borda da Chapada, depois da subida da ladeira do "Olho d'água da Bica" em direção ao lugar "Lages do Meio", já nos limites do Ceará com o Estado do Rio Grande do Norte.

Lima observa que o pau branco e frei-jorge, conforme constatamos, só existe a partir dos limites do Ceará com o Estado do Rio Grande do Norte até a borda da Chapada, devido à maior altitude, com exposição à ação de barlavento para os ventos úmidos da frente intertropical.

3.3. Formação Geológica e Material Originário dos Solos

O cretácio da Chapada do Apodi é representado por sedimentos marinhos que abrangem o tempo compreendido entre 65-100 milhões de anos dos nossos dias, e repousa sobre cristalino do Nordeste Brasileiro, parte do conhecido "Planalto da Borborema", que é o conjunto de formas de relevo esculpido no cristalino.

Geomorfologicamente, Beurlen (11) a descreveu como uma extensa chapada, escarpada na parte ocidental, a leste das

idades de Jaguaruana, Russas, Limoeiro do Norte e Tabuleiro do Norte, no Ceará, com altitude de 60-100 metros em frente a Limoeiro do Norte e 20 metros em frente a Jaguaruana. as formações mergulham suavemente para Norte e também a superfície é suavemente inclinada nesta direção, e para o noroeste. Como o ligeiro mergulho das camadas é pouco mais íngreme que a inclinação da superfície da chapada, afloram na borda da área sedimentar as camadas mais inferiores, enquanto, para o norte as sequências inferiores são capeadas por formações mais recentes.

BEURLEN (11,12), baseado em amonoides (Hoplitoides) fósseis descobertos por K. Jacob em Retiro Grande, município de Aracati (Ceará), e em raras ocorrências de Inoceramos lobatus, classificou esses calcários como da idade Turoniana.

Como não encontrou índices de uma representação do Coniciano e do Santoniano, supõe haver um hiato entre os calcários Turonianos e os Campaniano-Maestrichtianos, assinalados por Kegel na região de Macau.

Por isso, propôs destacar, do próprio calcário Jandaíra, os calcários Turonianos, tão bem desenvolvidos na Chapada do Apodi como formação Sebastianópolis.

Assim, o "grupo Apodi" constituído por calcário Jandaíra e arenito Açu, conforme denominação de A. T. Oliveira e O.H.Leonardos, passou: a) Formação Jandaíra - calcários superiores (Campaniano Maestrichtiano), b) Formação Sebastianópolis calcário inferior (Turoniano) e c) Arenito Açu.

O arenito Açu, estudado por KEGEL (50) em Limoeiro do Norte, tem espessura de 70 metros nos afloramentos que rodeiam a escarpa da chapada e dividi-o arenitos inferiores a 30 metros, constituídos de arenitos feldspáticos, cinzentos, com camadas conglomeráticas, arenito médio com 20 metros predominando o folhelho vermelho, arroxeados, intercalando-se arenito cinzento, fino e o granito superior com 20 metros constituído de arenito cinzento, calcífero, pouco cimentado com bancos calcários intercalados. Este arenito superior correlaciona-se com os encontrados em Upanema aproximadamente

30 metros, faltando, porem, os bancos calcários bem fossilíferos, típicos de Upanema.

KEGEL relata que o calcário Jandaíra estudado entre os rios Upanema e Apodi correlaciona-se com os da Chapada do Apodi, de cor creme, acinzentado, brancos ou mais raramente, de cor vermelha, evidenciando óxido de ferro, textura em geral média a fina, endurecimento alto. Outros são calcários orgânicos formados quase exclusivamente de microfósseis, inclusos numa escassa matriz de argila e calcita microcristalina, e os calcários argilosos são mais raros.

Os tipos conhecidos são: 1) calcário com pequenas conchas, na parte inferior, 2) calcário lagueado, cinza claro ou branco. É duro, de granulação fina e comum nas camadas inferiores, 3) calcário noduloso e de estratificação irregular e constituído de nódulos arredondados mais ou menos distintos, 4) calcário dolomito encontrado em todas as intercalações, 5) calcário arenoso e calcário calcífero, 6) calcário gredoso, resultante da degradação dos outros.

KEGEL relata ainda que não foi observado o contato entre o calcário Jandaíra e o calcário Sebastianópolis em nenhuma localidade, dado à falta de bons afloramentos.

Acrescenta que a parte superior do calcário caracteriza-se por uma homogeneidade química pronunciada. Nota-se a recristalização mais intensa, na qual são frequentes pequenas cavidades do calcário atapetado ou totalmente preenchidas por cristais de calcita. Existe, também, arenito quartzoso, com pouco feldspato e óxido de ferro.

Escreve, também, que a formação Jandaíra apresenta, deste modo, na Chapada do Apodi uma sequência típica, que inicia por calcários margosos, aos quais seguem calcários homogêneos, em geral puros, litográficos e detríticos, e que apresentam intercalação de arenito calcífero no topo.

E diz que litologicamente e faciologicamente, o comportamento da formação Jandaíra é muito semelhante ao da formação Sebastianópolis, como revelam as associações fósseis que apre

sentam o mesmo caráter geral.

KEGEL explica que faltam na formação Jandaíra os amônides comuns na formação Sebastianópolis.

E continua, descrevendo-a detalhadamente, dizendo que a associação fóssil da formação Jandaíra é completamente diferente da formação Sebastianópolis.

Registra que entre os equinóides somente o genero Hemaster é representado nas duas formações, mas as espécies são diferentes.

Os plymosamatidae e pyllobussos, tão característicos e comuns na formação Sebastianópolis, faltam completamente na formação Jandaíra, enquanto o gênero cartopygres, que não ocorre na formação Sebastianópolis, é comum e característico na formação Jandaíra.

O ambiente ecológico e a situação paleogeográfica ao contrário, são os mesmos nas duas formações, mas indicam uma diferença de idade estratigráfica.

Os solos representados pelo perfil 2 relacionam-se com o material de origem do calcário Jandaíra.

A formação Sepabastianópolis, por outro lado, conforme Kegel, constitui-se de uma sequência contínua de calcários, em geral bem compactos. Os limites, para efeitos práticos, são os primeiros blocos calcários compactos e puros, não mais arenosos, que iniciam a sequência contínua de calcário. A sequência alternada de arenito calcífero, argila ou calcário da parte superior do Arenito Açu superior, é sempre caracterizada pela presença de uma componente arenítica, que representa camadas de transição entre o próprio calcário Sebastianópolis.

Como a escarpa ocidental da Chapada do Apodi é constituída pelo arenito Açu, tem direção sul-norte, na praia de Retiro Grande, no município de Aracati, Ceará, afloram calcários da formação Sebastianópolis, passa da direção oeste-este, na própria Chapada do Apodi, para a direção sul-norte, com ligeiro mergulho para leste.

O rio Jaguaribe não corta perpendicularmente as camadas como os rios Apodi e Upanema, mas segue as camadas marcando assim a delimitação ocidental da "Chapada do Apodi".

A largura da faixa exposta da formação Sebastianópolis na parte sul-ocidental da chapada, na ampla região que se estende entre as cidades de Apodi, Governador Dix Sept Rosado, Tabueiro do Norte e Limoeiro do Norte tem a curvatura da direção das camadas.

A cor destes calcários varia entre branco, amarelo e acinzentado. Em alguns lugares verificam-se calcarenitos onde a matriz é um pouco avermelhada devido ao óxido de ferro. A estratificação é muito indistinta, às vezes se mostra lageada, às vezes nodulosas, o que corresponde às ocorrências da área dos perfis números 3 e 4.

Nesta formação, os calcários detríticos predominam sobre os químicos.

A parte mais superior do calcário caracteriza-se por uma forte meteorização, expressa pelos perfis números 3 e 4 e ausência completa ou insignificante de dolomita.

Devido a este comportamento químico de um calcário bem puro, toda a região onde aflora a formação Sebastianópolis apresenta sinais de uma carstificação.

O solo quase sempre avermelhado é coberto por pequenas concreções de óxido de ferro, quer sobre o calcário mesmo, quer dentro do solo avermelhado argiloso conhecido como "Terra Rossa", de onde é originado. Esta formação gera solos, que se correlacionam com os perfis números 3,4,5 e 6.

O Terciário, conforme BEURLIN (11,15), é representado por pequena área, serra de Mossoró, constituído de u m a capa arenítica, de 25 metros, de cor rosa e de acordo c o m suas características gerais, é provável que a origem destes arenitos seja fluvial ou em corrente de lama. A segunda hipóte se, conforme o autor, parece mais provável. Isto é comprovado pela análise sedimentológica feita por Dante, na citação d e Beurlen, e comprova como de formação terrestre, sem qualquer

índice de formação marinha. Contudo, a regressão do mar cretácio na área, é indicada pela intercalação de bancos areníticos na parte superior do calcário Jandaíra, observado na serra de Mossoró. Litologicamente estes arenitos intercalados, diferem tipicamente da formação Mossoró. Além disso parece existir contacto de discordância entre os calcários com arenitos intercalados e os arenitos da formação Mossoró. Litologicamente, os arenitos da formação Mossoró, assemelham-se muito aos arenitos da formação serra dos Martins, de Santana de Matos e de Cuité, etc. e repousam discordantemente a 650-700 metros sobre a superfície bem aplainada e caulínizada do embasamento cristalino. Assim cita L. Jaques Moraes, que diz tratar-se de formação pós-cretácia, documentada pela posição na capa da formação Jandaíra na serra de Mossoró, e relaciona-se com o grupo Barreiras. E menciona ainda Bigarella e Andrade (1964), que a correlacionaram com a formação Guararapes (Barreiras), com a serra dos Martins e, portanto, com a formação Mossoró. Porém, refere-se a Gilberto de Andrade, que a chamou de "arenito Mossoró" e interpretou-a como formação e fáceis de regressão do "Grupo Apodi". FEIO (42) considerou também a capa da serra dos Martins, como Barreiras. DRESCH (39), entretanto, discorda das afirmações de L. J. Moraes, pelo fato de existir um solo fóssil, e não se encontrar nenhum equivalente na formação Barreiras, igualmente discorda de Feio, cuja contestação é confirmada por AB'SABER (2) e Gilberto D. de Andrade, que a chamou de "arenito Mossoró" e interpretou-a como formação e fáceis de regressão do Apodi. Entretanto, se forem válidos os estudos de BEURLEN, comprovando a existência de arenito do Cretácio e das Barreiras simultaneamente sobre estas serras, sugere-se que vários autores calcam as conclusões de seus estudos na dependência do estudo de uma ou outra formação, sem contudo verificarem a ocorrência simultânea das duas formações nestas serras.

Quanto às atividades de meteorização no Quaternário, verifica-se na superfície dos bancos calcários, por dissolu

ção do calcário pelas águas das chuvas, formas de caneluras e cristais, bem como superfície de calcário "bichigoso", buracos mais ou menos redondos (1-5 centímetros de diâmetro), entre os quais o contorno de separação é pontiagúdo e cortante, frequentemente atapetado por concreções "chumbo de caça" de (1-5 mm de diâmetro).

Isto ocorre particularmente na área dos perfis número 3,4,5 e 6, correspondente ao calcário Sebastianópolis, onde os afloramentos são muito puros, com exceção dos calcários do perfil número 3.

Na área destes perfis encontramos cavernas com mais de 10 metros de profundidade nas lages dos calcários, sendo mais frequente na que representa os perfis número 5 e onde são de dimensões menores, menos de cinco metros de profundidade. Por outro lado, o calcário em blocos superpostos é muito diaclasado, permitindo que no processo de meteorização do calcário, grande parte do carbonato de cálcio originado da rocha mesmo nestes solos derivados do calcário Jandaíra, seja levado em suspensão pelas águas pluviais para as cavernas e diaclases.

Do ponto de vista de correlação destas formações, elas se relacionam, conforme AB'SABER (2), com as formações Iguatu, Rio do Peixe e não se relacionam com as formações do Araripe, embora sejam também do Cretácio.

BEURLIN (15) refere que, na zona costeira do Espírito Santo, Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba do Norte e Rio Grande do Norte, existem formações costeiras cretácicas. Como na costa atlântica da África, essas formações repousam diretamente sobre o embasamento cristalino.

Correlacionam-se com as formações cretácicas africanas, tipicamente de regressões marinhas.

Refere que a desintegração da parte ocidental do complexo Gondwânico, isto é, a separação dos blocos africano e brasileiro, aconteceu somente a partir do Jurássico superior. As relações zoogeográficas muito estreitas entre África e a América do Sul, tanto da fauna terrestre, como da fauna marinha, o

confirmam.

Relata que em Angola, conhece-se transgressões Turonianas e Maestrichtianas semelhantes às do Apodi.

Cita que é digno de nota que essas formações marinhas todas de fácies litorânea, concordem completamente, pelas características litológicas, com as respectivas formações da costa atlântica da África.

As faunas citadas apresentam, além disso, estreitas relações com as faunas contemporâneas da África do Sul, de Madagascar e Índia, mas diferem totalmente das da Europa e da América do Norte.

3.4. Trabalhos de Campo

Foram utilizados conjugadamente carta-base na escala de 1:500.000 do IBGE, mosaicos aerofotográficos na escala aproximada de 1:100.000 e mapas geológicos do DNPM na escala de 1:250.000.

No escritório realizou-se consulta preliminar, no mapa geológico acima citado, sobre as formações do Cretácio. Foram feitas verificações preliminares na área, tomando contactos com os diferentes solos e verificando suas extensões geográficas, daí elegeram-se os pontos onde foram abertos os perfis, julgados representativos dos solos de maior extensão geográfica da área. Abriram-se as trincheiras até dois metros, quando possível. Procedeu-se a descrição morfológica, coletou-se amostras dos diferentes horizontes e rochas julgadas originar os solos, conduziu-se o material ao laboratório e procedeu-se as análises físicas, químicas e mineralógicas.

Feita a correlação entre os dados morfológicos e resultados de laboratório, verificaram-se algumas incompatibilidades motivando retorno ao campo para revisão dos estudos morfológicos e reajustamento com os dados analíticos.

Para descrição dos perfis adotaram-se critérios do Manual de Métodos de Trabalho de Campo da DPP/MA, em 2ª aproximação, e critérios estabelecidos na 7ª aproximação para defini

ção dos horizontes diagnósticos superficiais e subsuperficiais.

3.5. Trabalhos de Laboratórios

Realizaram-se as determinações conforme os métodos estabelecidos por VETTORI (1964).

As amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras com aberturas de 2 mm de diâmetro.

Na fração maior de 2 mm, fez-se a separação do cascalho e calhaus. A parte inferior a 2 mm constitui a terra fina seca ao ar, onde se fizeram as determinações físicas e químicas abaixo descritas.

3.5.1 Análise Física

Granulometria - Determinada por sedimentação em cilindro de Koettgen, sendo usado NaOH como agente de dispersão e repetiu-se a dispersão com o hexametáfosfato de sódio (Calgon) no agitador de alta rotação apresentando praticamente os mesmos resultados. Foram determinadas 04 frações, de acordo com o Método Internacional, adotando-se porém o limite de 0,50 mm para separação entre areia fina e silte. Os resultados da análise granulométrica são apresentados em números inteiros, desprezando-se as decimais por não serem significativas.

Argila dispersa em água - Determinada por sedimentação em cilindros de Koettgen, sendo usada a água destilada como agente de dispersão e o agitador de alta rotação. Os resultados são expressos em números inteiros, por não serem significativos os decimais.

Equivalente de unidade - Feito pelo método da centrífuga, conforme processo de Briggs e Mac Lane.

Grau de flocculação - Obtido pela fórmula:

$$GF = \frac{(\text{argila total} - \text{argila dispersa em água}) \times 100}{\text{argila total}}$$

3.5.2. Análises Químicas

Carbono Orgânico - Determinado por oxidação da matéria orgânica com bicromato de potássio 0,4 N, segundo o método de Tiurin.

Nitrogênio Total - Determinado por digestão com ácido sulfúrico, catalizado por sulfato de cobre e sulfato de sódio; após a transformação de todo nitrogênio em sal amoniacal, este foi decomposto por NaOH e o amoníaco recolhido em solução de ácido bórico a 4% e titulado com HCl 0,0 1N.

pH em água e KCl Normal - Determinados potenciometricamente numa suspensão solo - líquido de aproximadamente 1:2,5 e o tempo de contacto nunca inferior a meia hora, agitando-se a suspensão imediatamente antes da leitura.

Fósforo Assimilável - Extraído com uma solução 0,05N em KCl e 0,25N em H_2SO_4 (Carolina do Norte). O fósforo é dosado colorimetricamente pela redução do complexo fosfomolibdico com ácido ascórbico, em presença de sal de bismuto.

Ataque pelo H_2SO_4 (d = 1,47) - Sob refluxo, 2 gramas de terra fina seca ao ar foram fervidos durante uma hora com 50 ml de H_2SO_4 (d=1,47); terminada a fervura, o material foi resfriado, diluído e filtrado para balão aferido de 250 ml nele sendo feitas as determinações abaixo:

SiO_2 - A sílica, proveniente dos silicatos atacados pelo ácido sulfúrico de densidade 1,47 foi determinada, fervendo-se durante meia hora o resíduo da determinação anterior com 200 ml de solução de Na_2CO_3 a 5% em becher de metal Monel; em uma alíquota dessa solução já filtrada, determinou-se a sílica colorimetricamente.

Al_2O_3 - Em 50 ml de ataque sulfúrico se

parou-se os outros metais pesados com NaOH a 30% em excesso; uma alíquota desse filtrado neutralizou - se com HCl, gota a gota, e o alumínio determinado volumetricamente, pelo EDTA.

Fe_2O_3 - Determinado em 50 ml do ataque sulfúrico pelo método de bicromato, usando-se defenilamina como indicador e cloreto estânico como redutor.

TiO_2 - Determinado no filtrado do ataque sulfúrico pelo método colorimétrico clássico de água oxigenada, após a eliminação da matéria orgânica pelo aquecimento de algumas gotas de solução concentrada de KMnO_4 .

P_2O_5 - Determinado colorimetricamente no filtrado do ataque sulfúrico, pela redução do complexo fosfomolibdico com ácido ascórbico, em presença de sal de bismuto.

Ki e Kr - As relações Ki e Kr, isto é as relações $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ e $\text{SiO}_2/(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)$ foram calculadas sob forma molecular, e com base nas determinações acima descritas, resultantes do ataque sulfúrico na própria terra fina seca ao ar e não na fração argila uma vez que os resultados se equivalem na grande maioria dos casos (Vettori, 1959).

Relação $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$ - Calculada sob forma molecular a partir dos resultados do ataque sulfúrico.

Ca^{++} , Mg^{++} e Al^{+++} permutáveis - Extraídos com solução normal de KCl na proporção 1:10. Numa alíquota determinou-se o Al^{+++} pela titulação da acidez, usando-se azul bromotimol como indicador. Em outra alíquota, foram determinados $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ pelo EDTA.

K^+ e Na^+ permutáveis - Extraídos com HCl 0,05N e determinados por fotometria de chama.

Valor S (bases permutáveis) - Obtido pela soma de Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ e Na^+ .

$\text{H}^+ + \text{Al}^{+++}$ permutáveis - Extraídos com ace

tato de cálcio normal de pH 7 e titulado a acidez resultante pelo NaOH 0,1 N, usando-se fenolftaleína como indicador.

H^+ permutável - Calculado subtraindo-se do valor $H^+ + Al^{+++}$ o valor Al^{+++} .

Valor T (capacidade de permuta de cátions)
Obtidos pela soma de S, H^+ e Al^{+++} .

Valor V (saturação de bases) - calculado pela fórmula $\frac{S \times 100}{T}$.

$CaCO_3$ Equivalente - Determinado pelo processo gasométrico, comparando-se o volume de CO_2 obtido pelo tratamento de amostra com HCl 1:1, com volume de CO_2 obtido pelo tratamento de $CaCO_3$ com o mesmo ácido.

Percentagem de água da pasta saturada - Determinada pelo método de Lengenecker e Lysterly.

Condutividade do extrato de saturação - Calculada por regra de três, a partir da condutividade do extrato aquoso 1:1 e da percentagem de água da pasta saturada.

Percentagem de saturação com Na^+ - Calculada pela fórmula $\frac{100 \times Na^+}{T}$.

Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ e Na^+ dos sais solúveis - Determinados no extrato aquoso 1:5, segundo os métodos descritos para as determinações de Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ e Na^+ permutáveis.

3.5.3. Análise Mineralógica

Areias (grossa + fina) - Os componentes Mineralógicos foram identificados por métodos óticos (Fry, 1933; Winchell e Winchell, 1959), usando-se microscópio polarizante e lupa binocular, sendo feita a contagem das espécies minerais sobre placa milimetrada ou papel milimetrado.

Quando necessário, foram empregados micro testes químicos (Feigl, 1954) para certos minerais o pacos ou outros muito intemperizados. Foram feitas determinações qualitativa e semiquantitativa dos com ponentes mineralógicos, sendo os resultados expres sos sob a forma de percentagem em relação a 100 gra mas de areias (grossa + fina).

Trata-se as amostras de calcário em HCl diluído para estudo da sílica em sua composição.

3.5.4. Análise Termodiferencial

Foi feita no aparelho "Gebruder Netzsh" mo delo 404, com unidade de controle e registro fotográ fico automático (SUDENE).

A amostra foi lavada com água destilada, para retirar os sais solúveis, dispersado por agita ção durante 15 minutos com água destilada, colocado em uma proveta de 1000 ml e a fração argila foi sepa rada por sifonação dos 20 centímetros superiores, após 24 horas de sedimentação, adicionou-se algumas gotas de amônia para conseguir melhor dispersão.

Para as determinações utilizou-se como pa drão, caulim puro, queimado, com partículas de diâme tro menor que 2 microns, preparado do mesmo modo que o desconhecido e posteriormente aquecido.

A velocidade de aquecimento correspondeu sempre a um acréscimo de 12°C por minuto, contra uma sensibilidade de 1/6 no galvanômetro registrador.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Perfil Número 1

Descrição -
 Município - Jaguaruana
 Localização - Estrada Jaguaruana-Mossoró via linha telefônica a 23 quilômetros de Jaguaruana. Vila Cuba.
 Situação e Declividade - Trincheira aberta à esquerda da estrada com 1% de declividade.
 Formação Geológica e Material Originário - Cretácio, calcário sedimentar ou/e Barreiras.
 Altitude Drenagem e Erosão - 100 metros. Imperfeitamente Drenado. Laminar Ligeira.
 Vegetação Local - Caatinga densa e alta, arbórea- arbustiva, formada por catingueira, jurema preta, pau-branco, bugí, mentrasto, marmeleiro, frei-jorge, facheiro e mandacarú.
 Vegetação Regional - As locais e mais angico, imburana, burra leiteira, cumaru e macambira.
 Uso Atual - Milho, feijão, algodão, arroz nas lagoas.

- A₁ 0 - 10cm; bruno escuro (7,YR4/2, úmido)bruno escuro (7,5YR 4/2, úmido amassado); areia máçica pouco coerente; muitos poros muito pequenos; mácio muito friável não plástico não pegajoso; concreções chumbo de caça poucas pequenas duras esféricas pretas ironstone; transição clara e plana; pH 5,0.
- A₂ 10 - 28 cm; bruno (75YR4/4,úmido)bruno(7,5YR4/4, úmido amassado); areia franca; máçica pouco coerente; muitos poros muito pequenos; ligeiramente dura friável não plástico não pegajoso; concreções chumbo de caça poucas pequenas duras esféricas pretas ironstone; transição clara e plana; pH 5,0.
- A₃ 28-55cm; bruno (10YR5/3,úmido) bruno (10YR5/ 3, úmido amassado) bruno amarelado (10YR5/4, seco) bruno amarelado (10YR5/4, seco triturado)franco argila-arenoso,máçica porosa coerente que se desfaz em grãos simples e fraca pequenos blocos subangulares; muitos poros pequeno médios e

grandes; duro friável ligeiramente pegajoso; com
creções chumbo de caça frequentes pequenas, mas
maiores que as da A₁ duras esféricas pretas i
ronstone; transição¹ abrupta e irregular (12-50cm
pH 5,5.

IIB₂₁ ten

55-85cm; cor composta de amarelo b r u n a d o
(10YR6/7, úmido) vermelho (2,YR4/6, úmido) bruno
(10YR4/3, úmido); argila; moderada muito pequeno
e pequenos blocos angulares e subangulares; pou
cos poros pequenos; cerosidade fraca e moderada
pouca; muito duro friável muito plástico e muito
pegajoso; concreções chumbo de caça frequentes
pequenas duras esféricas pretas ironstone; tran
sição gradual e plana; pH 6,0.

IIB₂₂ ten

85-200cm; cor composta de amarelo brunado (10YR
6/7, úmido) vermelho (2,5YR4/6, úmido) bruno (10YR
4/3, úmido) branco (10YR8/1, úmido); argila; modera
da muito pequena e pequena blocos angulares e
subangulares; poucos poros pequenos; cerosidade
moderada pouca; muito duro friável muito plásti
co muito pegajoso; concreções chumbo de caça frê
quentes pequenas duras esféricas pretas ironsto
ne; pH 6,5.

Análises Físicas e Químicas

Relação Textural: 3,46 (+) Rocha									
Amostra de LAB. Nº	Horizonte		Amostra seca ao ar %		pH		Equiva lente de umi dado %	CaCO ₃ Equiva lente %	Condutivi dade mili-mhos cm a 25°C
	Simbo lo	Profun didade cm	Calhaus >20 mm	Casca-lho 20-2mm	Água	KCl			
3867	A1	0 - 10	0	14	6,6	5,9	5	x	0,1
3868	A2	- 28	0	18	6,5	5,9	6	x	0,1
3869	A3	- 55	0	7	6,9	6,5	11	x	0,2
3870	IIB21tcn	- 85	0	53	5,9	5,4	16	=	0,1
3871	IIB22tcn	-200	0	51	5,9	5,5	18	x	0,1
-	R	-	-	-	-	-	-	(+)90,4	-
Ataque Por H ₂ SO ₄ D= 1,47 (%)					Ki	Kr	Al ₂ O ₃	P.	
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅			Fe ₂ O ₃	ppm	
3,1	2,7	2,3	0,18	0,03	2,00	1,30	1,86	5	
4,9	4,2	1,9	0,29	0,03	2,00	1,55	3,42	3	
12,8	10,0	5,6	0,51	0,08	2,17	1,60	2,80	18	
26,3	21,2	5,1	0,70	0,03	2,11	1,83	6,50	<1	
29,5	23,6	6,6	0,71	0,04	2,13	1,81	5,63	1	
(+)1,42	(+)0,46	(+)0,40	-	-	(+)5,23	(+)3,39	(+)1,80	-	
Complexo Sortivo (mE/100g)							V %	100xAl	
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T	Al + S	
2,0	0,4	0,33	0,07	2,8	0	0,8	3,6	78	0
2,1	0,3	0,14	0,04	2,6	0	0,8	3,4	76	0
6,1	1,7	0,52	0,35	8,7	0	0,7	9,4	93	0
3,2	1,4	0,22	0,23	5,1	0	1,0	6,1	84	0
3,4	1,5	0,14	0,13	5,2	0	1,0	6,2	84	0
C %	N %	C/N	Composição Granulométrica Dispersão com calgom. %				Argila disper sa em água %	Grau de Flocu-laço.	Silte argila
			Areia grossa 2-0,20	Areia fina 0,2-0,05	silte 0,05-0,002	argi-la <0,002 mm		%	
0,63	0,06	11	70	20	4	6	5	17	0,67
0,42	0,04	11	63	22	5	10	9	10	0,50
0,50	0,05	11	49	17	7	27	18	33	0,26
0,31	0,04	8	25	13	15	47	26	45	0,32
0,22	0,03	7	20	12	16	52	2	96	0,31

Análise Mineralógica -

- A₁ 3867 - Areias - 92% de quartzo hialino arestas mais ou menos desgastadas com aderência ferrugínosa e esparsa (hematítica) goetíticas e limoníticas com inclusão de quartzo; 2% de ilmenita; traços de: concreções argilo-humosas, turmalina, feldspato calco-sódico (?), intemperizado e detritos: sementes.
- A₂ 3868 - Areias - 95% de quartzo hialino, arestas semidesgastadas, algumas desarestadas, apresentando em geral aderência ferrugínosa em parte magnetítica; 4% de concreções ferrugínosas, goetíticas, e limoníticas com inclusões de quartzo; 1% de ilmenita; traços de: silimanita e detritos: fragmentos de raízes, sementes e carvão.
- A₃ 3869 - Areias - 93% de quartzo hialino, arestas semidesgastadas com aderência ferrugínosa; 6% de concreções ferrugínosas, goetíticas e limoníticas com inclusão de quartzo; 1% de ilmenita; traços de: feldspato calco-sódico e detritos: carvão, fragmentos de raiz, sementes.
Obs: a % de detritos nesta amostra é bem maior que nos dois horizontes anteriores.
- IIB_{21tcn} 3870 - Areias - 70% de quartzo hialino (maior parte) de arestas semidesgastadas; quartzo vítreo e sacaroidal em menor proporção, sendo alguns mais ou menos arredondados. No total, apenas alguns apresentam leve aderência argilosa de cor amarela, dureza baixa, com inclusões de quartzo hialino e brilhante, 5% de concreções ferrugínosas vermelhas de dureza média e goetíticas marron avermelhados duros, ambos com inclusões de quartzo hialino e brilhante; 1% de ilmenita; traços de detritos: fragmentos de raiz, de semente e carvão; turmalina; hornblenda e feldspato intemperizado.
- IIB_{22tcn} 3871 - Areias - 65% de quartzo vítreo (maior parte) e hialino, arestas semidesgastadas, alguns fragmentos arredondados; 35% de concreções argilosas; traços de: feldspato intemperizado, grãos arredondados, detritos orgânicos: fragmentos de raiz; ilmenita; concreções goetíticas.

Análise Termodiferencial -

Picos:

Pico endotérmico longo e agudo a 140° C

Pico endotérmico longo e agudo a 600° C

Pico exotérmico médio e agudo a 940° C

A argila é do grupo caulinita, tipo haloisita em todos os horizontes.

O perfil está próximo a uma pequena lagoa temporária que permanece com água, cerca de cinco meses no ano, favorecendo a saturação do solo com água neste período.

A área do perfil parece ser transição entre o arenito e o calcário Jandaíra ou/e transição entre o Cretácio e o Terciário, ou mesmo o Holoceno.

Do lado oposto da lagoa, cerca de cem metros do perfil, encontra-se uma cacimba, onde o contato lítico está aproximadamente a três metros de profundidade, local onde se coletou rocha que se supõe representar as subjacentes do perfil.

O perfil sugere representar uma evolução sob influência de saturação com água, a partir dos solos pré-existentes, conforme as observações feitas na Chapada.

As concreções no subhorizonte IIB_{21tcn}, "ironstone", "muito frequente", constitui acima de 40% do volume do subhorizonte e são pequenas (menor de que um centímetro de diâmetro) e grandes (maior de um centímetro de diâmetro), são duras de forma esférica, irregular, angular e de cor amarelo-brunado na superfície, vermelho e Bruno na camada imediatamente inferior, tende para negro no centro, onde estão as concreções chumbo de caça (1-2 centímetros de diâmetro), ou onde parecem estar se formando e são ferruginosas.

Nas concreções grandes, existem várias concreções chumbo de caça incluídas na massa das mesmas.

As concreções do IIB_{22tcn}, são iguais às citadas no IIB_{21tcn}, e o material branco deste subhorizonte não apresenta efervescência com HCl.

Nos últimos dez centímetros deste subhorizonte, as concreções são menos duras e às vezes macias, apresentando maior difusão no fundo amarelo-brunado.

Pela descrição dos dois subhorizontes, é evidente tratar-se de plinthite.

Em relação ao óxido de ferro dos subhorizontes argílicos, constata-se um teor muito baixo em relação aos demais perfis deste trabalho, o que é atribuído à concentração deste

óxido nas concreções descritas na morfologia do perfil, que compõem fundamentalmente a fração cascalho aqui determinada, onde existe concentração elevada de óxido, principalmente de ferro, conforme inferência do estudo morfológico, ficando em prejuízo do seu conteúdo na fração terra fina seca ao ar.

O exposto é corroborado pelas concreções argilosas amarelas e concreções ferruginosas vermelhas, descritas na análise mineralógica.

Os componentes mineralógicos deste perfil, apresentam incompatibilidade com a análise da rocha, tendo em vista o teor elevado de quartzo na fração areia grossa e fina, principalmente no horizonte A. Os grãos apresentam-se desarestados ou/e semi-desarestados, sugerindo movimento deste mineral para o local do perfil.

O feldspato existente em traços, poderá ter origem secundária, principalmente o existente no IIB_{22tcn}. Contudo, dado a intensidade da meteorização do perfil e considerando a fácil meteorização do feldspato, depreende-se a não existência deste mineral no material originário, assim sua presença poderá ser explicada pela sua distribuição após um estágio avançado de meteorização do solo, oriundo de outro material estranho ao calcário.

Por outro lado, outros solos da Chapada que derivam de calcário, não têm no perfil o horizonte A arenoso, exceto nas áreas de transição entre as formações geológicas citadas acima. Assim os minerais deste perfil, alheios à rocha subjacente influenciaram na formação do solo principalmente na parte superficial, onde a fração areia apresenta quartzo em grande quantidade.

Constata-se ainda que a textura do horizonte B e a composição mineralógica relacionam-se com o material residual da rocha que contribuiu predominantemente para a formação do solo, embora se encontre neste horizonte traços de feldspato e hornblenda atribuindo-se a inclusão desses minerais neste horizonte subjacente, ao processo de formação do solo

que de algum modo possibilitou a inclusão destes minerais no horizonte.

Sugere-se pelo exposto, uma descontinuidade litológica no perfil, conforme demonstram os estudos morfológicos, físicos e mineralógicos.

É evidente ainda, a quasi total ausência de minerais primários que constituam fonte de nutrientes às plantas.

Quanto à análise termodiferencial, encontrou-se argila do grupo caulinita tipo haloisita compatível a materiais derivados de calcário.

A formula aqui seria $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ e difere da caulinita pela estrutura, apresentando-se em forma tubular com K_i variando de 1,88 a 2,33 conforme VISCONTI (105) e a CTC está entre 5-10 mE/100g de argila, conforme GRIM (43).

Os picos foram característicos, com um endotérmico e outro exotérmico peculiar a esta argila onde o pico inicial ocorre sempre em temperaturas baixas.

Classificação e Correlação -

De acordo com a 7^a Aproximação (89,90), o horizonte diagnóstico superficial é o epidedon ochrico (A fraco).

O horizonte diagnóstico subsuperficial é o argílico (B textural), com mais de 3% de argila que o seu suprajacente, tem espessura requerida e com cerosidade nas unidades estruturais superior a 10% nas seções transversais e relação textural dos horizontes B/A superior a 3,46.

O perfil representa um subgrupo MOLLIC OXIC PLINTHIC PALEARGID, sendo referido no adendo da 7^a Aproximação (90) ao subgrupo MOLLIC PALEARGID, ficando intermediário para a ordem OXISOL por ter argila de atividade baixa, daí colocar-se esta característica sob forma adjetivada para indicá-la no grande grupo definido, acrescido da característica PLINTHIC que não é intermediário para nenhuma classe conhecida do solo.

O perfil foi enquadrado a solo usualmente seco, com mais de seis meses sem umedecimento, com cinco meses umedecido e sete meses seco, conforme a distribuição pluviométrica apresentada e a efemeridade do alagado próximo ao perfil.

No entanto, se não foi considerado o solo usualmente seco, sendo acima de seis meses umedecido haveria mudança de ordem, ficando como ABRUPTIC OXIC PLINTUSTALF, cuja exigência para definição do grande grupo, entre outras, seria ter mais da metade de plinthic, o que se verifica no perfil e m causa.

Conforme DUDAL (31) (adendo de setembro de 1970 do mesmo trabalho), este perfil está classificado como XEROSOLS por apresentar entre outras, a característica de ser saturada com água em algum período do ano, sem no entanto, indicar se o solo é usualmente úmido ou usualmente seco e o correlaciona com os PLINTHUSTALFS que conforme a definição, terá acima de seis meses de umedecimento. Neste caso verifica-se correlação com as Lateritic Podzolic Soils da Austrália, parte das Greunwaterlaterites de Gana e parte dos Gray Podzolic Soils

da Tailândia, Camboja e Vietnam.

Entretanto, caso o perfil em causa seja classifica
do como MOLLIC OXIC PLINTHIC PALEARGID, a correlação existen
te será com os LUVIC XEROSOLS no esquema apresentado por DU
DAL (31), posto que os XEROSOLS deste esquema correspondem
aos MOLLIC ARIDISOLS DA 7^a Aproximação (89, 90).

Em relação à classificação do DPP/MA, ficará como
LATERITA HIDROMÓRFICA (com B textural) Eutrófica argila de a
tividade baixa, abruptica, A fraco textura arenosa argila cas
calhenta, fase caatinga hiperxerófila, relevo plano.

4.2. Perfil Número 2

Descrição

Município - Quixerê

Localização - Estrada Vieira - Baraúna, a 3 quilômetros do Olho D'Água do Vieira.

Situação e Declividade - Lado direito da estrada com 1% de declividade.

Formação Geológica e Material Originário - Cretácio, calcário - Relevo Local - Plano. Regional - Plano.

Altitude, Drenagem e Erosão - 150 metros, Sem drenado. Laminar ligeira.

Vegetação Local - Imburana, pau-branco, marmeleiro, mofumbo, catíngueira e sabiá.

Vegetação Regional - Caatinga arborea-arbustiva com vegetação local e mais macambira.

Uso Atual - Milho, algodão e feijão.

A₁ 0 - 6cm; bruno escuro (7,5 YR 3/2 úmido) bruno escuro (10 YR 4/4 úmido amassado) bruno escuro (7,5 YR 4/4 seco) bruno amarelado escuro (10 YR 4/4 seco triturado); argila; moderada pequena blocos subangulares; poros comuns muito pequenos; duro friável muito plástico muito pegajoso; concreções chumbo de caça frequentes pequenas duras esféricas pretas e ironstone; transição plana e clara; pH 7,0.

B₁ 6 - 16 cm; vermelho amarelado (5 YR 4/6 úmido) bruno forte (7,5 YR 5/6 úmido amassado) bruno forte (7,5 YR 5/6 seco) bruno amarelado (10 YR 5/6 seco triturado); argila; moderada pequena blocos subangulares; poros comuns muito pequenos e pequenos; ligeiramente duro friável muito plástico muito pegajoso; concreções chumbo de caça frequentes pequenas duras esféricas pretas ironstone; transição plana e clara; pH 6,0.

B₂₁ 16 - 37 cm; bruno escuro (7,5 YR 4/4 úmido) argila; moderada e fraca muito pequena e pequena blocos subangulares; poros comuns muito pequenos e médio; ligeiramente duro friável muito plástico e muito pegajoso; concreções chumbo de caça frequentes pequenas duras esféricas pretas e ironstone; transição plana e gradual; pH 6,0.

B₂₂ 37 - 57 cm; bruno forte (7,5 YR 5/6 úmido); argila; moderada muito pequena e pequena blocos subangulares; poros comuns pequenos; duro friável muito plástico e muito pegajos; concreções

chumbo de caça frequentes pequenas duras esféricas pretas e ironstone; transição plana gradual; pH 7,5.

- B₃ 57 - 88 cm; bruno forte (7,5 YR 5/6 úmido); argila; moderada pequena blocos subangulares; poros comuns muito pequenos, pequenos e médios; duro friável muito plástico muito pegajoso; concreções chumbo de caça frequentes pequenas duras esféricas pretas e ironstone; transição ondulada e clara (23 - 35 cm); pH 7,5.
- C 88 - 185 cm; composta branca (10 YR 8/2) úmido bruno amarelado (10 YR 5/6 úmido) franco silteoso; pH 8,0
- R 185 cm +.

Análises Físicas e Químicas

Relação Textural: 1,23 (+) Rocha										
Amostra de LAB. Nº	Horizonte		Amostra seca ao ar (%)		pH		Equiva lente de umi dade.	CaCO ₃ Equiva lente	Conduti vidade mili mhos/cm a 25°C	
	Símbo lo	Profun didade cm	Calhaus >20 mm	Cascalho 20 - 2mm	Água	KCl	%	%		
3872	A 1	0- 6	0	10	7,9	7,4	23	15	x	
3873	B 1	- 16	0	8	8,1	7,4	23	13	x	
3874	B 21	- 37	0	7	8,2	7,5	23	18	x	
3875	B 22	- 57	0	9	8,2	7,5	23	21	x	
3876	B 3	- 88	0	21	8,2	7,1	21	30	x	
3877	C	- 185	0	6	8,2	7,7	18	81	x	
-	R	+ 185	-	-	-	-	-	(+)96,8	-	
Ataque Por H ₂ SO ₄ D= 1,47 (%)						Ki	Kr	Al ₂ O ₃	P	
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅				Fe ₂ O ₃	ppm	
20,5	14,7	13,4	0,62	0,13		2,38	1,50	1,71	<1	
23,6	16,2	12,2	0,69	0,12		2,47	1,67	2,09	<1	
22,6	15,9	10,8	0,66	0,11		2,42	1,68	2,29	<1	
21,5	14,4	10,1	0,62	0,09		2,54	1,75	2,24	<1	
18,6	11,9	8,5	0,50	0,07		2,65	1,82	2,21	<1	
5,3	3,0	1,3	0,15	0,03		3,03	2,38	3,63	<1	
(+)0,14	(+)0,15	(+)0,1	-	-		(+)1,53	(+)1,10	(+)2,60	-	
Complexo Sortivo mL/100 g								V %	100.Al	
Ca ++	Mg ++	K ⁺	Na ⁺	S	Al +++	H ⁺	T		Al + S	
15,9	2,7	0,69	0,20	19,5	0	0	19,5	100	0	
18,9	1,3	0,41	0,14	20,8	0	0	20,8	100	0	
19,1	1,4	0,10	0,15	20,8	0	0	20,8	100	0	
18,5	1,2	0,04	0,15	19,9	0	0	19,9	100	0	
15,8	1,0	0,03	0,18	17,0	0	0	17,0	100	0	
7,3	0,4	0,05	0,18	7,9	0	0	7,9	100	0	
C %	N %	C/N	Composição Granulométrica Dis persão com calgom.				Argila disper sa em água (%)	Grau de Flocu- lação. %	Silte argila	
			Arcia grossa 2-0,20	Arcia fina 0,2-0,05	silte 0,05-0,002	argila <0,002 mm				
1,76	0,19	9	26	11	25	38	32	16	0,66	
1,08	0,12	9	21	10	21	48	38	21	0,44	
0,68	0,09	8	18	9	23	50	39	22	0,46	
0,58	0,07	8	16	9	26	49	41	16	0,53	
0,42	0,05	8	16	9	33	42	31	7	0,79	
0,21	0,03	7	6	8	73	13	13	0	5,62	

Análise Mineralógica

A₁

3872 - Areia Grossa - 53% de concreções goetíticas; 18,8% de concreções hematíticas; 2% de concreções limoníticas; 11% de fragmentos calcários arredondados; 5,2% de carapaças calcárias; 8,5% de quartzo vítreo desarestado, alguns rolados, com aderência ferruginosa; 1% de concreções magnetíticas; traços de: ilmenita.

3872 - Areia Fina - (menos que 65 mesh)-65% de quartzo hialino e vítreo desarestado, alguns rolados; 21% de concreções ferruginosas (magnetíticas, goetíticas e argilosa); 11% de fragmentos de raiz; 1% de ilmenita; traços de titanita.

B₁

3873 - Areia Grossa - 52% de concreções goetíticas, algumas com inclusões de quartzo; 18% de concreções ferruginosas (hematíticas); 20% de quartzo hialino e vítreo desarestados e rolados; 5% de fragmentos calcários arredondados; 2% de carapaças calcárias; 1% de detritos, sementes e raízes, 2% de concreções magnetíticas; traços de: feldspato intemperizado.

CBS: Observa-se nos fragmentos e conchas calcárias e também em alguns grãos de quartzo, aderências que podem ser de manganês ou ferro, não sendo possível a sua determinação.

3873 - Areia Fina - (menos que 65 mesh) - 77% de quartzo: 17% de concreções ferruginosas limoníticas e goetíticas; 6% de fragmentos calcários; traços de: concreções magnetíticas; detritos: sementes, fragmentos de raízes, conchas calcárias; ilmenita e turmalina.

B₂₁

3874 - Areia Grossa - 51% de concreções goetíticas; 15% de concreções hematíticas; 28% de quartzo vítreo (maior parte) e hialino, semidesarestados, alguns bem desarestados e outros rolados; 6% de fragmentos calcários arredondados e carapaças calcárias; traços de detritos; fragmentos de raiz e casca de sementes.

3874 - Areia Fina - (menos que 65 mesh)- 68% de quartzo hialino desarestado, alguns rolados; 19% de concreções goetíticas; 13% de fragmentos calcários arredondados e conchas calcárias; traços de: ilmenita; turmalina e detritos: fragmentos de raiz e cascas de sementes.

B₂₂

3875 - Areia Grossa - 53% de concreções goetíticas (maior %), hematíticas e magnetíticas (menor %); 32% de quartzo vítreo e hialino desarestado na maior parte, alguns rolados, outros bem arestados.

tados; 15% de fragmentos calcários arredondados e carapaças calcárias; traços de: turmalina e detritos: fragmentos de raiz.

3875 - Areia Fina - (menor que 65 mesh) - 68% de quartzo hialino, semidesareestado; 18% de concreções hematíticas, goetíticas e magnetíticas (menor proporção); 14% de fragmentos calcários arredondados e carapaças calcárias; traços de ilmenita e detritos: fragmentos de raiz e sementes.

B₃

3876 - Areia Grossa - 52% de concreções goetíticas (maior proporção), hematíticas, magnetíticas (menor proporção); 32% de quartzo hialino semidesareestado a desareestado, alguns bem arredondados outros ainda apresentando arestas pronunciadas; 16% de fragmentos calcários arredondados e carapaças calcárias.

3876 - Areia Fina - (menor que 65 mesh) 42% de quartzo hialino semidesareestado, alguns bem arredondados; 42% de fragmentos de calcário e carapaças calcárias; 16% de concreções goetíticas e ferruginosas; traços de: ilmenita e turmalina.

C

3877 - Areias - Grossa e Fina - 96% de fragmentos calcários arredondados e alongados; 1% de quartzo hialino semidesareestado em geral e alguns bem arredondados; 3% de concreções goetíticas e hematíticas; traços de: carapaças calcárias e detritos: sementes.

OBS: Estas carapaças calcárias englobam também restos de fósseis encontrados em todas as amostras deste perfil.

Análise Termodiferencial -

Encontram-se no A₁ ilita e hectorita com os seguintes picos:

Pico endotérmico médio a 120° C

Pico endotérmico pequeno a 595° C

Pico endotérmico pequeno a 780° C

Pico endotérmico muito longo a 980° C

Os horizontes subsequentes contêm argila beidellita com os seguintes picos:

Pico endotérmico longo a 140° C

Pico endotérmico muito pequeno a 370° C

Pico endotérmico longo a 590° C

Pico endotérmico médio a 870° C

Pico endotérmico pequeno abaulado a 925° C

Na área do perfil existe grande quantidade de concreções chumbo de caça (1 - 2 cm de diâmetro) na superfície do solo, apresentando-se áreas escuras e amarelas que se alternam em função da presença dessas concreções.

A pouca distância do perfil, encontram-se afloramentos de calcário com meteorização superficial deixando pequenas cavidades e com bordos cortantes (bichigoso).

Parece, conforme se observa, que o lençol freático nesta área é elevado, pelo menos num período considerável do ano permitindo a formação de um solo atual.

Na transição do subhorizonte B_3 para o C existe uma linha de cascalho e calhaus de calcário, resultado da fragmentação da rocha.

Desde a superfície até ao B_3 existem grandes quantidades de conchas arredondadas e pequenas.

Este subhorizonte apesar de ter poros comuns, são em menores quantidades que nos demais subhorizontes.

Após a abertura da trincheira, as faces destas, apresentam-se esbranquiçadas devido a grande quantidade de conchas quebradas pelas ferramentas de abertura.

Os carbonatos aumentam em profundidade de maneira progressiva, exceto no A_1 que deveria ter menor percentual que todos os subhorizontes, no entanto apresenta-se mais elevado que os do B_1 devido à atividade biológica na superfície.

Quanto à soma dos óxidos determinados pelo ataque sulfúrico, deveria corresponder aproximadamente à fração argila da análise mecânica; no entanto, nos dois primeiros horizontes, esta determinação ultrapassa consideravelmente a argila determinada, podendo-se atribuir a discrepância, a não dispersão em parte da argila que fica assim computada nas outras frações maiores, ou o ataque sulfúrico ao silte ou/e a outras frações secundárias atacáveis existentes no solo.

Entre os componentes mineralógicos, encontra-se fragmento de calcário arredondado e com presença de carapaças calcárias atuais e subatuais, expressivas em toda a composição

do perfil.

Em relação ao quartzo, e a grande pureza do calcário que se presume originar o solo, deva-se levar em consideração, a afirmação de BEURLÉN (11) e a contestação de AB'SABER (2) retrocitadas, que a área foi recoberta pelo Terciário e depois exumada, deixando areias que foram incorporadas ao solo pelo processo de formação, enquanto que o segundo autor contesta esta afirmação.

Por outro lado, SMITHSON (86) em estudo circunstaciado, comprova a existência de quartzo desarestado ou semidesarestado em vários solos derivados de calcários, e que uns foram inclusos no calcário no seu processo de formação constituindo impurezas e depois cedidas ao solo, outros porém, são secundários criptocristalinos inerentes à formação do calcário e identificáveis por microscopia.

No caso em estudo e corroborando o exposto, coloquei mais ou menos cinquenta gramas de calcário de cada um dos perfils números 1, 2, e 4, em HCl diluído, e após oito dias levei ao microscópio, verificando como resíduo quartzo vítreo do tamanhu aproximado da fração areia e arestado. No entanto, as areias identificadas no estudo mineralógico, são na maioria semidesarestados, algumas bem desarestadas e outras roladas, indicando atrito, sugerindo movimento, e raros arestados neste perfil.

Se nos reportarmos à pureza do calcário 96,8% de carbonatos, ficando 3,2% de resíduo que constitui o solo e o perfil atual em torno de 150 centímetros de profundidade, infere-se que para constituir este perfil, dissolveu-se algumas dezenas de metros de calcário para o que, esse resíduo no processo de formação, passou por intensa movimentação "in loco" permitindo o desgaste das areias, bem como o pH alcalino que pode favorecer o desarestamento dos grãos.

Essa evidência é constatada no horizonte C, onde o quartzo pouco movimentado no seu processo de formação, se apresenta semidesarestado em geral, constituindo ainda uma minoria arredondada, num horizonte onde a possibilidade de adição d e

material alheio ao calcário é remota neste estágio de meteorização.

Resumindo, infere-se a impossibilidade de se comprovar adição de material Terciário como alude BEURLÉN, pelo menos neste perfil e que as areias presentes parecem confirmar a identificação de SMITHSON, as quais foram inclusas no calcário no seu processo de formação e depois cedidas ao solo e outras são secundárias inerentes à formação do calcário.

Na análise mineralógica deste perfil, bem como nas demais deste estudo evidenciam que quanto mais meteorizado o solo, maior o percentual de goetita, hematita, quartzo e outros minerais.

Estes minerais existem a percentuais muito baixos na rocha, podendo-se inferir que quanto maior o percentual destes minerais no solo, maior terá sido o volume de calcário dissolvido.

Os que aparecem com percentuais baixos ou traços no solo, como magnetita, ilmenita e turmalina, é evidente que os horizontes em estágios de meteorização pequena, como é o caso do horizonte C deste perfil, não aparecerão estes minerais, os quais poderão constar na massa do solo quando o estágio de meteorização do mesmo estiver pelo menos igual aos seus horizontes suprajacentes, devido a inclusão de mais calcário meteorizado, podendo acumular estes resíduos.

Portanto, o registro de descontinuidade no perfil, (II C) neste horizonte, não nos parece necessário, a não ser que os materiais de origem, inclusive do horizonte C, sejam estranhos à sequência litológica local, o que não nos parece possível.

Constata-se pelo exposto, que inexiste incompatibilidade entre o solo e o material originário e que o perfil apresenta reserva de nutrientes para as plantas.

Outra evidência genética deste perfil, é a impossibilidade de formação generalizada de horizonte ca na Chapada do Apodi (lado Ceará), tendo em vista que o processo de dissolução destes calcários duros, ocorre pela dissolução lenta d o s

carbonatos, os quais são levados em solução para as fissuras, diaclases ou cavernas existentes na Chapada.

A área é muito diaclasada e o material solubilizado na superfície da rocha ou em profundidade no perfil é lixiviado, sem possibilitar a formação de horizontes de acumulação de carbonatos.

Por outro lado este solo de formação atual, recebe uma precipitação intensa num período curto, suficiente para dissolver o calcário e posteriormente arrastá-lo em solução para maiores profundidades do lençol freático, impedindo a formação do ca.

Esta evidência é constatada pela progressiva descarbonatação no perfil em profundidade, que aliás no caso pode receber adição lateral de água.

Em conclusão, a alta pureza do calcário, as diaclases fendas e cavernas e a porosidade do solo impedem a formação do horizonte ca e se existir, constitui fenômeno localizado, sem generalização na área.

Em relação à argila, a illita é representativa no grupo hidromica, caracterizada pela substituição irregular de Si^{++++} pelo Al^{+++} , onde os íons potássicos são introduzidos; quando em quantidade menor a hidratação aumenta, obtendo-se minerais de composição variável, oscilando entre mica e muscovita anidra e a montmorilonita hidratada sem elos potássicos.

A C.T.C. varia de 10-40 mE/100g de argila, ela é tanto menor quanto maior a quantidade de potássio na argila impedindo a expansão.

A hectorita encontrada na Califórnia em Hector é uma saponita incluída no grupo montmorilonita e possui na sua estrutura lítio e fluor. Ela é magnesiânica e este (Mg) é substituído por lítio, o qual é responsável pela não degradação da argila.

A beidelita presente nos demais horizontes é a representante mais aluminosa do grupo montmorilonita, porque neste mineral parte apreciável do silício em posição tetraedral está substituída por alumínio, de acordo com VISCONTI(105).

Classificação e Correlação

O horizonte diagnóstico superficial é o epipedon ochríco (A moderado), seguindo-se horizonte diagnóstico subsuperficial câmbico (B incipiente).

As temperaturas apresentam amplitude de verão e inverno menor que 5° C e com médias anuais acima de 26° C, considerando-se o solo como isohyperthermic.

É classificado como Aridisol, adendo da sétima aproximação (90), enquadrando-se no subgrupo MOLLIC CAMBORTHID.

Conforme DUDAL (31) (adendo de setembro de 1970), será HAPLIC XEROSOL, podendo no entanto, ser melhor qualificado como CALCARIC HAPLIC XEROSOL, os quais estão correlacionados com parte dos SOILS BRUNS ISOHUMIQUES, parte dos SIEROZENS e parte dos SOILS BRUNS SUBÁRIDES da classificação francesa bem como os SEMIDESERT SOILS E SIEROZENS da (URSS).

Em relação à classificação da DPP/MA- ficará como CAMBISOL EUTRÓFICO, argila de atividade alta, A moderado, textura argilosa, fase caatinga hiperxerófila, relevo plano.

4.3. Perfil Número 3

	Descrição
Município -	Limoeiro
Localização -	Estrada Taboleiro do Norte - Mossoró, a 9 km. da borda da Chapada à margem esquerda da estrada, cerca de três metros desta.
Situação e Declividade -	Trincheira aberta em caatinga arbo-rea-arbustiva, com menos de 1% de declividade.
Formação Geológica e Material Originário -	Cretácio, calcário
Relevo local -	Plano. Regional-Plano.
Altitude Drenagem e Erosão -	160 metros. Bem drenado. Laminar ligeira.
Vegetação Local -	Aroeira, jurema, marmeleiro, mofumbo, pau branco, frei jorge.
Vegetação Regional -	As mesmas espécies que constituem a vegetação local e mais macambira.
Uso Atual -	Milho, feijão e algodão.
A ₁	0 - 8cm; bruno avermelhado escuro (5 YR 3/4 úmido amassado) bruno avermelhado (5 YR 4/4 seco) bruno forte (7,5 YR 5/6 seco triturado); franco argiloso; fraca pequena granular e fraca muito pequena e média blocos subangulares; ligeiramente duro friável muito plástico e muito pegajoso; transição plana e clara; pH 6,5.
B ₁	8 - 30cm; vermelho amarelado (5 YR 4/6 úmido amassado) vermelho amarelado (5 YR 4/6 seco) bruno (7,5 YR 5/4 seco pulverizado); argila; fraca muito pequena blocos subangulares; muitos poros pequenos e médios; ligeiramente duro muito plástico e muito pegajoso; transição plana e gradual; pH 6,5.
B ₂₂	30 - 70cm; vermelho amarelado (4 YR 4/6 úmido e úmido amassado) vermelho amarelado (4 YR 5/6 seco) bruno forte (6,5 YR 5/6 seco pulverizado); argila; fraca muito pequena blocos subangulares; poros comuns muito pequenos e pequenos; cerosidade fraca e pouca; duro friável muito plástico e muito pegajoso; transição plana e gradual; pH 6,5.
B ₂₃	70 - 110cm; vermelho amarelado (5 YR 4/8 úmido e úmido amassado) vermelho amarelado (5 YR 5/8 seco) bruno forte (6,5 YR 5/6 seco pulverizado); argila; fraca moderada muito pequena blocos subangulares; muitos poros muito pequenos; cerosidade fraca e pouca; duro friável muito plástico e muito pegajoso; transição ondulado (40-60 cm) e clara; pH 6,0.

B₃t

110 - 220cm; vermelho amarelado (4 YR 4/6 úmido e úmido amassado) vermelho amarelado (4 YR5/6 seco) vermelho amarelado (6 YR 5/6 seco pulverizado); argila; moderada pequena blocos subangulares; poros comuns muito pequenos; cerosidade moderada e pouca; duro friável muito plástico e muito pegajoso; pH 6,0.

m

OBS: As concreções chumbo de caça são as mesmas descritas no perfil número 2.

Análises Físicas e Químicas

Relação Textural: 1,40 (+) Rocha										
Amostra de LAB. Nº	Horizonte		Amostra seca ao ar (%)		pH		Equiva lente de uni dade. %	CaCO ₃ Equiva lente (%)	Condutivida- de milimhos/ om a 25° C	
	Símbo lo	Profun didade em	Calhaus >20mm	Cascalho 20 - 2mm	Água	KCl				
3892	A1	0- 8	0	9	6,8	6,1	23	x	0,1	
3893	B1	- 30	0	6	7,0	6,1	22	x	0,1	
3894	B 22	- 70	0	5	6,7	5,9	23	x	x	
3895	B 23	- 110	0	10	6,5	5,8	23	x	x	
3896	B 3t	- 220	0	10	6,2	5,7	22	(+)67,2	x	
-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ataque Por H ₂ SO ₄ D= 1,47 (%)						Ki	Kr	Al ₂ O ₃	P.	
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅				Fe ₂ O ₃	ppm	
28,5	23,6	16,8	0,95	0,07	2,06		1,41	2,20	2	
32,4	26,6	15,5	1,03	0,05	2,07		1,51	2,69	1	
28,0	28,5	14,5	0,95	0,04	1,67		1,26	3,09	< 1	
28,0	29,2	14,1	0,94	0,04	1,63		1,25	3,25	< 1	
34,4	29,7	14,1	0,97	0,04	1,97		1,51	3,31	1	
(+)1,14	(+)0,51	(+)1,2	-	-	3,80		(+)1,52	(+)0,67	-	
Complexo Sortivo (mE/100 g)								V %	100 x Al Al + S	
Ca ++	Mg ++	K +	Na +	S	Al +++	H +	T			
7,8	2,2	0,54	0,10	10,6	0	1,0	11,6	91	0	
5,5	1,4	0,23	0,04	7,2	0	0,0	7,2	100	0	
4,3	1,2	0,08	0,04	5,6	0	1,0	6,6	85	0	
2,6	1,6	0,04	0,06	4,3	0	1,0	5,3	81	0	
2,4	1,4	0,05	0,05	3,9	0	0,8	4,7	83	0	
C %	H %	C N	Composição Granulométrica (%) Dispersão com oalgon				Argila disper sa em água (%)	Grau de Floccula ção. %	Silte argila	
			Areia grossa 2 - 0,2	Areia fi na 0,2-0,05	silto 0,05	argila <0,002 mm				
1,56	0,17	9	29	11	21	39	24	38	0,54	
0,72	0,08	9	18	7	17	58	29	50	0,29	
0,51	0,06	9	16	6	18	60	12	80	0,30	
0,28	0,04	7	17	6	18	59	0	100	0,31	
0,26	0,04	7	14	7	27	52	0	100	0,52	

Análise Mineralógica -

- A₁ 3892 - Areias - 5% de quartzo semidesareestado ; 95% de concreções ferruginosas, argilo-ferruginosas e argilosas, com predomínio das concreções ferruginosas sobre as demais e predomínio das argilo-ferruginosas sobre as argilas; traços de: concreções argilo-humosas, concreções magnetíticas, detritos: raízes, sementes e carapaça calcária (uma). Cascalho - predomínio de concreções hematíticas e limoníticas; concreções argilosas; concreções magnetíticas; grãos de quartzo semidesareados; fragmentos de carapaças calcárias; detritos: raízes; concreções argilo-humosas.
- B₁ 3893 - Areias - a mesma composição da amostra 3892, não ocorrendo carapaças calcárias. Cascalho - a mesma composição da amostra 3892, não ocorrendo carapaças calcárias.
- B₂₂ Areias - predomínio de concreções ferruginosas sobre as argilo-ferruginosas e estas sobre argilosas, perfazendo as três, um total de 70%; 30% de quartzo desareestado (rolado) ou semidesareestado; traços de: concreções magnetíticas e detritos: raízes, etc. Cascalho - a mesma composição da amostra 3893.
- B₂₃ 3895 - Areias - a mesma composição da amostra n. 3894 ocorrendo traços de ilmenita. Cascalho - predomínio de concreções hematíticas e limoníticas; concreções argilosas; concreções mangano-ferruginosas; quartzo rolado e semidesareestado; concreções magnetíticas e detritos: raízes.
- B_{3t} 3896 - Areias - 95% de concreções argilosas, argilo-ferruginosas e ferruginosas com predomínio das argilosas e argilo-ferruginosas sobre as últimas; 5% de quartzo rolado e semidesareestado; traços de: concreções mangano-ferruginosas, com concreções magnetíticas e detritos: raízes etc. Cascalho - predomínio de concreções argilosas, com inclusões de quartzo rolado; concreções limoníticas e hematíticas; quartzo rolado (dois grãos) e semidesareestado (um grão); concreções mangano-ferruginosas; concreções magnetíticas; concreções argilo-humosas.

Análise Termodiferencial -

As argilas determinadas são do grupo caulinita, identificadas como haloisita, com picos iguais ao do perfil número 1.

O perfil situa-se a nove quilômetros da borda da Chapada e neste espaço existem solos em vários estágios de meteorização: rasos, profundos, concrecionários, vermelhos, amarelos, com argila de atividade alta ou baixa, até bancadas lateríticas ou/e concrecionárias e sempre saturados de cátions, principalmente bivalentes.

O calcário impuro das camadas inferiores, que origina esses solos, afloram em alguns pontos, podendo-se atribuir a cor vermelha destes solos à relativa elevação do teor de ferro existente nestes calcários, bem como à drenagem rápida das águas pluviais pelas fendas, diaclases, fissuras mais pronunciadas favorecendo a formação do óxido de ferro desidratado ou/e parcialmente hidratado.

De leste para oeste o solo vai aumentando de profundidade alcançando o máximo neste perfil.

De 2,20 a 3,20 metros de profundidade, fez-se sondagem, aparecendo a partir de 2,80 metros, horizontes de cor amarela, argiloso e com concreções maiores (0,5 - 2,0 centímetros de diâmetro) e são amarelas por fora e pretas no interior. A presença das cores amarelas a esta profundidade, pode ser decorrente da permanência de água por mais tempo nessa zona.

O B₃t apresenta uma espécie de pó fino, vermelho entre os blocos subangulares.

As concreções chumbo de caça são menores (em torno de 2mm) e estão em menor quantidade que nos outros perfis deste trabalho, chegando quase a desaparecer no B₃t. Este subhorizonte é mais estruturado devendo-se à maior permanência de água no período chuvoso, o que foi constatado por maior encharcamento escoando-se mais lentamente em profundidade.

A soma dos óxidos ultrapassam expressivamente o teor de argila determinada.

Poderá ser explicada pela não dispersão das argilas.

embora tenha-se empregado calgom e hidróxido de sódio, apresentando os dois dispersantes praticamente os mesmos resultados, ficando a argila não dispersa nas frações silte e areias, atacáveis pelo ácido sulfúrico a densidade 1,47 ou podendo ser explicado pelo ataque dos minerais secundários de maiores diâmetros existentes neste tipo de solo derivado de calcário.

A fração areia, deve contribuir também para o aumento da determinação dos óxidos; isto é plausível, principalmente se nos reportarmos à análise mineralógica onde são expressivas as concreções argilo-ferruginosas, que são passíveis de ataque pelo ácido sulfúrico.

Este perfil é o que apresenta na rocha, o menor teor de carbonato e o mais elevado de óxidos, constituindo impurezas na rocha e o material que vai formar o solo.

Não apresenta nenhuma reserva mineral para as plantas, restando apenas como mostra o quadro analítico, concreções secundárias sem reserva mineral considerável.

O epipedon é o ochrico (A fraco).

O horizonte diagnóstico subsuperficial é o óxico, (B latossólico) incluindo principalmente os subhorizontes B_1 , B_{22} , B_{23} , enquanto que o B_{3t} é mais estruturado e difere dos subhorizontes suprajacentes considerados oxíc.

Apresenta cerosidade e estrutura mais forte, induzindo a considera-lo como horizonte subsuperficial argílico, (B textural) sob oxíc (B latossólico).

O solo é classificado na subordem Torrox, servindo o adendo de 7^a Aproximação (90), sem grande grupo estabelecido, podendo ser formulado como Eutorrox ou Eutrotorrox, não havendo precisão quanto a subgrupo.

O valor 3 da cor do primeiro subhorizonte, não satisfaz para a definição da subordem Torrox, pois o valor requerido da cor deve ser igual ou maior que 4, no entanto esta é a subordem em que o perfil se enquadra melhor.

Segundo o critério adotado pela DPP/MA, o perfil ficará como LATOSSOLO VERMELHO AMARELO EUTROFICO (não hidromórfico), A fraco, textura argilosa, fase caatinga hiperxerófila, relevo plano.

Nas definições das unidades de solos para o mapa de solo do mundo, DUDAL (31) (adendo de setembro de 1970), enquadra-se nos ORTHIC FERRALSOLS, podendo no entanto ser melhor qualificado como EUTRIC ORTHIC FERRALSOL.

4.4. Perfil Número 4

Descrição

Município - Limoeiro

Localização - Lado direito da estrada Mossoró-Tabuleiro, a 61 quilômetros de Mossoró e 36 quilômetros de Tabuleiro.

Situação e Declividade - Perfil aberto a 100 metros da estrada em caatinga arborea-arbustiva com menos de 1% de declividade.

Formação Geológica e Material Originário - Cretácio, Calcário.

Altitude, Drenagem e Erosão - 180 metros. Bem drenado. Laminar Ligeira.

Vegetação Local - Imburana, marmeleiro preto, mofumbo, maniçoba, frei-jorge, macambira.

Vegetação Regional - caatinga arborea-arbustiva constituída de angico, mororó, cumaru, embiratanha além de espécies locais.

Uso Atual - feijão milho, algodão.

- A₁ 0 - 6cm; bruno escuro (7,5 YR 4/2 úmido) bruno escuro (7,5 YR 4/4 úmido amassado) bruno amarelado claro (10 YR 6/4 seco triturado); franco argilo-arenoso; moderada muito pequena blocos subangulares; poros comuns muito pequenos e médios; friável muito plástico muito pegajoso; transição plana e clara; pH 7,0.
- B₁ 6 - 22cm; bruno escuro (7,5 YR 4/4 úmido) bruno forte (7,5 YR 5/6 úmido amassado) bruno amarelado (10 YR 5/6 úmido amassado) bruno amarelado (10 YR 5/6 seco triturado); argila arenosa cascalhenta; moderada muito pequena blocos subangulares; poros comuns muito pequenos e pequenos e alguns médios; duro friável muito plástico e muito pegajoso; transição plana e clara; pH 6,5.
- B₂₁ 22 - 54cm; bruno avermelhado (6 YR 4/4 úmido) bruno escuro (7,5 YR 4/4 úmido amassado) bruno forte (7,5 YR 5/6 seco) bruno forte (7,5 YR 5/8 seco triturado); argila cascalhenta; fraca muito pequena blocos subangulares; muito duro friável muito plástico muito pegajoso; transição plana e gradual; pH 6,5.
- B₂₂ 54 - 74cm; bruno forte (7,5 YR 5/6 úmido) amarelo avermelhado (7,5 YR 6/8 seco); argila cascalhenta; fraca muito pequena blocos subangulares; duro friável plástico muito pegajoso; transição plana e gradual; pH 6,5.
- B₂₃ 74 - 96cm; bruno forte (7,5 YR 5/6 úmido) bruno amarelado (10 YR 5/6 seco); argila cascalhenta; fraca muito pequena blocos subangulares; ligeira

mente duro friável plástico e pegajoso; transição plana e gradual; pH 6,5.

B₃

96 ~ 180cm; amarelo oliváceo (2,5 YR 6/8 úmido) mosqueado comum médio distinto vermelho amarelado (5 YR 4/6 úmido); franco argiloso cascalhenta; fraca muito pequena blocos subangulares; ligeiramente duro friável plástico e pegajoso; transição plana e abrupta; pH 7,0.

R

180cm; ⁺ rocha calcária, branca, dura.

OBS: concreções chumbo de caça são as mesmas do perfil anterior.

Análises Físicas e Químicas

Relação Textural: 2,00 (+) Rocha									
Amostra do LAB. Nº	Horizonte		Amostra seca ao ar (%)		pH		Equivalente de umidade. %	CaCO ₃ Equivalente lante (%)	Condutividade de milinhos/cm a 25°C
	Símbolo	Profundidade cm	Calhaus >20mm	Cascalho 20 - 2mm	Água	KCl			
3878	A 1	0- 6	0	32	7,7	7,4	16	x	0,1
3879	B 1	- 22	0	16	7,3	7,1	20	x	0,1
3880	B 21	- 54	0	11	6,5	6,2	19	x	0,1
3881	B 22	- 74	0	15	6,3	5,8	20	x	0,1
3882	B 23	- 96	0	18	5,8	5,4	20	x	0,1
3883	B 3	- 180	0	43	5,9	5,3	21	x	0,1
-	R	(+)180+	-	-	-	-	-	(+)91,6	-
Ataque Por H ₂ SO ₄ D= 1,47 (%)						Ki	Kr	Al ₂ O ₃	P
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅				Fe ₂ O ₃	ppm
22,0	19,5	19,3	0,88	0,09			1,92	1,18	1,58
26,0	23,3	17,9	0,99	0,07			1,90	1,27	2,04
31,4	26,6	14,4	1,01	0,04			2,00	1,49	2,90
30,2	26,6	15,0	0,98	0,04			1,93	1,42	2,78
30,2	26,2	16,8	1,00	0,05			1,96	1,39	2,45
29,7	26,4	16,3	0,99	0,05			1,91	1,37	2,54
(+)1,78	(+)0,56	(+)1,0	-	-			(+)5,40	(+)2,52	(+)0,87
Complexo Sortivo (mE/100 g)								V %	100.Al
Ca ++	Mg ++	K +	Na +	S	Al +++	H +	T		Al + S
9,5	1,9	0,74	0,19	12,3	0	0,0	12,3	100	0
7,1	2,1	0,62	0,08	9,9	0	0,0	9,9	100	0
5,2	2,2	0,22	0,06	7,7	0	1,7	9,4	82	0
4,9	2,4	0,15	0,12	7,6	0	1,7	9,3	82	0
4,6	2,7	0,12	0,11	7,5	0	1,7	9,2	82	0
5,4	2,2	0,17	0,18	8,0	0	1,6	9,6	83	0
C %	N %	C	Composição Granulométrica (%)				Argila dispersa em água (%)	Grau de Floculação. (%)	Silto argila
			Dispersão com calgon						
		N	Areia grossa 2-0,20	Areia fina. 0,20-0,05	silto 0,05-0,002	argila <0,002 mm			
1,49	0,15	10	51	12	13	24	17	29	0,54
1,14	0,11	10	37	11	12	41	28	32	0,29
0,51	0,06	9	28	8	10	54	29	46	0,19
0,50	0,05	10	28	8	14	50	17	66	0,28
0,34	0,04	9	30	9	15	47	17	64	0,32
0,30	0,03	10	32	10	21	37	10	73	0,57

Análise Mineralógica -

- A₁ 3878 - Areias - 97% de concreções ferruginosas (hematíticas); 3% de quartzo hialino desarestado (rolados); traços de: concreções magnetíticas, concreções argilosas, concreções argilo-ferruginosas, carapaças calcárias e detritos orgânicos.
- B₁ 3879 - Areias - 95% de concreções ferruginosas (hematíticas); 5% de quartzo hialino desarestado; traços de: concreções argilosas, concreções argilo-ferruginosas e concreções magnetíticas;
- B₂₁ 3880 - Areias - 75% de concreções ferruginosas (hematíticas); 25% de quartzo hialino desarestado (rolado); traços de: detritos orgânicos concreções argilo-ferruginosas e concreções magnetíticas.
- B₂₂ 3881 - Areias - 70% de concreções ferruginosas (hematíticas); 20% de quartzo hialino desarestado; 10% de concreções argilosas e argilo-ferruginosas; traços de: concreções magnetíticas, ilmenita e detritos.
- B₂₃ 3882 - Areias - 80% de concreções ferruginosas (hematíticas); 12% de quartzo hialino desarestado; 8% de concreções argilosas e argilo-ferruginosas; traços de: concreções magnetíticas, concreções argilo-humosas e detritos.
- B₃ 3883 - Areias - 75% de concreções ferruginosas (hematíticas); 15% de quartzo hialino desarestado; 10% de concreções argilosas e argilo-ferruginosas; traços de: concreções magnetíticas, concreções argilo-humosas e detritos.

Análise Termodiferencial -

Quanto ao tipo de argila é igual a do perfil anterior, haloisita, apresentando a forma hidratada no subhorizonte B₂₁, pela determinação do termo diferencial, com os seguintes picos:

Pico endotérmico longo a 130° C
Pico endotérmico muito pequeno a 380° C
Pico endotérmico muito longo a 600° C
Pico endotérmico longo a 930° C.

A área é semelhante a do perfil anterior, porém mais afastada da borda da Chapada, apresentando cor superficial menos avermelhada. Representa uma área homogênea, apresentando entretanto afloramentos de calcários em alguns pontos.

A cor mais amarela em relação ao perfil anterior, pode ser atribuída à maior hidratação dos óxidos de ferro, evidenciado pela maior permanência de água nos subhorizontes, inferiores, ocasionando a hidratação expressa no B₃ pela cor amarela.

A textura determinada em campo, foi de argila pesada, compatível com a soma de óxidos determinados em todo o perfil, o que aliás é extensivo ao perfil anterior.

Existem concreções, em menores quantidades que no perfil número 1, apresentando consistências variáveis de friáveis firmes e muito firmes, estando soltas na massa do solo sem nenhuma cimentação entre si.

O horizonte subsuperficial óxido, está afetado pela maior permanência de água em sua parte mais profunda do perfil em condições semelhantes em relação a drenagem, do perfil anterior.

Pelos perfis estudados, observa-se que a formação desses solos está muito dependente do regime hídrico que atua na rocha do perfil, condicionando variações locais de características morfológicas, físicas e químicas expressivas.

A soma dos óxidos determinados nos horizontes quase que triplica em relação ao percentual de argila obtida pela dispersão com calgom.

Considerando a soma dos óxidos, existiria uma uniformização na distribuição do teor de argila nos diversos subhorizontes, não expressando acumulação significativa em nenhum deles.

O teor de silte no B₃ chega a 21%, enquanto baixa a argila determinada e por outro lado, a soma dos óxidos corresponde ao dobro da percentagem de argila que nos leva a concluir que, parte considerável dos óxidos se encontra nas frações mais grossas que a argila, sendo computada na determinação química.

O Kr é menor nos subhorizontes superiores motivado pelos teores relativamente mais elevados de Fe_2O_3 nos subhorizontes superficiais devido ao pH elevado que insolubiliza o ferro impedindo sua movimentação em profundidade.

Quanto ao teor de Fe_2O_3 , grande parte parece estar concentrada na fração cascalho, o que elevaria consideravelmente a determinação química se esta fosse procedida na amostra total e não na fração terra fina seca ao ar.

Quanto à composição mineralógica, a dominância é de concreções ferruginosas, argilosas e argilo-ferruginosas.

Este perfil não apresenta reserva mineral considerável às plantas.

A argila haloisita determinada pela análise termogravimétrica diferencial é referida por VISCONTI (195) que a C.T.C. está entre 40-50 mE/100g de argila.

Considerando a argila determinada pela análise mecânica, a C.T.C. calculada fica em torno de 15 mE/100g de argila. Por outro lado, se considerarmos a soma dos óxidos determinados pelo ataque sulfúrico (73%), ficará a C.T.C. em torno de 7 mE/100g de argila que por sua vez corrobora o cálculo feito, descontada a matéria orgânica, arbitrada a sua C.T.C. em 200 mE/100g de argila.

Em conclusão, verifica-se discrepância de argila determinada no termo diferencial em relação à soma dos óxidos determinados e a C.T.C. calculada em função deste percentual, o que se correlaciona com os trocáveis determinados, evidenciando a validade das informações das determinações químicas e corroborando o estudo morfológico do perfil, identificado como Oxisol.

Classificação e Correlação

O epidedon é ochrico (A fraco) e o horizonte diagnóstico subsuperficial é óxico (B latossólico), com grau de floculação, argila natural baixa para óxic, no entanto a meteorização em relação a rocha, bem como o estudo morfológico, nos induz a identificar como tal este horizonte diagnóstico.

É classificado e correlacionado como o perfil anterior, diferindo do mesmo em relação ao teor cascalho. Segundo o critério adotado pela DPP/MA o perfil é classificado como LATOSSOLO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO (não hidromórfico), A fraco, textura argilosa cascalhenta, fase caatinga hiperxerófila, relevo plano.

4.5. Perfil Número 5

	Descrição
Município	Limoeiro
Localização	Estrada Mossoró - Tabuleiro do Norte, derivação para Lage do Meio, a 13 quilômetros do lugar chamado Quilômetro 60.
Situação e Declividade	Trincheira aberta em caatinga arbórea-arbustiva, solo com menos de 1% de declividade.
Formação Geológica e Material Originário	Cretácio - Relevo Local - Plano. Regional - Plano.
Altitude, Drenagem e Erosão	180 metros. Bem drenado. Laminar Ligeira.
Vegetação Local	Imburana, macambira, mata pasto, mofumbo, catingueira, jurema preta, mororó, pereiro.
Vegetação Regional	Caatinga arborea-arbustiva, sendo constituído das espécies locais.
Uso Atual	Caatinga virgem.
A ₁₁	0 - 4cm; bruno escuro (10 YR 3/3 úmido) bruno amarelado escuro (10 YR 3/4 úmido amassado) bruno oliváceo claro (2,5 YR 5/4 seco pulverizado); argila; moderada pequena granular e muito pequena blocos subangulares; poros comuns muito pequenos e médios; duro friável plástico e pegajoso; transição clara irregular; pH 6,5.
A ₁₂	4 - 15cm; bruno amarelado escuro (10 YR 4/4 úmido amassado) bruno amarelado claro (10 YR 6/4 seco) bruno amarelado (10 YR 5/4 seco pulverizado); argila; fraca muito pequena blocos subangulares; poros comuns muito pequenos; duro friável muito plástico e muito pegajoso; contacto lítico; pH 7,0.
R	15 cm ⁺ ; rocha calcária dura.

Análises Físicas e Químicas

Rocha (+)									
Amostra de LAB. Nº	Horizonte		Amostra seca ao ar (%)		pH		Equiva lente de uni dade. %	CaCO ₃ Equiva lente (%)	Condutivi dade mili mhos/cm a 25°C
	Símbo lo	Profun didade cm	Calhaus >20mm	Cascalho 20 - 2mm	Água	KCl			
3890	A 11	0- 4	0	5	6,9	5,9	30	x	0,1
3891	A 12	- 15	0	7	6,9	5,9	29	x	0,1
-	R	(+)15+	-	-	-	-	-	(+)93,6	-
Ataque Por H ₂ SO ₄ D= 1,47 (%)						Ki	Kr	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	P ppm
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₅	TiO ₂	P ₂ O ₅					
26,3	18,1	15,3	0,92	0,06		2,47	1,60	1,84	1
27,6	19,7	13,5	0,94	0,04		2,38	1,49	1,66	<1
(+)0,91	(+)0,26	(+)0,5	-	-		(+)6,08	(+)2,71	(+)0,81	-
Complexo Sortivo mE/100 g								V %	100.Al Al + S
Ca ++	Mg ++	K +	Na +	S	Al +++	H +	T		
20,6	5,2	0,94	0,35	27,1	0	1,8	28,9	94	0
21,2	4,9	0,25	0,25	26,6	0	1,4	28,0	95	0
C %	N %	C N	Composição Granulométrica (%) Dispersão com calgon				argila disper- sa em água (%)	Grau de Flocula- ção. (%)	Silto argila
			Areia grossa 2-0,20	Areia fina 0,20-0,50	silto 0,05-0,002	argila <0,002 mm			
1,67	0,19	9	11	8	33	48	36	25	0,69
0,66	0,07	9	15	7	29	49	31	37	0,59

Análise Mineralógica -

A₁₁

3890 - Areias - 93% de concreções goetíticas (maior parte) e hematíticas, a maioria com núcleo de manganês e inclusões de quartzo e fragmentos de calcário; 5% de concreções magnetíticas; 2% de fragmentos de calcário; traços de: detritos; fragmentos de raízes e sementes quartzo desarestado.

A₁₂

3891 - Areias - 95% de concreções goetíticas e hematíticas, a maior parte com núcleo de manganês e inclusões de quartzo; 5% de concreções magnetíticas.

Análise Termodiferencial -

A argila determinada foi a nontronita com:
Pico endotérmico longo agudo a 140° C
Pico endotérmico pequeno a 360° C
Pico endotérmico longo a 590° C
Pico exotérmico pequeno a 910° C.

Mais ou menos 12 quilômetros do lugar conhecido como Quilômetro 60, na localidade Sucupira, estende-se uma vasta área desses solos litológicos com grandes áreas alternadas por solos rasos e rochas em forma de lages ou/e quebradas pela desagregação mecânica na transição dos afloramentos para o solo.

A vegetação é esparsa constituída em grande parte por imburana.

No período chuvoso a área fica alagada, saturando o solo, escoando-se em seguida para as fendas e cavernas.

O lençol freático nesta área está a quatro metros de profundidade com água potável, enquanto no quilômetro 60 está a mais de 60 metros de profundidade e com características de água pesada.

O solo é pouco espesso, 15 centímetros, com transição abrupta para o contacto lítico.

A meteorização do calcário se dá principalmente pelo processo mecânico em que as rochas se fragmentam em decorrência das temperaturas elevadas que motivam as contrações e expansões, originando fragmentos de rochas, ao tempo em que o processo químico é representado pela dissolução dos carbonatos pelas águas pluviais aí acumuladas, dissolvendo o calcário lentamente de cima para baixo e levando-o para as fendas, diaclases e cavernas existentes na área, deixando in loco o resíduo que constitui o material formador do solo destituído de carbonatos.

Em face do exposto e o que foi relatado para o perfil número 2, verifica-se a impossibilidade de formação de horizonte ca, mesmo o solo estando em fase de meteorização bem menos avançada em relação àquele perfil.

Assim observa-se o processo de meteorização semelhante ao descrito por BOULAINÉ (19) na revisão bibliográfica, com a particularidade de só existir acumulação de carbonatos ao nível do solo.

Por outro lado, o percentual elevado dos cátions cálcio e magnésio no solo durante o processo de meteorização ten

de a dificultar a formação de horizonte de acumulação de argila, tendendo o solo a evoluir para perfis com horizontes sem diferença textural expressiva, corroborando as observações de RAVIKOVIK (79) em Israel como está expresso na revisão bibliográfica e demonstram os perfis de número 2,3,4 e 6 deste trabalho.

Em relação a nontronita ela é uma representante montmorilonítica na qual os átomos de alumínio da camada intermedia estão substituídos quase totalmente pelo ferro.

A substituição do alumínio pelo ferro nunca é total, e segundo a sua extensão, distinguem-se as nontronitas das nontronitas aluminosas apresentando todas as substituições tetraedais do silício pelo alumínio, favorecendo a retenção de íons trocáveis, geralmente o cálcio, e a sua fórmula é $\text{Fe}_2(\text{Al}_{33}\text{Si}_{32})\text{O}_{10}(\text{OH})_{12}\text{NaO}_{33}$, conforme VISCONTI (105).

Classificação e Correlação -

O epidedon foi identificado como ochrico (A moderado) e o solo classificado como LITHIC TORRIORTHENT.

Pelas definições das unidades de solos para o mapa de solo do mundo, DUDAL (31) adendo de setembro de 1970), o solo excede em espessura para ser classificado como LITHOSOL, cujo limite máximo é de 10 centímetros, e a classificação cabível é CALCERIC REGOSOL.

Segundo o critério adotado pela DPP/MA, é classificado como SOLO LITÓLICO EUTRÓFICO, argila de atividade alta, A moderado, textura argilosa, substrato calcário, fase caatinga hiperxerófila, relevo plano.

Como já foi referido atrás, estes solos compreendem uma área extensa, que varia em profundidade de zero a 40 centímetros, podendo-se encontrar a pequenas distâncias horizonte diagnóstico superficial mais desenvolvidos, e menos desenvolvido, se alternando de claros a escuros, com estrutura ou não.

Neste caso, as definições da 7^a Aproximação e da FAO, dificultam enquadrar os solos em seus sistemas, dado os grandes detalhes exigidos para as definições existentes.

Mesmo a nível de detalhe para uso agrícola, nestas áreas os solos de 10 a 40 centímetros de espessura não teriam comportamento agrícola consideravelmente diferente dos poucos mais profundos em termos de produção e produtividade, uma vez que o componente é indistinto em termos de vegetação nativa e agricultura primitiva existente neles.

Isto prende-se ao fato de culturas de sistema rediclar superficial ou culturas arbóreas como algodão arbóreo e citrus (limão), encontrarem um substrato rochoso muito diaclasado que possibilita a sustentação física, hídrica e nutritiva a essas culturas em condições equiparáveis independentemente das relativamente pequenas variações de profundidade dos solos.

4.6 Perfil Número 6

	Descrição
Município -	Tabuleiro do Norte
Localização -	Estrada Olho D'Água da Bica - Apodi a 23 quilômetros do Olho D'Água da Bica.
Situação e Declividade -	Perfil aberto em caatinga arborea-arbustiva com menos de 1% de declividade.
Formação Geológica e Material Originário -	Cretácio calcário.
Relevo Local -	Plano. Regional Plano.
Altitude Drenagem e Erosão -	145 metros. Bem drenado. Laminar Ligeira.
Vegetação Local -	Angico, aroeira, sabiá, pau-branco, frei-jorge, marmeleiro, macambira, mofumbo, catingueira, imburana.
Vegetação Regional -	Caatinga arborea-arbustiva, constituída pelas espécies acima citadas.
Uso atual -	Algodão, milho, feijão e gergelim.
A ₁	0 - 6cm; bruno escuro (6,5 YR 4/4 úmido) bruno escuro (6,5 YR 4/4 úmido amassado) bruno (6,5 YR 5/4 seco) bruno amarelado (5 YR 5/6 seco pulverizado) franco argiloso; fraca média granular muito pequena blocos subangulares; poros comuns muito pequenos e médios; duro friável muito plástico e muito pegajoso; transição plana e clara; pH 6,0.
B ₁	6 - 18cm; bruno avermelhado (6 YR 4/4 úmido) bruno avermelhado (6 YR 4/4 úmido amassado) vermelho amarelado (6 YR 5/6 seco) bruno amarelado (9 YR 5/6 seco triturado); argila; fraca muito pequena blocos subangulares; poros comuns muito pequenos e médios duro friável muito plástico muito pegajoso; transição plana e clara; pH 6,0.
B ₂₁	18 - 60cm; vermelho amarelado (5 YR 4/6 úmido) vermelho amarelado (5 YR 3/6 úmido amassado) bruno amarelado escuro (9 YR 5/6 seco pulverizado) argila; moderada muito pequena blocos subangulares; poros comuns muito pequenos; cerosidade fraca e pouca; muito duro friável muito plástico e muito pegajoso; transição plana e gradual; pH 6,0.
B ₂₂	60 - 90cm; bruno forte (7,5 YR 5/6 úmido); argila pesada; fraca muito pequena blocos subangulares; poros comuns muito pequenos e pequenos; muito duro friável muito plástico muito pegajoso; cerosidade fraca e pouca; muito duro friável muito plástico e muito pegajoso; transição plana e gradual; pH 6,0.
B ₃₁	90 - 110cm; amarelo brunado (10 YR 5/6 úmido); ar

gila pesada; muito pequena blocos subangulares; poros comuns muito pequenos e pequenos; muito duro friável muito plástico muito pegajoso; transição plana e gradual; pH 5,5.

B₃₂

110 - 320cm; amarelo brunado (10 YR 6/6 úmido); argila; fraca muito pequena blocos subangulares poros comuns muito pequenos e pequenos; duro friável muito plástico e pegajoso; pH 5,0.

Obs: Concreções chumbo de caça frequentes, pequenas duras, esféricas pretas e ironstone em todos os horizontes.

Análises Físicas e Químicas

Relação Textural: 1,53 Rocha (+)

Amostra de L.A.B. Nº	Horizonte		Amostra seca ao ar (%)		pH		Equiva lente de uni dade.	CaCO ₃ Equiva lente	Condutivi- dade mili- nhos/cm a 25°C
	Símbolo	Profun- didade cm	Calhaus >20mm	Cascalho 20 - 2mm	Água	KCl	%	(%)	
3884	A 1	0- 6	0	6	6,3	5,8	22	x	0,1
3885	B 1	- 18	0	3	6,2	5,3	23	x	0,1
3886	B21	- 60	0	1	5,8	5,1	24	x	0,1
3887	B22	- 90	0	4	5,8	5,1	27	x	0,1
3888	B31	- 110	0	5	5,6	5,0	26	x	0,1
3889	B32	- 230	0	10	5,4	4,9	23	x	0,1
-	R	-	-	-	-	-	-	(+)91,0	-

Ataque Por H ₂ SO ₄ D= 1,47 (%)					Ki	Kr	Al ₂ O ₃	P
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅			Fe ₂ O ₃	
22,0	17,6	9,8	0,89	0,08	2,12	1,57	2,84	2
28,5	21,0	9,2	0,95	0,07	2,31	1,80	3,55	<1
31,8	24,0	9,5	1,02	0,06	2,25	1,80	3,96	<1
34,6	25,6	8,8	1,01	0,06	2,30	1,89	4,56	1
32,6	24,7	8,9	0,94	0,05	2,24	1,82	4,32	1
33,3	26,1	8,6	0,95	0,05	2,17	1,79	4,74	1
(+)0,46	(+)0,15	(+)0,3	-	-	(+)5,13	(+)2,26	(+)0,79	-

Complexo Sortivo ME/100 g								V %	100.Al
Ca ++	Mg ++	K +	Na +	S	Al +++	H +	T		Al + S
6,7	2,9	1,61	0,11	11,3	0	1,0	13,2	86	0
6,4	3,0	1,22	0,09	10,7	0	2,0	12,7	84	0
7,4	3,2	0,45	0,12	11,2	0	2,3	13,5	83	0
8,3	4,8	0,20	0,33	13,6	0	2,5	16,1	84	0
8,2	4,5	0,14	0,17	13,0	0	2,4	15,4	84	0
6,9	4,1	0,11	0,13	11,2	0	2,3	13,5	83	0

C %	N %	C N	Composição Granulométrica (%) Dispersão com calgon				argila dispor- sa em água (%)	Grau de Flocula- ção. %	Silto argila
			Areia grossa	Areia fina	silto	argila			
			2-0,20	0,20-0,05	0,05- 0,002	<0,002 mm			
1,28	0,12	11	30	11	18	41	25	39	0,44
0,81	0,07	12	22	8	14	56	29	48	0,25
0,51	0,05	10	13	5	13	69	28	59	0,19
0,33	0,04	8	12	5	14	69	29	58	0,20
0,28	0,03	9	14	6	15	65	20	60	0,23

Análise Mineralógica -

- A₁ 3884 - Areia grossa - 54% de quartzo vítreo se midesarrestado, a desarestado, sendo alguns grãos bem arredondados e outros com aderência ferrugíni nosa esparsa; 43% de concreções goetíticas e hema títicas com inclusões de quartzo; 1% de detriti tos: carvão, fragmentos de raízes, cascas de seme ntes; 2% de concreções magnetíticas.
- 3884 - Areia fina - (menor que 65 mesh) 70% de quartzo hialino desarestado com aderência ferrugi nosa esparsa; 28% de concreções hematíticas goet íticas e limoníticas; 2% de ilmenita; traços de concreções magnetíticas, turmalina, biotita, titani ta e detritos: carvão, fragmentos de raiz, casca cas de sementes.
- B₁ 3885 - Areia grossa - 50% de quartzo vítreo semi desarestado, alguns arredondados e outros com a derência ferruginosa; 50% de concreções limonítica cas, algumas com inclusões de quartzo; traços de: concreções magnetíticas e detritos: fragmento de raiz, semente e carvão.
- 3885 - Areia fina - (menor que 65 mesh) 55% d e quartzo hialino desarestado, 45% de concreções li moníticas, hematíticas e goetíticas; traços de: ilmenita, magnetita, biotita e detritos: fragmento tos de raiz.
- B₂₁ 3886 - Areias (grossa e fina) 55% de quartzo vítr eeo e hialino semidesarestado, alguns rolados ou com aderência ferruginosa; 45% de concreções goetíticas, hematíticas e limoniticas; traços de ilmenita, concreções magnetíticas e detritos; fragmen tos de raiz e carvão.
- B₂₂ 3887 - Areias (grossa e fina) 60% de quartzo vítr eeo e hialino semidesarestado, alguns bem arredon dados (observa-se que neste horizonte em relação aos anteriores, o quartzo apresenta arestas menos adoçadas) 40% de concreções goetíticas ferru ginosas e limoníticas (na areia fina, há predomínio de quartzo hialino e concreções limonítica cas); traços de: ilmenita e detritos: fragmentos de raízes (os detritos neste horizonte também o cor rem em menor proporção comparados com os horizon tes anteriores).
- B₃₁ 3888 - Areias (grossa e fina) idem à amostra ante rior.
- B₃₂ 3889 - Areias (grossa e fina) constituição análoga à das duas amostras anteriores, predominando concreções limoníticas na fração mais fina.

Observa-se também a ocorrência de concreções ar-
gilo-humosas em quantidades significativas en
quanto que nos horizontes anteriores observou
-se apenas ocorrências esparsas.

OBS: Neste perfil há ocorrência de traços d e
concreções de manganês.

Análise Termodiferencial -

O resultado foi semelhante ao dos perfis números 3 e 4.

O perfil situa-se ao sul da Chapada, nos limites do Estado do Ceará com os do Estado do Rio Grande do Norte, apresentando solos que variam consideravelmente em profundidade, desde litólicos a profundos (mais de três metros), aparecendo áreas de rochosidade planas e cavernosas por onde se infiltram águas pluviais.

Ao lado, verifica-se áreas em que os solos aparecem pedregosos a extremamente pedregosos e geralmente rasos.

O aparecimento deste solo profundo prende-se à maior concentração de águas pluviais por períodos mais longos sobre a rocha, possibilitando a dissolução da mesma.

Em relação ao óxido de ferro, o teor determinado é relativamente baixo em comparação com outros perfis deste estudo, podendo-se atribuir alguma concentração nas concreções de fração areia, bem como na fração cascalho.

Quanto à composição mineralógica, os dados apresentam coadunância com o material originário, à semelhança dos perfis anteriores, onde aparece a argila haloisita, acrescentando-se aqui traços de manganês.

Classificação e Correlação -

O epipedon é o ochrico (A fraco), semelhante aos anteriores aqui classificados.

Quanto ao horizonte diagnóstico subsuperficial no estudo de campo depreende-se: alta permeabilidade, horizonte espesso, com estrutura, transição e porosidade que nos possibilita identificá-lo como horizonte diagnóstico óxico.

No entanto, a C.T.C. referida para oxisol aqui é ultrapassada, acima de 16 miliequivalente por 100 gramas de argila.

A argila presente, conforme o A T D é do tipo halossita, comum em horizontes óxicos derivados do calcário como amplamente relata a bibliografia sobre o assunto, mas na C.T.C. varia entre 5 - 40 mE/100 gramas de argila, conforme HOROWITZ (46), possibilitando assim o aparecimento de solo cuja morfologia nos induz a classificá-lo como OXISOL, mas a C.T.C. com esse tipo de argila presente em dominância, pode aparecer como de atividade alta que limita a C.T.C. adotada para OXISOL.

Tendo em vista a limitação acima, sugere-se redefinição de OXISOL para atender solos com a C.T.C. mais elevada, ou incluí-lo como horizonte câmbico, apresentando também a limitação (90) de não ter minerais primários facilmente decomponíveis em fase de meteorização como requer a definição.

A terceira possibilidade seria incluí-lo como horizonte diagnóstico argílico, não funcionando no entanto a relação do horizonte B/A devido à exiguidade da espessura do horizonte A em relação ao B; por outro lado o incremento da argila não é mais de 20% como requer a definição, em menos de 15 centímetros de profundidade, levando-se em consideração a soma dos óxidos e não a argila determinada por dispersão com calgon.

Não foram constatadas evidências expressivas de filmes de argila nas superfícies das unidades estruturais ou nos poros.

Pelo exposto, os horizontes diagnósticos acima discu

tidos (ôxico, câmbico e argílico) oferecem limitações para definição deste solo.

No entanto, se nos abstrairmos das limitações mencionadas, o perfil poderia ter as seguintes alternativas em torno da classificação pela sétima aproximação MOLLIC OXIC CAMBORTHID ou MOLLIC OXIC HAPLAGIRD ou EUTORROX.

Em relação a classificação da FAO, segundo D U D A L (31)(adendo de setembro de 1970), o perfil é algo exótico, sendo mais próximo de FERRALIC CAMBISOL, ficando melhor qualificado como EUTRIC FERRALIC CAMBISOL.

Em relação à DPP/MA, o perfil é classificado c o m o CAMBISOL EUTRÓFICO latossólico, A fraco, textura argilosa, fase caatinga hiperxerófila, relevo plano.

4.7. Relação dos seis perfis entre si

Médias das frações granulométricas:

Perfis Nos.	1	2	3	4	5	6
argila %	28,5	45,4	53,6	42,1	48,0	59,3
silte %	9,4	25,6	22,0	14,1	31,0	16,0
areia fina %	16,8	9,8	5,4	9,8	7,5	6,8
areia grossa %	45,4	19,4	18,8	34,3	13,0	17,8

Médias e relações de algumas constantes:

Perfis Nos.	1	2	3	4	5	6
Silte/argila	0,412	0,570	0,392	0,365	0,640	0,283
Argila dispersa em água %	12,000	36,000	13,000	19,600	33,000	23,100
grau de floccula- ção %	40,200	15,200	73,600	51,600	31,000	59,800
diferença entre pH em água e KCl	0,520	0,740	0,720	0,380	1,100	0,580
T/100g argila em mE.	10,200	37,500	6,100	13,000	55,000	15,000
T/grama carbono em m/E	5,000	3,000	5,800	6,000	1,500	5,500

Classificação e Correlação -

Perfil Nº	FAO	OPP/MA/BRASIL	SÉTIMA APROXI MAÇÃO
1.	LUVIC XERO SOLS	LATERITA HIDROMÓRFICA (com B textural) Eutrófica argi la de atividade baixa a bruptica. A fraco, textura arenosa/argilosa cascalhen ta, fase caatinga hiper, re levo plano.	MOLLIC OXIC PLINTHIC PALE ARGID ou ABRUPTIC OXIC PLINTUSTALF.
2.	HAPLIC XERO SOL ou CAL CARIC HA PLIC XERO SOL.	CAMBISOL EUTRÓFICO, argila de atividade alta, A mode rado textura argilosa, fase caatinga hiper, relevo pla no.	MOLLIC CAMBOR THID.
3.	ORTHIC FER RALSOL, ou EUTRIC OR THIC FERRAL SOL.	L.V.A. Equivalente Eutrófi co (não hidromórfico) A fra co textura argilosa, fase ca atinga hiper, relevo plano.	EUTORROX
4.	EUTRIC OR THIC FERRAL SOL.	L.V.A. Equivalente Eutrófi co (não hidromórfico) A, fra co textura argilosa, casca lhenta, fase caatinga hiper, relevo plano.	EUTORROX
5.	CALCARIC RE GDSOL.	Solo LITÓLICO EUTRÓFICO, a gila de atividade alta, A moderado textura argilosa, substrato calcário, fase ca atinga hiper, relevo plano.	LITHIC TORRIOR THENT.
6.	EUTRIC FER RALIC CAMBI SOL.	CAMBISOL EUTRÓFICO latosso lico, A fraco, textura argi losa, fase caatinga hiper, relevo plano.	MOLLIC OXIC CAM BORTHID ou MOL LIC OXIC HAPLAR GID ou EUTORROX.

5. CONCLUSÕES

Os seis perfis estudados permitem chegar às seguintes conclusões:

5.1. Os solos estudados são EUTRÓFICOS, tanto os de argila de atividade alta como os de argila de atividade baixa, atribuindo-se a evapotranspiração potencial de 2400mm/ano contra a precipitação atual de 600mm/ano, permitindo retorno de bases pelas plantas, bem como o material originário dos solos, mantendo o status de saturação de bases dos mesmos.

5.2 Quanto à gênese, conclui-se que os perfis de números 2 e 5 são atuais, em diferentes estágios de meteorização, e os de números 1,3,4 e 6 são subatuais, cujos estágios de meteorização não estão afetos às atuais condições climáticas.

5.3. Não apresentam reserva mineral considerável, para as plantas, a não ser os perfis de números 2 e 5, e não há de uma maneira generalizada, fragmentos de calcário na massa do solo, pelo fato de existir decomposição superficial dos carbonatos, de maneira lenta, sendo levados pelas águas de percolação, sem possibilitar formação de horizonte ca ou horizontes com presença considerável de carbonatos que possam ser definidos como horizontes cálcicos.

5.4. Os perfis de números 1 e 2 relacionam-se com o calcário Jandaíra, enquanto os perfis de números 3,4,5 e 6 ligam-se ao calcário Sebastianópolis.

5.5. O perfil de número 1 apresenta descontinuidade litológica, expressa pela descrição morfológica e corroborada pelas análises mineralógicas.

5.6. Os perfis estão classificados em 3 ordens da sétima aproximação ao nível da subgrupo, exceto os perfis de números 3 e 4.

5.7. A sétima aproximação apresenta limitações para classificação destes solos:

5.7.1. impede que se classifique alguns solos como XERALFS, devido à limitação por temperatura, cujas médias de inverno e verão requeridas são 8° C e 22° C, com amplitude acima de 5° C, enquanto os perfis deste trabalho estão em temperaturas, cuja amplitude de inverno e verão são menores que 5° C. São solos de clima semi-árido de zona Tropical, enquanto que os XERALFS da sétima aproximação parecem ser solos de clima semi-árido ou subúmido de zona temperada cujas médias de temperaturas de inverno e verão e amplitude, não se adequam ao caso em estudo;

5.7.2. o perfil número 1, se classificado como PLINTUSTALF, apareceria aberrantemente ao lado dos TORROXS aqui definidos;

5.7.3. não existe a subordem TORRALF, nem a TORREPT para possibilitar a classificação dos perfis números 1 e 2 sugerindo-se a formação das mesmas na sétima aproximação;

5.7.4. a área do perfil número 5 é extensa e caracteriza-se por uma variação de espessura, não ultrapassando a 40 centímetros, bem como cores do solo que variam em pequenas distâncias, limitando a classificação pela sétima aproximação, devido ao excesso de detalhe do sistema, podendo as cores dos solos satisfazer ou não o subgrupo determinado.

A mesma limitação é extensiva à ordem dos ENTISOLS e o epípedon mólico impede o perfil ser classificado nesta ordem;

5.7.5. os perfis números 3 e 4, foram classificados na subordem TORROX, introduzindo-se o grande grupo EUTORROX, ainda não registrado na sétima aproximação;

5.7.6. o horizonte subsuperficial do perfil número 6 não se enquadra satisfatoriamente nas definições dos horizon

tes diagnósticos subsuperficiais (óxico, câmbico ou argílico) oferecendo limitações para definição desse perfil.

5.8. A classificação da FAO, aqui correlacionada, também apresenta limitações, principalmente nos perfis onde existe correlação com a sétima aproximação das ordens discrepantes para o estudo:

5.8.1. pela FAO o perfil número 1 é LUVIC XEROSOL correlacionado com o PLINTUSTALF da sétima aproximação e o PALERGID não encontra correlação com os XEROSOLS de DUDAL;

5.8.2. o perfil número 2, foi classificado no sistema da FAO, a título de sugestão como: HAPLIC XEROSOL ou CALCARIC HAPLIC XEROSOL, por não se encontrar adequação na chave de classificação da FAO;

5.8.3. os perfis de números 3 e 4 ficaram como EUTRIC FERRALSOL, ainda não definido na FAO;

5.8.4. a definição da FAO, impede que o perfil número 5 seja classificado como LITHOSOL, cujo limite de profundidade é de 40 centímetros, mas não classifica-se como CALCARIC REGOSOL;

5.8.5. o perfil número 6 é um tanto exótico também pela classificação de DUDAL, podendo ser sugerido introduzi-lo no sistema como EUTRIC FERRALIC CAMBISOL.

5.9. O sistema de classificação que está sendo desenvolvido para a elaboração da carta de solos do Brasil pela DPP/MA, foi o que mais se ajustou para a classificação desses perfis.

5.10. Os perfis estudados, dado o exotismo dos mesmos nos sistemas de classificação em uso, oferecem subsídios para redefinição e evidenciam a conveniência de algum reajustamento nos sistemas.

6. RESUMO

A área do presente trabalho é de aproximadamente .. 2.100 quilômetros quadrados, compreendendo 1,4% da área do Estado do Ceará, incravada no Nordeste Brasileiro, de clima semi-árido, com formação geológica do Cretácio, calcária e suportando solos atuais e subatuais, ambos em vários estágios de meteorização.

Os solos subatuais formados sob clima quente de precipitações abundantes, sofrem atualmente uma meteorização sob clima semi-árido.

Todos são eutróficos, o cálcio dominando nas bases permutáveis e o eutrofismo deve-se à evapotranspiração potencial de 2.400 mm/ano, contra a precipitação de 600 mm/ano, motivando manutenção do status de bases no solo, acrescido da contribuição da atividade biológica intensa, retorno de bases pelas plantas e o material de origem dos mesmos.

Mostrou-se a impossibilidade de formação de horizonte ca, motivado pelo diaclasamento intenso da área, dissolução lenta dos carbonatos e arrastamento dos mesmos pelas águas de precipitação.

Nos seis perfis estudados e interrelacionados, verificou-se que partindo do menos para o mais meteorizado, distribuem-se do seguinte modo: 5 2 6 4 3 1.

Os perfis foram classificados pela sétima aproximação (U.S.D.A.1960; U.S.D.A. 1967), pelas definições das Unidades de Solos para o Mapa de Solos do Mundo (FAO 1968; FAO setembro de 1970) e pelo sistema de classificação que está

sendo desenvolvido no Brasil pela DPP/MA.

A sétima aproximação apresenta limitações para classificação destes solos em relação aos XERALFS que apresentam média de inverno e verão de 8° C e 22° C, respectivamente, os solos estudados sendo de clima semi-árido de área tropical apresentam temperaturas de inverno e verão cujas amplitudes são inferiores a 5° C.

PLINTUSTALF aparece aberrantemente ao lado de TORROX.

Não existem as subordens TORRALF, nem a TORREPT para classificação destes perfis.

Dificuldades de classificar o perfil número 5 nas ordens INCEPTSOL ou/e ENTISOL.

Registrou-se os perfis números 3 e 4 como EUTORROX, ainda não definidos pela sétima aproximação.

Os horizontes subsuperficiais óxico, câmbico e argílico apresentam limitações para definição do perfil número 6.

Em relação ao sistema da FAO, também encontram-se limitações, ficando o perfil número 2, a título de sugestão como CALCARIC HAPLIC XEROSOL ou/e HAPLIC XEROSOL, ainda não registrado naquele sistema, bem como os perfis números 3 e 4 classificados como EUTRIC ORTHIC FERRALSOL também ainda não definido. O perfil número 5 foi classificado como CALCARIC REGOSOL por ter epidedon mólico. O perfil número 8 também é exótico na classificação da FAO, sendo introduzido como EUTRIC FERRALIC CAMBISOL.

O sistema que está sendo desenvolvido no Brasil s e adequa melhor para classificação destes perfis, ficando classificados os números 1 a 6 como: LATERITA HIDROMÓRFICA (com B textural) Eutrófica, argila de atividade baixa abruptica, A fraco, textura arenosa/argila cascalhenta, fase caatinga hiperxerófila, relevo plano. CAMBISOL EUTRÓFICO, argila de atividade alta, A moderado, textura argilosa, fase caatinga hiperxerófila, relevo plano. LATOSSOLO VERMELHO AMARELO EQUIVALENTE EUTRÓFICO (não hidromórfico), A fraco, textura argilosa cascalhenta, fase caatinga hiperxerófila relevo plano. SOLO

LITÓLICO EUTRÓFICO, argila de atividade alta, A fraco, textura argilosa, substrato calcário, fase caatinga hiperxerófila relevo plano. CAMBISOL EUTRÓFICO latossólico, A fraco, textura argilosa, fase caatinga hiperxerófila relevo plano.

7. BIBLIOGRAFIA

1. ABREU, Sylvio Froes Recursos minerais do Brasil. IBGE 1965 2^a ed. (20). 229-257.
2. AB'SABER, Aziz Nacib. Significado geomorfológico da rede hidrográfica do Nordeste Oriental Brasileiro notícias geomorfológicas Campinas. S.P. 1958 2:37.
3. ALVAHYDO, R. Influência da composição coloidal inorgânica do solo na diferença de pH determinado em água e cloreto de potássio Tese para provimento da 4^a cadeira da ENA. 1960.
4. ALBAREDA, J.M. and Alvira Mediterranean soils of the Spanish levant and North Africa in fourth int. congress soil sc. Amesterdan 1950 2:185.
5. AUBERT, G. et M. Lamoroux Les sols bruns mediterraneens formes sur calcaire dur au Liban in conf. on medit. soils soc. esp. del ciencia del suelo. Madrid 1966 p.203-206.
6. ANATASSIADES, Phoebus A. General features of the soil Greece soil sc. s.d. 67:347-354.
7. ANDREA, Raimundo. Pluviometria do polígono das secas. MVPO. DNOCS, 4^o des. Bahia 1960 s.p.
8. BARROS, Herodoto da Costa et. al. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio de Janeiro. MA.CNEAP. RJ. 1958. bol. n^o 11.
9. BENNEMA, J. Solos Hidromórficos e Alcalinos. DPFS do M.A Treinamento para levantamento de solos. 1966. 16 p.
10. BESSA, Manuel Rodrigues Teixeira. Sols mediterranees de Portugal in cong. on medit. soils soc. esp. de cien del

- Madrid. 1960 p. 137-186.
11. BEURLÉN, Karl. Correlações com formações análogas no Nordeste in geol. e estr. da Chapada do Araripe. 17º congress. nac. geog. 1963. Re-Pe p. 33-36.
 12. _____, _____ Geologia da região de Mossoró. col. moss. série C. ed. Pongetti. RGN. 1967. 17:168.
 13. _____, _____ Observações geo-paleontológicas no Cretácio do RGN e Ceará col. moss. série B 1961. 58:3-8.
 14. _____, _____ A fauna do calcário Jandaíra da região de Mossoró (RGN) col. moss. ed. Pongetti. 1964. p.4-6.
 15. _____, _____ Introdução à estratigrafia geral e comparada. 1964 Re-Pe p.336-344.
 16. BONNET, Juan A. Latosol of Puerto Rico in fourth inter. congress. of soil sc. Amsterdam 1965 6:267-268.
 17. _____, _____ The nature of laterization as revealed by chemical, physical, and mineralogical studies of a lateritic soil profile from Puerto Rico soil sc. 1937 48:37.
 18. BONCAMBI, C. Lippi Le sols de la Province de Perouse et leur classification in fourth inter. congress. of soil sc. Amsterdam 1950. 3:151-152.
 19. BOULAINÉ J. Sur les factures climatiques de la gènesse des sols rouges in conf. on medit. soils soc. de cien. del suelo Madrid 1966 p.281-284.
 20. BRASIL, SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE GVJ Pedologia 1967 3:10.
 21. _____, _____
Normais climatologia da área da SUDENE 1963 8 p.
 22. _____, DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL Atlas pluviométrico do Brasil 1948 bol. nº 5.
 23. _____, Ministério de Minas e Energia. Departamento NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL Reconhecimento Fotogeológico da região nordeste do Brasil folhas: Aracati, Mossoró, Jaguaribe esc: 1:250,000 1963.
 24. CAMARGO, M.N. Solos desérticos e chernozênicos - gènesse e características DPFS do M.A. treinamento para 1º

- vantamento de solos 1966. 19 p.
25. _____, _____ e Jacob Bennema Segundo esboço parcial de classificação de solos brasileiros - subsídio a VI reunião de levantamento de solo DPFS do M.A. secção de Pedologia e Levantamento de solo 1964 s.p.
 26. _____, _____ et al Levantamento de reconhecimento dos solos da região sob influência do reservatório de Furnas MA.CNEPA RJ 1962.
 27. CARDOSO, J. Carvalho Of the soils of southern Portugal according to 7th aprox. in conf. on mediterranean soils soc. esp. de ciência del suelo Madrid 1966 p.395-399.
 28. COINTEPAS, J.P. Les sols rouges et bruns méditerranéens soils in sec. esp. de cien. del suelo Madrid 1966 p. 187-194.
 29. DAN, J. and D.H. Yaalon Trends of soil development environments of Israel in conf. on mediterranean soils soc. esp. de cien. del suelo Madrid 1966 p. 134-144.
 30. _____, _____ et al Red suelo Madrid brown terra rossa in conf. on mediterranean soils soc. esp. de cien. del suelo Madrid 1966 p.134-144.
 31. DUDAL, R. La cartographie et la classification des sols en Indonésie Pedologie Gand-Belgique 1957 7:298-314.
 32. _____, _____ Problems of international soil correlation in approaches to soil classification FAO/UNESCO Rome 1968 n° 32.
 33. _____, _____ Definition of soil units for the soil map of the world (fifth draft) FAO/UNESCO Rome 1968 n° 33.
 34. DUCHAFOUR, Ph Précis de Pedologie Paris 1957 p.52,77, 78,293.
 35. _____, _____ Sols bruns méditerranéens et sols lessives in Pedologie Applications Forestiers et Agricoles Nancy s.d. p. 231.
 36. _____, _____ Données nouvelles sur la classification des sols Nancy 1961 68 p.
 37. DUNBAR, CARLO y John Rodger Ambientes no marinos in principios de estratigrafia 1963 p.4-50.

38. DUARTE, Leila e Rubens da Silva Santos Novas ocorrências fossilíferas nos Estados do RGN e Ceará col. moss. sêrie B 1961 56:4-10.
39. DRESCH, Jean Os problemas geomorfológicos Campinas S.P. 1958 2:13-18.
40. FAO-UNESCO second meeting on soil survey, correlation for latina américa Rome 1965 p.14.
41. _____ meeting on soil correlation New Delhi India-1965 26: 23-34.
42. FEIO, Mariano Notas acerca do relevo da Paraíba e do RGN notícias geomorfológicas Campinas S.P. 2:10.
43. GRIM, Ralph E. Clay mineralogy New York 1963 p.129.
44. GUERRA, Ignez Leal T. Tipos de climas do Nordeste rev. Bras. geog. IBGE 1955 4.450-490.
45. HARRIS, Stuart A. On the classification of latosols and tropical brown earth of high rainfall areas soil sc. 1963 1(96):214.
46. HOROWITZ, A e D.A. Makitie Observações sobre algumas argilas dos solos do Nordeste IPEANE/MA 1963 21:6.
47. ILANO, Manuel del Notes a la nomenclatura sobre suelos (Colombia) in firth inter. congress. of soil sc. 1945 v.IV.
48. JENNY, Hans Soil formation on sedimentary rocks in Factors of soil formation 1941 p.70,122,160,221,224.
49. JOFFE, Jacob.S. Laterites and lateritic type of soil formation in Pedology 1949 p.343,355,393,403,459,463 e 491.
50. KEGEL, W. A bacia costeira do RGN - A história geológica (conclusões e resumo) notícias geomorfológicas Campinas S.P. s.d. 2.32-38.
51. KEHRIG, Adalgiso Galloti As relações K₁ e K_r no solo inst. qui. agr. 1949 Rio 13:29.
52. LAMOUROUX, M. A propos de la formation des sols mediterrânees, sous climat humide subhumid du Liban in conf. on medit.sec.esp. de cien. del suelo Madrid 1966 p. 285-296.

53. LEMOS, R.C. et al Mediterrâneos Vermelho Amarelo Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo Serv. nac. pesq. agron. Rio 1960 12:220-222.
54. _____, _____ Solos Podzólicos - Gênese e características DPFS do M.A. treinamento para levantamento de solos 1966 13 p.
55. _____, _____ Solos latossólicos - Gênese e características DPFS do M.A. treinamento para levantamento de solos 1966 13 p.
56. LUTZ, H.F. and Robert F.C.Jr. Forest soils New York ... 1947 p.54, 403-405.
57. LISANTI, Luigi Eurico The red earths and the coloides of the res earths Jour soil sc 1960 11:78.
58. LIMA, Dárdano de Andrade Notas para a fitogeografia de Mossoró, Grossos e Areia Branca Anais de ass. dos geog. Bras. S.P. 1964 13:30-48.
59. MAIO, Celeste Rodrigues Considerações gerais sobre a semi-aridez do Nordeste do Brasil rev. bras. de geog. 1961 4:463-716.
60. MARQUES, F.S. et J.C. Cardoso Les sols de L'Argarve (sud du Portugal) in conf. on mediterranean soils soc. esp. de cien del suelo Madrid 1966 p.392.
61. MANCINI, F. On the elimination of the term "Mediterranean" in conf. on mediterranean soils soc. esp. de cien. del suelo Madrid 1966 p.413-416.
62. MATHEWS, H.L. et al The geneasis of certain calcareous floodplains soil Virginia soil sc. soc. of americ proded 1965 6(29):729.
63. MERWE, C.R. Van Der A few notes with regard of the tropics and subtropics in commonwealth bureau of soil sc. technical communication England 1948 46:137.
64. MONTURIOL, Et A. Gerre Presence et evolution de la terra fusca em espagne in conf. on mediterranean soils soc. esp. de cien. del suelo Madrid 1966 77-287.
65. _____, _____ Le carte des sols D'Espagne a L'echelle .

- 1:1.000.00 in conf. on mediterr. soils soc. esp. de ci-
enc. del suelo Madrid 1966 p.391-393.
66. MOHR, E.C.J. and F.A. Aar Baren Tropical soils London
and New York 1954 p.463.
 67. MCINTYRE, D.S. The effect of free ferric oxide on the
structure of some terra rossa and rendzina soils Ade
laide Jour sol. sc. 1956 7:302.
 68. MUIR, Alex Notes on the soils of Syria Jour. soils sc.
1951 2(2):178-180.
 69. NORRISH, K and Diliann G.R. Rogers The mineralogy of so
me terra rossa and rendzina of south Australia jour.
soil sc. 1956 2(7):295-299.
 70. DERTEL, A.G. Chemical discrimination of terra rossa and
rendzina of south Australia jour. sc. 1961 1(12):111
-118.
 71. OLIVEIRA, Luiz Bezerra Análise mecânica em solos de zo
na semi-árida do Nordeste. Solos normais, calcários
com sais solúveis e salinos rev. agropec.bras. 1966
1:7-15.
 72. OLIVEIRA, Paulo Erichssedz Ocorrências de defalópedes ro
Cretácio do RGN Anais da acad. bras. de cienc. 1957
39 (2):10.
 73. PEDOLOGIE Symposium international classification des
sols soc. Belge de Ped. Gent. Belgic 1965 n° espec.3.
 74. PEDOLOGIE Lectures on classification sols soc. Belge de
Ped Gent. Belgic 1965 n° spec. 4.
 75. PETIJOHN, F.J. Sedimentary rocks 2 ed. New York 1956 p.
138.
 76. PERONE, Pasquale A varzea do aqu col. moss. 1961 10(2)
s.p.
 77. POPOVATZ, M. et M.Sp. Rescu les rouges du sud-ouest de
la Replublique populaire Roumene in VI congres. int.
sc. soil Paris s.d. p.631-634.
 78. PRINCIPE, Paoli Rendzina in Geopedologia tratati de aco
ture razo ed. degli agricotri p.72,224,288,312,316.
 79. RAVIKOVICK, S. Soils of the Mediterranean zone of Isra

- el and their formation in conf. on medit. soils sep. de cien. del suelo Madrid 1966 p.163-171.
80. REIFENBERG, A. Mediterranean red soils classification schens in commowalth bureau of soil sc. Tec. comm En gland 1948 p.97-99.
 81. ROBINSON, G.V. Soils associated white calcaerous parent material. in soils their origin, cosntitution and classification London 2^a ed. 1963 p.332-342.
 82. SANCHEZ, J.A. et F. Artes Sols sur croutes calcaires dans les zones cotiers du sud-est de l'espagne in conf. on medit. soils soc. esp. de cien. del sue lo Madrid 1966 p.331-340.
 83. _____ Apporparation du estude de la formation de sols rouges autochtones sur des calcaires conf. on medit. soils soc. esp. de cien. del suelo Madrid 1966 p.375-382.
 84. SERRA, A. Atlas Climatológico do Brasil. Com. Nac. d e Geografia e Serv. de Meteorologia 1955.
 85. SMITH, Guy D. et al Bruniga soils a new name for prai rie soils soc. esp. soci. of on s.d. 15:355.
 86. SMITHOSON, F. Silica Particles in some Briths Soils jour soil sc. 1956 7(11):123-128.
 87. SOTERIADES, C.G. Red soils of Cyprus in VI Congress in ter. de la sc. soils Paris 1956 p.53-59.
 88. SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO Manual de méto dos de trabalho de campo 2^a aprox. 1967 33p.
 89. SOIL SURVEY STAFF Soil classification a comprehensive system 7th Approximation USDA 1960 Washington.
 90. _____ Supplement to soil classification sys tem (7th approximation) mach 1967.
 91. STEPHENS, C.G. A manual of Australian soils 2 ed. Autra lia Mealbourne 1956 p.12,20,28,29.
 92. _____ Terra rossa related soils jour sc. 1950 2(1):138-140.
 93. STAGE, H.C.T. Chemical characteritics of terra rossa and rendzina of south jour sc. 1956 2(7):230.

94. SENDULSKY, Tatiana e Luiz Gouveia Labouriau Corpos silicicos de gramíneas do cerrado inst. de botânica de S. P. (apostilas) s.d. e s.p.
95. SHIELDS, L.G. and M.U. Meyer Measurement and ratio ships to clay distribution and exchange capacity soils sc. am. proc. 1964 28:416-418.
96. TAVERNIER, René The 7th approximation its application in western Europe soil sc. 1963 1(96):36.
97. _____, _____ Sur quelques sols des regions mediterraneens Pedologie Gend-Belgie 1967 7:348-364.
98. TRAN-VINH-AN, J. et A.J. Herbillon etude experimentale du system $SiO_2-Fe_2O_3$ applications a la pedogenese in conf. on med. soils soc. esp. de cien. du suelo Madrid 1966 p.255-263.
99. TRICAT, J. Divisão morfoclimática do Brasil Atlântico Central bol. Paulista de geog. S.P. 1959 nº 31.
100. THROP, J.S. Smith; G.D. High categories of soil classification orden, suborden and great soil group soil sc. 1949 (67):117-128.
101. KLANT, EGON Morfologia, gênese e classificação de alguns solos importantes do município de Ibirubá e regiões onde ocorrem Tese ao Grau de M.S. apresentada a Escola de pós-graduação da U.F.R.G.S. 1968.
102. U.S.DEPARTAMENT OF AGRICULTURE soil survey manual Handbook USDA 1951 Washington.
103. VASCONCELOS, F. Carvalho Les sols bruns et rouges calcaires du sud du Portugal in conf. on medit. soil. esp. de cien. del suelo Madrid 1966 p.297-299.
104. VETTORI, L. Método de Análise de Solo EPFS/MA 1969 bol. tec. nº 7.
105. VISCONTI, Y.S. Contribuição ao estudo dos Caulins inst. nac. tec. 1963 Rio p.64.
106. _____, _____ Argilas e minerais afins. inst. nac. de tec. 1951 Rio p.35,48,52,115,157.
107. VIGNERON, J. et.al. Cartographie et chronologie in

- conf. on mediterr. soils soc. esp. de cien. suelo Ma
drid 1966 p.297-299.
108. VOORT, M. Van Der The lateritic soils of Indonesia, in
fourth inter. congress. of soil sc. Amsterdam 1950 p.267-
268.
109. WRIGLEY, A.C.S. and J. Bennema The soil resources of Latin
America. FAO/UNESCO Rome 1935 p.37.