



**SOLOS E APTIDÃO AGRÍCOLA DAS
TERRAS CULTIVADAS COM CAJUEIRO
NO ESTADO DO MARANHÃO**

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente

Fernando Henrique Cardoso

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Ministro

Francisco Turra

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Diretor-Presidente

Alberto Duque Portugal

Diretores

Elza Ângela B. Brito da Cunha

José Roberto Rodrigues Peres

Dante Daniel Giacomelli Scolari

Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical

Chefe-Geral

João Pratagil Pereira de Araújo

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

João Ribeiro Crisóstomo

Chefe Adjunto de Apoio Técnico

Francisco Férrer Bezerra

Chefe Adjunto Administrativo

Lindbergue Araújo Crisóstomo

Boletim de Pesquisa Nº 21

ISSN 0103-6424
Dezembro, 1999

**SOLOS E APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS CULTIVADAS
COM CAJUEIRO NO ESTADO DO MARANHÃO**

Antonio Agostinho C. Lima¹
Francisco Nelsieudes S. Oliveira¹



EMBRAPA-CNPAT. Boletim de Pesquisa, 21

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agroindústria Tropical

Rua Dra. Sara Mesquita, 2270

Planalto Pici

Caixa Postal 3761

CEP 60511-110 Fortaleza, CE

Tel. (085)299-1800

Fax: (085)299-1803 / 299-1833

Endereço eletrônico: marketing@cnpat.embrapa.br

Tiragem: 300 exemplares

Comitê de Publicações

Presidente: Raimundo Braga Sobrinho

Secretário: Marco Aurélio da Rocha Melo

Membros: Ervino Bleicher

Francisco das Chagas Oliveira Freire

Francisco Fábio de A. Paiva

Janice Ribeiro Lima

José Luís Mosca

Tânia da Silveira Agostini

Revisão: Mary Coeli Grangeiro Ferrer

Copidesque: Marco Aurélio da Rocha Melo

Diagramação: Arilo Nobre de Oliveira

LIMA, A.A.C.; OLIVEIRA, F.N.S. **Solos e aptidão agrícola das terras cultivadas com cajueiro no Estado do Maranhão.** Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1999. 42p. (EMBRAPA-CNPAT. Boletim de Pesquisa, 21)

Cajueiro; Cultura; Unidades pedogenéticas; Regiões produtoras; Classes de aptidão; Parâmetros de classificação; Solo; Clima; Altitude; Relevo; Lençol freático; Brasil; Nordeste; Maranhão; Cashew crop; Pedogenetic unities; Producers regions; Aptitude classes; Classification parameters; Soil climate; Relief; Water table.

CDD: 631.4

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO	7
2. DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA	8
2.1 Situação, limites e extensão	8
2.2 Clima	9
2.3 Geologia	11
2.3.1 Quaternário	11
2.3.2 Terciário	12
2.3.3 Cretáceo	12
2.3.4 Triásico	12
2.3.5 Permiano	13
2.3.6 Pré-cambriano indiviso	13
2.4 Vegetação	13
2.4.1 Floresta caducifólia	13
2.4.2 Floresta subcaducifólia/caducifólia	14
2.4.3 Floresta subcaducifólia	14
2.4.4 Floresta subperenifólia	14
2.4.5 Cerrados	14
2.4.6 Restinga e dunas	15
2.5 Relevo	15
2.5.1 Chapadas altas	16
2.5.2 Chapadas baixas	16
2.5.3 Superfícies suave-onduladas	16
2.5.4 Grande Baixada Maranhense	17
2.5.5 Tabuleiros costeiros	17
2.5.6 Restingas e dunas costeiras	17
3. METODOLOGIA	18
3.1 Estudo de campo	18
3.2 Análise de solo	18
4. SOLOS	18
4.1 Critérios para estabelecimento e subdivisão das classes de solos e fases empregadas	18

4.2 Descrição das classes de solos	20
4.2.1 Latossolo Amarelo	20
4.2.2 Latossolo Vermelho-Amarelo	20
4.2.3 Latossolo Vermelho-Escuro	21
4.2.4 Podzólico Vermelho-Amarelo	21
4.2.5 Podzólico Vermelho-Amarelo concrecionário	22
4.2.6 Plintossolo	23
4.2.7 Areias Quartzosas	24
4.2.8 Areias Quartzosas Marinhas	25
5. APTIDÃO AGRÍCOLA DA TERRA PARA O CAJUEIRO	25
5.1 Fatores edafoclimáticos que determinam o potencial de uso de uma área ...	25
6.2 Avaliação das condições edáficas de diferentes solos	28
6. RESULTADOS	30
6.1 Unidades pedogenéticas representativas	30
6.2 Características físicas e químicas	30
7. CONCLUSÕES	34
8. REFERÊNCIAS	35
9. ANEXOS	37

SOLOS E APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS CULTIVADAS COM CAJUEIRO NO ESTADO DO MARANHÃO

Antonio Agostinho C. Lima¹
Francisco Nelsieudes S. Oliveira¹

RESUMO - Os solos cultivados com cajueiro foram identificados pelo estudo pedogenético das áreas produtoras do Maranhão. Dados de produção de castanha, complementados com visitas aos pomares de cajueiro, indicaram onze microrregiões produtoras. Foram definidos os parâmetros clima, solo, altitude e topografia, que permitem determinar as áreas potenciais para a cultura. As descrições morfológicas e as análises físico-químicas caracterizam seis unidades de solos representativas ao nível de grande grupo: Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho-Escuro, Podzólico Vermelho-Amarelo, Areia Quartzosa e Areia Quartzosa marinha. A unidade de solo que ocorre com mais frequência e maior extensão geográfica nas áreas produtoras de caju é o Latossolo Amarelo textura média, em relevo plano. Estabeleceram-se os parâmetros de classificação dos diferentes fatores e a condição excelente até inapta. Foram utilizados doze fatores de classificação agrupados em dois conjuntos: (a) parâmetros do solo, (b) parâmetros geoambientais. As classes de aptidão são: excelente, boa, regular, restrita, inapta.

Termos para indexação: cultura do cajueiro, unidades pedogenéticas, regiões produtoras, classes de aptidão, parâmetros de classificação, solo, clima, altitude, relevo, lençol freático.

¹ Eng.-Agr., M.Sc., Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical (CNPAT), Rua Dra. Sara Mesquita, 2270, Bairro Pici, Caixa Postal 3761, CEP 60511-110 Fortaleza, CE.

SOIL OF THE CASHEW CROP IN MARANHÃO STATE AND LAND AGRICULTURAL APTITUDE

ABSTRACT - The soils cultivated with cashew were identified through pedological studies of land in Maranhão state. Cashew nut production data and direct observation on the orchards indicate eleven production microrregions. Parameters of soil, climate, altitude and topography were defined to determine the potential land for cashew crop. Profile description and soils analysis were done in order to identify the representative soils which were classified in six Great Groups: Yellow Latosol, Red-Yellow Latosol, Dark-Yellow Latosol, Red-Yellow Podzolic, QuartzSand and Marine QuartzSand. The soil which occurs with higher frequency and covers a bigger area is the Dystrophic Yellow Latosol, medium texture, on level relief. It was established, the classification parameters of different factors and corresponding condition for the plant, from a best condition to a condition considered unproper. The system used Twelve classification factors arranged in two groups: (a) soil parameters, (b) environmental parameters. Aptitude classes are given below: excellent, good, fair, poor, unproper.

Index terms: cashew crop, pedogenetic unities, producers regions, aptitude classes, classification parameters, soil climate, relief, water table.

1. INTRODUÇÃO

O Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical (CNPAT) vem desenvolvendo estudo de solo nas áreas produtoras de caju do Estado do Maranhão onde a espécie *Anacardium Occidentale* L. é a mais representativa. Este Estado apresenta uma área com aproximadamente 50.000 ha, cultivada com cajueiro em produção, distribuídos em nove regiões administrativas, compreendendo as seguintes microrregiões: Altos Mearim e Grajaú, Baixo Parnaíba Maranhense, Itapecuru, Médio Mearim, Pindaré Mearim, Pastos Bons, Alto Itapecuru, Chapadas do Sul Maranhense, Imperatriz e Baixada Oriental Maranhense. O rendimento médio por hectare obtido no Maranhão nos últimos anos, é inferior a 220 kg de castanha.

Este trabalho visa caracterizar e classificar os solos das regiões produtoras, bem como identificar os fatores limitantes para a cultura do caju. As características do solo devem ser conhecidas para que seja estabelecido o melhor manejo solo/cultura, trazendo como consequência a preservação deste recurso e a obtenção de maiores rendimentos de forma sustentada (Lepsch, 1987). Os dados obtidos permitem fazer a caracterização completa dos solos utilizados com cajueiro e estabelecer um sistema de classificação da aptidão agrícola da terra, o qual se fundamenta na avaliação dos fatores edafoclimáticos mais importantes para o desenvolvimento e produção do cajueiro em regime de sequeiro.

2 DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA

2.1 Situação, limites e extensão

A área estudada compreende o Estado do Maranhão, num total de 328.663 km², abrangendo 43 municípios. Localiza-se entre as coordenadas geográficas de 0°00' e 10°30' sul e longitude de 41°00' e 49°00' a oeste de Greenwich (Fig. 1).

Limita-se ao norte com o oceano Atlântico, ao sul com o Estado de Tocantins, a leste com o Estado do Piauí e a oeste com o Estado do Pará.



FIG. 1. Mapa do Brasil mostrando a localização do Estado do Maranhão.

2.2 Clima

O regime de precipitação leva a identidade das variedades climáticas Aw, Aw' e Amw' do Estado do Maranhão (Fig. 2).

Aw - verão chuvoso e inverno seco, apresentando o mês mais seco menos de 60 mm. A temperatura média do mês mais frio é superior a 18 °C. Compreende boa parte do sul da área.

Aw' - O período chuvoso atrasa para o outono, mantendo as demais características da variedade Aw. Ocorre em grande parte da área, ao norte e centro.

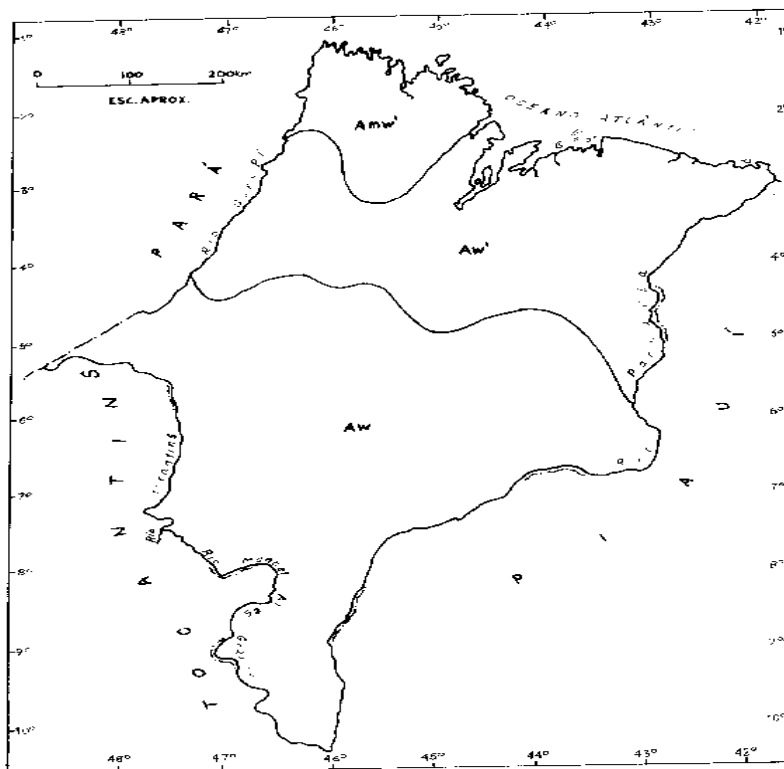


FIG. 2. Classificação de Köppen.

Amw' - As mesmas características do Aw', porém, a precipitação do mês mais seco alcança menos 60 mm. Ocorre em pequena parte a noroeste da área, no Estado do Maranhão. A temperatura média anual varia de 27 °C a 25 °C; este último extremo passa a ser influenciado pela altitude (Fig.3). A precipitação média anual varia de 1.000 mm a 2.000 mm, acontecendo a última no litoral do Estado.

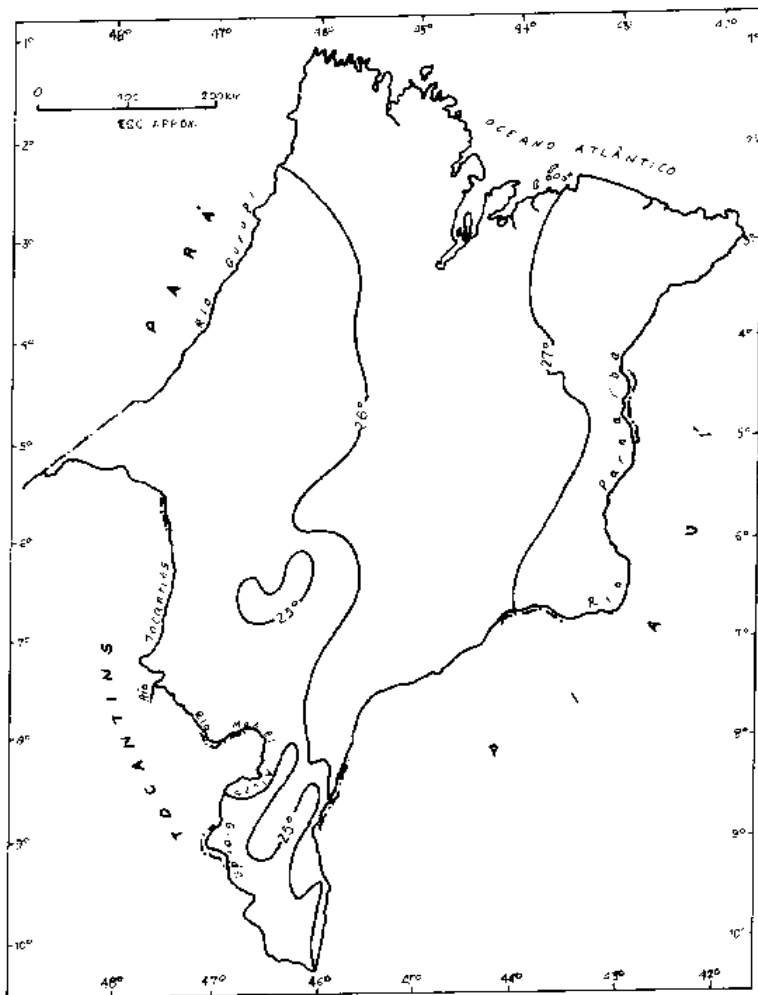


FIG. 3. Temperatura média anual (°C).

2.3 Geologia

O estudo geológico em áreas cultivadas com cajueiro restringe-se à geologia de superfície e ao material originário de importância na formação dos solos. Foi desenvolvido, principalmente, tomando-se como base o trabalho do Projeto RADAM (Brasil 1973a, 1973b, 1973c) e observações de campo, sendo elaborada a seguinte esquematização.

Período	Unidade Lito-estratigráfica	Litologia
Quaternário	Aluviões	Cascalhos, areias, siltes e argilas.
Terciário	Formação Barreiras	Arenitos róseos pouco consolidados, com argila e caulim.
Cretáceo	Formação Itapecuru	Arenitos e argilitos vermelhos com leitos de calcário.
Triássico	Formação Sambaíba	Arenito fino e médio, arredondado
Pré-cambriano Indiviso	–	Granitos, gnaisses, migmatitos e anfibólitos.
Permiano	Formação Pedra de Fogo	Arenitos, siltitos e folhelhos vermelhos.

2.3.1 Quaternário

Aluviões

São constituídos por depósitos aluvionares recentes, formados por cascalhos, areias, siltes e argilas, inconsolidados. Podem apresentar-se não só como faixas estreitas, às vezes descontínuas, ao longo dos principais rios, destacando-se o Parnaíba, o Pindaré, o Mearim, o Tocantins e o Gurupi. Ocorrem também no litoral do Estado, formando as praias.

2.3.2 Terciário

Formação Barreiras

Trata-se de coberturas detríticas, de natureza arenosa, siltosa conglomerática ou argilosa. Possui cor amarela, rósea ou vermelha, havendo sempre variação de local para local. Estende-se por uma faixa contínua, litorânea, a sudeste de São Luís, e por diversas áreas esparsas, localizadas a oeste do Estado e bem ao norte da cidade de Imperatriz. Apresenta-se sob diversas formas, destacando-se tabuleiros, colinas, outeiros, pata-mares e terraços.

2.3.3 Cretáceo

Formação Itapecuru

É constituída, essencialmente, por arenitos de diversas cores, onde predominam o cinza, o róseo e o vermelho, de granulometria fina, argilosos, com estratificação cruzada. Ocorrem ainda arenitos intercalados por leitos de siltitos e folhetos de coloração cinza e avermelhada.

Localiza-se em grandes extensões formando chapadões que se estendem desde a parte central do Estado, até praticamente o litoral. A flora ocorre em uma faixa restrita nos arredores da cidade de Codó, prolongando-se para sudoeste, nos municípios de Joselândia, Dom Pedro, Tuntum, Barra do Corda e Grajaú.

2.3.4 Triássico

Formação Sambaíba

É composta por um conjunto de arenitos sobrepostos à Formação Pedra de Fogo, formando altos platôs que servem de divisor de água entre os rios Parnaíba, Balsas e Uruaú Preto.

É constituída, principalmente, por arenitos de cores vermelho, róseo, amarelo e branco, finos a médios, pouco argilosos, bem selecionados, apresentando finas intercalações de sílex e muitas estratificações cruzadas.

Localiza-se nas partes central e centro-sul, ocupando extensa área do território maranhense.

2.3.5 Permiano

Formação Pedra de Fogo

É constituída por um conjunto de arenitos, siltitos e folhelhos intercalados, em proporções variáveis. Os arenitos são de cor cinza-claro, finos a muito finos, enquanto os siltitos e folhelhos são vermelho-púrpura e esverdeados, pouco micáceos.

As áreas que apresentam maior extensão no Estado se localizam nas regiões centro-sul e sul, bem como nos vales de alguns rios como o Tocantins e o Itapecuru.

2.3.6 Pré-cambriano indiviso

Abrange um conjunto de rochas consideradas mais antigas da região, sendo constituído, principalmente, por gnaisses, granitos, anfíbolitos e pegmatitos.

Ocorre em áreas do litoral do Estado, encontrando-se em grande parte sob coberturas pouco espessas derivadas da Formação Itapecuru. Praticamente essas rochas cristalinas não influenciam na formação dos solos cultivados com cajueiro.

2.4 Vegetação

Entre as formações florestais que existem em áreas cultivadas com cajueiro no Estado do Maranhão merecem destaque as que se seguem:

2.4.1 Floresta caducifolia

Ocorre em pequenas áreas espalhadas por diversas partes do Estado, ocupando, principalmente, vales ou áreas pediplanadas, com relevo plano e suave-ondulado, perdendo parte de suas folhas durante o período seco.

As maiores áreas desta formação estão situadas nos municípios de Presidente Dutra e Tuntum. Nestes municípios, ocorrem a “catingueira”, “angico”, “paus-d’arcos” e raramente “maçaranduba”.

Relaciona-se, principalmente, com áreas de Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico e eutrófico, Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico e álico.

2.4.2 Floresta subcaducifólia/caducifólia

Trata-se, possivelmente, de uma face mais seca da floresta subcaducifólia. Apresenta-se verde durante grande parte do ano, porém, nos últimos meses mais secos, já se encontra, em muitos trechos, praticamente caducifólia.

Ocupa significativas áreas nas partes mais elevadas e aplainadas de municípios como Barra do Corda, São Domingos do Maranhão, Chapadinha, Parnarama, Passagem Franca e Buriti Bravo.

Está relacionada, principalmente, com áreas de Latossolos, Podzólicos e Areias.

2.4.3 Floresta subcaducifólia

Difere da floresta subcaducifólia/caducifólia por apresentar-se no período mais seco com uma menor caducidade de espécies.

Encontra-se distribuída por alguns pontos do Estado, tendo sua maior ocorrência entre os paralelos de 03°50' e 04°50' S, à altura do meridiano de 43°15' W.Gr., abrangendo partes de municípios como Caxias, Aldeias Altas e Chapadinha. Os solos dominantes desta formação florestal são Podzólico Vermelho-Amarelo concrecionário e Latossolo Vermelho-Amarelo.

2.4.4 Floresta subperenifólia

Corresponde à tropical chuvosa conhecida na região Amazônica. Ocorre nas zonas mais úmidas do Estado (Pré-Amazônia Maranhense) e mais próximas dos limites com o Estado do Pará. Contém árvores com porte arbóreo bastante alto, apresentando espécies como “matamatá-branco” (*Esweilera odora* Poepp.), “pau-branco” (*Protium opacum* Swart.) e “andiroba” (*Carapa guianensis* Aiebl). Está relacionada com áreas de Podzólicos, Latossolos e Plintossolos.

2.4.5 Cerrados

São formações normalmente pouco densas, biestratificadas, onde o estrato rasteiro é graminóide e o arbóreo-arbustivo possui, em grande

parte, súber espesso (Rizzini 1971), ramificação irregular e folhas grandes endurecidas. Em algumas áreas tornam-se abertos (campo cerrado) e em outras aparecem mais densos (copas que se tocam) com uma maior parte arbóreo (cerradão). Os cerrados ocupam extensas áreas de chapadas relacionando-se com Latossolos e Areias Quartzosas, ambos álicos e/ou distróficos.

A seguir, uma relação de várias espécies encontradas nos cerrados do Estado do Maranhão: *Parkia platycephala* H.B.K. “faveira-de-bolota”, *Quacea* spp. “paus-terra”, *Anacardium pumilum* “cajuí”, *Hancornea* sp, “mangaba”, *Curatella americana* L. “lixreira”, *Byrsoniana* spp. “muricis”.

2.4.6 Restinga e dunas

São formações pioneiras que ocorrem com maior destaque nos municípios de Barreirinhas, Humberto de Campo, Icatu, Primeira Cruz e Tutóia. Em vários trechos observam-se os contatos da restinga com dunas móveis, quase sem vegetação. As restingas são arbustivas ou arbóreas, com espécies principais das restingas como o “guajeru”, “alecrim-da-praia” e “salsa praia”.

2.5 Relevô

O Estado do Maranhão apresenta-se como uma grande plataforma inclinada na direção sul-norte, com mergulho no oceano Atlântico, destacando-se uma área elevada com predomínio de chapadas altas na parte sul e uma área bem rebaixada na parte norte do Estado.

Foram caracterizadas as seguintes formas de relevo, as quais guardam relativa concordância com o aspecto geomorfológico e, especialmente, com a ocorrência de solos:

- chapadas altas;
- chapadas baixas;
- superfícies suave-onduladas;
- grande Baixada Maranhense;
- tabuleiros costeiros; e
- restingas e dunas costeiras.

2.5.1 Chapadas altas

Correspondem ao primeiro nível de erosão, nível mais alto das chapadas, sendo tipicamente superfícies tabulares. Formam verdadeiras erosões recortadas, com relevo predominantemente plano.

As altitudes variam a partir dos 150 m na parte norte ocidental, até 600 m na parte sul do Estado.

O solo predominante é o Latossolo Amarelo álico textura argilosa, na parte norte ocidental, e o Latossolo Amarelo álico e distrófico textura argilosa e média, na parte central e sul do Estado.

2.5.2 Chapadas baixas

Compreendem grandes áreas relacionadas em uma segunda superfície de aplainamento, constituindo superfícies tabulares reelaboradas, colocadas abaixo do nível das chapadas altas. Na parte central e sul do Estado constituem, diversas vezes, vales intermontanos, separados das chapadas altas por encostas escarpadas.

Nessas superfícies sobressaem níveis irregulares, formando superfícies onduladas, relativas aos salientes níveis residuais de erosão e encostas de vales.

As altitudes variam amplamente, desde 100 m na parte norte até 400 m na parte sul do Estado.

Os solos predominantes são Latossolo Amarelo textura média e Areias Quartzosas, e, em ocorrências mais localizadas, destacam-se também o Latossolo Amarelo textura média e argilosa, o Latossolo Vermelho-Escuro textura média e argilosa, o Podzólico Vermelho-Amarelo plíntico e não plíntico textura média, o Podzólico Vermelho-Amarelo concrecionário plíntico e não-plíntico textura média e textura média/argilosa. Todos são álicos e distróficos.

2.5.3 Superfícies suave-onduladas

São aquelas menos movimentadas, onde o relevo varia principalmente de suave ondulado a ondulado. As altitudes variam de 50 m a 150 m na parte norte, caminhando para 300 a 500 m na parte sul do Estado.

Os solos predominantes são: Podzólico Vermelho-Amarelo concrecionário álico, distrófico e eutrófico, merecendo destaque, ainda, na parte ocidental, o Podzólico Vermelho-Amarelo álico textura argilosa. Ocorre, em menores proporções e em algumas áreas na parte central do Estado, Terra Roxa Estruturada textura argilosa.

2.5.4 Grande Baixada Maranhense

Compreende uma extensa planície aplainada (relevo plano e suave-ondulado), onde sobressaem elevações ou conjunto de elevações residuais em relevo suave-ondulado e ondulado. Abrange a parte norte centro-ocidental do Estado com as bacias do baixo Itapecuru e baixo Mearim e dos rios Pindaré, Turiaçu, Paruá, Maracassumé e Gurupi. Suas altitudes colocam-se entre 20 m e 100 m.

Os solos predominantes nas partes aplainadas são classificados como Plintossolo e Podzólico Vermelho-Amarelo plântico e não-plântico, ambos textura arenosa e média/argilosa; e nas partes onduladas predominam o Podzólico Vermelho-Amarelo concrecionário e o Podzólico Vermelho-Amarelo, ambos plânticos e não-plânticos textura média e textura média/argilosa. Todos são álicos, distróficos e eutróficos.

2.5.5 Tabuleiros costeiros

São superfícies aplainadas, relacionadas ao Terciário, que se sobressaem em dois setores: leste e oeste da frente costeira do Estado. Suas altitudes colocam-se entre 30 m e 120 m.

Os solos predominantes são: Latossolo Amarelo textura média, Areias Quartzosas e Podzólico Vermelho-Amarelo textura média, todos álicos e distróficos.

2.5.6 Restingas e dunas costeiras

As restingas apresentam relevo plano e suave-ondulado, enquanto as dunas, que são formações eólicas mais recentes, possuem relevo suave-ondulado e ondulado. Suas altitudes variam, principalmente, de 5 m a 50 m.

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada compreende os trabalhos de escritório, campo e laboratório, indicados a seguir.

As microrregiões produtoras foram definidas consultando-se dados de produção de castanha de caju da Emater-Maranhão e informações obtidas com o trabalho de campo, que completaram esses dados. Municípios não produtores, com características edafoclimáticas favoráveis à cultura, constituem áreas potenciais. A identificação dessas áreas foi feita com base nos parâmetros do Zoneamento do Estado do Maranhão (1972), nos dados do Levantamento Exploratório - Reconhecimento dos Solos do Estado do Maranhão (EMBRAPA, 1986) e na Aptidão Agrícola da Terra para a cultura do cajueiro (Ramos & Frota, 1990).

3.1 Estudo de campo

Foram relacionadas áreas representativas da cultura do cajueiro, em 120 pomares de 43 municípios produtores, de onze microrregiões homogêneas do Maranhão. O estudo de campo foi realizado através de sondagem com trado, identificação dos solos, localização e descrição morfológica dos perfis, uso e manejo de solos, coleta de amostras dos perfis e amostras compostas para análise de fertilidade. A descrição das características morfológicas dos perfis e os dados das análises de laboratório permitiram conhecer as condições dos solos e fazer a classificação das unidades pedogenéticas (Lemos & Santos, 1973).

3.2 Análise de solo

As análises foram feitas no laboratório de solos do Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical (CNPAT), pelos métodos descritos no Manual de Métodos de Análise de Solo (EMBRAPA, 1979).

4. SOLOS

4.1 Critérios para estabelecimentos e subdivisão das classes de solos e fases empregadas.

Os critérios adotados para o estabelecimento das classes de solos

estão de acordo com as normas usadas pela Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa de Solos (CNPS).

ÁLICOS, DISTRÓFICOS E EUTRÓFICOS - O termo álico especifica distinção de “saturação com alumínio” segundo a relação $100.AI^{+++}/AI^{+++} + S$, superior a 50%; distrófico especifica distinção de baixa saturação de bases ($V < 50\%$) e de “saturação de alumínio”, inferior a 50%; e eutrófico especifica distinção de alta saturação de bases ($V > 50\%$).

Fases empregadas

Segundo o esquema de classificação do Centro Nacional de Pesquisa de Solos, às unidades de mapeamento constatadas acrescentou-se o critério fase, cujo objetivo é o de fornecer maiores subsídios à interpretação para o uso agrícola dos solos. Os fatores levados em consideração para o estabelecimento das fases foram: vegetação, relevo, pedregosidade.

- Quanto à vegetação - As fases quanto à vegetação natural visam fornecer dados principalmente relacionados com o maior ou menor grau de unidade de determinada área. Isto porque sabe-se que a vegetação natural reflete as condições climáticas de uma área. Nas nossas condições, onde os dados climatológicos são escassos, através da vegetação natural ou de seus remanescentes, constatados nos trabalhos de campo, obtêm-se informações relacionadas com o clima regional, sobretudo no que diz respeito à umidade e ao período seco.

- Quanto ao relevo - Foram empregadas fases com o objetivo de fornecer subsídios ao estabelecimento dos graus de limitações com relação ao emprego de implementos agrícolas e à susceptibilidade à erosão. As várias fases de relevo empregadas são: plano, suave ondulado e ondulado.

- Quanto à pedregosidade - Juntamente com o relevo, constituem os meios para o estabelecimento dos graus de limitações ao emprego de implementos agrícolas.

A pedregosidade refere-se à presença de frações grosseiras do solo, constituída de calhaus (2 cm a 20 cm de diâmetro), de matacão (maior de 20 cm de diâmetro) na massa do solo e/ou na sua superfície.

4.2 Descrição das classes de solos (EMBRAPA, 1986)

4.2.1 Latossolo Amarelo

Compreende solos profundos, bem a acentuadamente drenados, com horizontes de coloração amarelada, de textura média e argilosa, sendo predominantemente distróficos, ocorrendo também álicos.

São solos com teores de nutrientes muito baixos e, usualmente, com alta saturação de alumínio.

Distribuem-se em áreas de topos de chapadas, ora baixas e dissecadas, ora altas e de extensões consideráveis, apresentando relevo plano com pequenas e suaves ondulações, tendo como material de origem mais comum as coberturas areno-argilosas e argilosas derivadas ou assentes sobre materiais de várias formações geológicas, estas sobretudo sedimentares; em pequenas áreas são originados de materiais afeto ao Grupo Barreiras do Terciário. Ocorrem sob vários tipos de vegetação, tais como cerrado subcaducifólio, florestas subcaducifólia, subcaducifólia e caducifólia, as transições entre florestas e entre floresta e cerrado.

Quanto ao uso atual, tem-se observado, nas áreas dos Latossolos Amarelos, uma pecuária em regime extensivo, principalmente com bovinos, culturas de milho, feijão, arroz, mandioca, fruticultura (caju, manga, citros).

Embora sendo solos de baixa fertilidade natural, têm, entretanto, ótimo potencial para agricultura e pecuária, em face do relevo plano e suave-ondulado e de boas propriedades físicas. As limitações decorrentes de sua baixa fertilidade e acidez elevada os tornam exigentes em corretivos e adubos químicos e orgânicos.

4.2.2 Latossolo Vermelho-Amarelo

Esta classe compreende solos profundos, apresentando cores mais avermelhadas, sendo álicos e distróficos.

Ocorrem ao longo de topos de chapadas cujo relevo é plano com pequenas e suaves ondulações; têm como material originário as coberturas areno-argilosas derivadas de formações geológicas sedimentares (arenitos),

sobretudo da Formação Itapecuru do Cretáceo e da Formação Pedra de Fogo do Permiano, ou de coberturas pouco espessas sobre embasamentos de rochas do Pré-Cambriano. A vegetação é constituída de cerrado subcaducifólio e/ou transição cerrado/floresta.

Estes solos têm sido usados, sobretudo, com pecuária extensiva e com culturas de milho, feijão, mandioca, soja e com fruticultura. Apresentam boas condições físicas e relevo favorável à mecanização, mas não dispensam o uso de corretivos e fertilizantes químicos e/ou orgânicos devido à sua elevada acidez e baixa fertilidade natural.

4.2.3 Latossolo Vermelho-Escuro

Compreende solos em que as características morfológicas, físicas e químicas correspondem àquelas já mencionadas para os Latossolos Vermelho-Amarelos, mas que se diferenciam destes por apresentar, essencialmente, cores vermelho-escuras. Apresentam-se álicos e distróficos, bem a fortemente drenados. Ocupam pequenas extensões na área estudada, situando-se em topos de relevo plano e suave ondulado. São originados de coberturas provindas predominantemente da alteração de arenitos vermelhos ou apenas de coberturas de materiais areno-argilosos e argilo-arenosos derivados de sedimentos da Formação Sambaíba do Triássico. A vegetação é de floresta subcaducifólia/cerrado subcaducifólio e cerrado subcaducifólio. Quanto ao uso, estes solos são cultivados com milho, feijão e com alguma fruticultura.

Apresentam relevo favorável à mecanização, têm boas condições físicas, mas necessitam de corretivos e fertilizantes em decorrência da elevada acidez e baixa fertilidade natural.

4.2.4 Podzólico Vermelho-Amarelo

Esta classe compreende solos com seqüência de horizontes A, B e C, podendo apresentar ou não, no horizonte B, revestimentos tênues (cerosidade) de materiais translocados nas superfícies das unidades estruturais ou poros.

Na área mapeada são distinguidos, de um lado, os Podzólicos Vermelho-Amarelos álicos e distróficos e, de outro, os Podzólicos Vermelho-

Amarelos eutróficos, onde a diferença essencial está no valor da saturação de bases, respectivamente, inferior e superior a 50%, bem como pela fertilidade natural, a qual nos solos eutróficos é bem melhor. Os solos álicos, além de sua baixa fertilidade natural, apresentam saturação com alumínio extraível elevada, acima de 50%. Foram constatados, nesta classe, solos plínticos, constituídos de mosqueadas no interior do perfil.

Os Podzólicos Vermelho-Amarelos possuem textura média e argilosa, situando-se, principalmente, nas encostas de colinas ou onteiros, ocupando também áreas de encostas de chapadas e topos destas, e com relevo que varia desde plano até forte ondulado. São originados de materiais de várias formações geológicas, principalmente de sedimentos da Formação Itapecuru do Cretáceo; são compostos também de materiais da Formação Pedra do Fogo do Permiano, de coberturas argilo-arenosas sobre outras formações geológicas e de segmentos vegetais, predominantemente, de florestas e algumas vezes de transição para cerrado; em menores áreas encontram-se puramente os cerrados.

Além do extrativismo do coco babaçu, as áreas de Podzólico Vermelho-Amarelo são aproveitadas com culturas de subsistência, destacando-se mandioca, milho, feijão, arroz e alguma fruticultura(manga, caju, banana).

As áreas de relevo plano e suavemente ondulado destes solos devem ser aproveitadas racionalmente para a agricultura. São áreas agricultáveis, onde os fatores limitantes poderão ser facilmente atenuados com a utilização de corretivos, de adubos e controle da erosão. Quanto às áreas de relevo ondulado e forte-ondulado, seria melhor que fossem destinadas à conservação dos babaçuais já existentes e à preservação da flora e da fauna da região.

4.2.5 Podzólico Vermelho-Amarelo concrecionário

Esta classe compreende solos que possuem, nos seus perfis, calhaus (frações grosseiras do solo de 2 cm a 20 cm de diâmetro).

Na área estudada, estes solos são álicos, distróficos e eutróficos, com textura média ou média/argilosa. São normalmente plínticos, porém foram constatados solos onde não se vê mais horizontes plínticos, ou seja, tudo evoluiu para concreções misturadas com pouca terra fina até a base do

perfil. Verifica-se que são solos fortemente ácidos a moderadamente ácidos, com saturação de bases baixa a alta e saturação com alumínio alta nos solos álicos. O relevo de suas áreas varia do plano ao forte-ondulado; o material originário é constituído, principalmente, de arenitos e siltitos relacionados com as Formações Pedra de Fogo do Permiano e Itapecuru do Cretáceo. A vegetação é de floresta subcaducifólia que, em algumas áreas, é de transição para cerrado, podendo ocorrer com e sem babaçu.

Atualmente estes solos são mais utilizados com pecuária extensiva de bovinos, verificando-se, também, o extrativismo do coco babaçu, raras culturas de subsistência e alguma fruticultura, principalmente cajueiro comum com 20 a 30 anos.

Estes solos apresentam limitações muito fortes ao manejo e à mecanização, em decorrência da grande quantidade de calhaus e cascalhos na superfície e dentro dos perfis. Por outro lado, são relativamente bem drenados, retêm, razoavelmente, umidade e matéria orgânica, além de serem resistentes à erosão em face da pedregosidade. Para o aproveitamento racional destes solos com agricultura, faz-se necessário pesquisa e experimentação, para adequação do melhor manejo e de culturas mais adaptadas às suas condições físicas e químicas.

4.2.6 Plintossolo

Esta classe compreende solos com restrição à percolação d'água, sujeitos ao efeito temporário do excesso de umidade, que se caracterizam por apresentar horizonte plíntico, o qual pode situar-se imediatamente abaixo de um horizonte A de cores pálidas que indiquem restrição de drenagem do solo. Estes solos podem ser álicos, distróficos e eutróficos de textura média e argilosa. Os plintossolos ocupam grandes extensões na área estudada, sobretudo na baixada maranhense.

Ocupam áreas de relevo predominantemente plano ou suave-ondulado. São originados também de materiais da Formação Sambaíba do Triássico e da Pedra de Fogo do Permiano, ou mesmo de sedimentos do Grupo Barreiras.

Quanto ao uso agrícola, foram observados sobre os plintossolos, além do extrativismo do coco babaçu, culturas, tais como: mandioca, arroz,

feijão, milho e fruticultura (caju, manga, citros), bem como a pecuária extensiva, principalmente de bovinos.

As áreas de plintossolos eutróficos são as que propiciam maior produtividade com as diversas culturas. Os plintossolos álicos e distróficos, principalmente os arenosos, são solos de baixa fertilidade natural e acidez elevada. Precisam de adubação e corretivos, principalmente para atenuar os efeitos tóxicos do alumínio extraível que é alto nesses solos.

De um modo geral, são solos que, em grande parte, ocorrem em relevo plano e suave-ondulado, que favorecem o uso de maquinarias agrícolas, mas que requerem os necessários cuidados conservacionistas, a fim de se evitar os efeitos da erosão, sobretudo quando se cultivam espécies de ciclo curto. Devido ao relevo favorável e por ocupar grandes extensões, estes solos devem ser racionalmente explorados com agricultura e pecuária.

4.2.7 Areias Quartzosas

Compreendem solos arenosos essencialmente quartzosos, profundos a muito profundos, excessivamente drenados, desprovidos de minerais primários facilmente decomponíveis e de muito baixa fertilidade natural. Estes solos são álicos ou distróficos, fortemente ácidos, tendo seqüência de horizontes A e C.

As Areias Quartzosas são desenvolvidas de arenitos das Formações Itapecuru do Cretáceo e Sambaíba do Triássico, bem como de deposições arenosas oriundas dessas formações e de sedimentos do Grupo Barreiras. O relevo normalmente é plano ou suave-ondulado e a vegetação variada, aparecendo florestas, cerrados e as formações de transição, sobressaindo-se a transição cerrado/floresta.

Quanto ao uso agrícola, estes solos são atualmente utilizados com pequenas culturas de feijão, arroz, mandioca e fruticultura (caju, coco), além da pecuária extensiva e do extrativismo do coco babaçu. São solos de fertilidade natural muito baixa e fortemente ácidos, que requerem muita adubação orgânica, elevação do pH a um nível adequado e eliminação do alumínio extraível através de racionais calagens, tendo, porém, muito cuidado, nesta última prática, de não saturar o solo com cálcio.

4.2.8 Areias Quartzosas Marinhas

Compreendem solos arenosos essencialmente quartzosos, excessivamente drenados, ácidos e fortemente ácidos, e de muito baixa fertilidade natural.

Grande parte das áreas destes solos teve origem a partir de dunas antigas que se fixaram pela vegetação característica das restingas.

São solos originados de deposições eólicas ou fluviais, de origem marinha, referidas ao Quaternário. Ocorrem em relevo predominantemente plano e suave-ondulado, com partes onduladas, com vegetação de restinga.

Quanto ao uso agrícola, foi observada cultura de cajueiro nestes solos. As principais limitações ao uso agrícola referem-se a muito baixa fertilidade natural e acidez elevada, necessitando de muita adubação orgânica e correção adequada do pH para neutralizar o excesso de alumínio extraível, sobretudo nos solos álicos. Entretanto, a correção dessa acidez é difícil de ser executada por meio de calagem, em face da natureza extremamente arenosa dos solos, podendo mesmo torná-los estéreis com a aplicação indevida de calcário.

5. APTIDÃO AGRÍCOLA DA TERRA PARA O CAJUEIRO

O estabelecimento da aptidão agrícola de uma área é a determinação de um potencial da terra em relação às exigências da cultura que se pretende desenvolver. As classes e as categorias de aptidão agrícola permitem estabelecer as possibilidades de uma área em relação à cultura desejada, indicando qual a expectativa do sucesso desta atividade. O sistema aqui apresentado é uma forma resumida do sistema de classificação da terra de Ramos & Frota (1990), a qual foi estruturada em função de dois conjuntos de fatores: fatores do solo e fatores geoambientais.

5.1 Fatores edafoclimáticos que determinam o potencial de uso de uma área.

Os fatores edafoclimáticos considerados mais importantes para o cajueiro são: profundidade efetiva (PE), textura do solo (Tex), drenagem

do perfil (Dre), fertilidade do solo (Fer), impedimentos à mecanização (IM), susceptibilidade à erosão (SE), profundidade do lençol freático (PF), relevo (Re), altitude (Alt), umidade atmosférica (UA), precipitações pluviométricas (PP) e temperatura do ar (TA).

As classes de aptidão de cada fator foram estabelecidas, objetivando atender às necessidades da cultura do cajueiro e tendo em vista a sua exploração comercial. As classes de aptidão definidas são as seguintes: excelente, boa, regular, restrita e inapta. As três primeiras oferecem potencial de uso econômico com a cultura do cajueiro, enquanto as classes restrita e inapta tornam a área inaproveitável comercialmente. Convém salientar que nenhum fator isoladamente, exceto precipitação pluviométrica e temperatura do ar, pode classificar uma área como inadequada. Além da classificação individual dos fatores edafoclimáticos, necessita-se fazer uma avaliação dos fatores em conjunto, pois geralmente o potencial de uma área é determinado pela interação dos diversos fatores. Deve ser levado em conta, também, que existem fatores limitantes de fácil correção, como, por exemplo, fertilidade do solo, enquanto outros têm correção muito difícil, podendo ser inviável técnica ou economicamente.

Relacionam-se no Quadro 1 os diferentes fatores e em cada caso as condições que conferem potencial para a cultura do cajueiro, e aqueles que a tornam comercialmente inviável, porque exigiram o emprego de insumos e tecnologia em níveis muito elevados, ou cuja correção não é tecnicamente viável.

Quadro 1. Fatores edafoclimáticos, condição potencial e inadequada para a cultura do cajueiro.

Fator	Condição potencial	Condição inadequada
PE	O substrato rochoso ou outro impedimento físico ocorre acima de 150 cm de profundidade.	O substrato rochoso ou outro impedimento físico ocorre em profundidade menor que 150 cm.
Tex	Na maior parte do perfil, o solo apresenta textura média; ou tem textura arenosa apenas na sua metade superior. As classes de textura são dadas a seguir, fazendo-se a ressalva de que o conteúdo de argila deve ser inferior a 40%; classes de textura: franco-arenosa, franco, franco-argilo-arenosa, franco-siltosa, franco-argilosa, argila-arenosa; areia franca na metade superior do perfil.	Na maior parte do perfil, o solo apresenta textura arenosa; ou textura silte ou franco-siltosa com menos de 10% de argila; ou conteúdo de argila maior que 40%; ou conteúdo de cascalho c/ou calhaus maior que 20% do volume do solo.
Fer	O solo apresenta disponibilidade de nutrientes boa até limitada; capacidade de troca de cátions igual ou maior que 4 meq/100g; saturação de bases acima de 10% e saturação com alumínio (Al ⁺⁺⁺) até 60%.	O solo tem pequena disponibilidade de nutrientes e/ou algum tipo de toxidez que retarda ou impede o desenvolvimento da cultura e reduz a sua produtividade; a saturação com alumínio (Al ⁺⁺⁺) é maior que 60%; ou saturação com sódio (Na ⁺) maior que 10%; e condutividade elétrica maior que 8mmhos/cm, a 25°C.
Dre	Solos bem drenados a acentuadamente drenados ou fortemente drenados.	Solos excessivamente drenados; solos imperfeitamente drenados ou mal-drenados.
IM	Os solos podem ser bem drenados; fortemente drenados; ou moderadamente drenados; devem permitir o uso de máquinas e implementos agrícolas durante todo o ano; não devem apresentar declividades acima de 20%; caso ocorram pedras ou rochas, o total não deve ocupar mais que 20% da área superficial ou do volume do solo no interior do perfil.	Solos que apresentam fortes restrições ao uso de máquinas agrícolas; ou permitem apenas o uso de tração animal; as declividades são maiores que 20%; a quantidade de pedras ou rochas alcança mais de 20% da área superficial ou do volume do solo no interior do perfil.
SE	Os solos devem ser pouco susceptíveis ou moderadamente susceptíveis à erosão; a condição muito susceptível, caso ocorra, deve ocupar menos de 30% da área. As declividades devem alcançar no máximo 15%, porém na maior parte da área devem ser igual ou inferior a 10%. Quando existir erosão anterior, esta deve ser do tipo laminar ligeira até moderada.	Solos fortemente susceptíveis à erosão, com declividades maiores que 15% na maior parte da área. Apresentam relevo forte-ondulado a montanhoso; ou relevos de menores declividades, porém com erosão laminar severa e/ou erosão em sulcos.
Alt	Nível do mar até 600 m.	Maior que 900 m (consideram-se altitudes em 600 m e 700 m).
Re	Relevo plano até ondulado, desde que as declividades não ultrapassem 12%.	Relevo ondulado com declividades acima de 12%; relevos forte-ondulado e montanhoso.
PF	Lençol freático entre 2,0 até 8,0 m de profundidade.	Lençol freático em profundidades menores que 2,0 m e maiores que 8,0 m.
UA	A umidade atmosférica relativa na maior parte do ano, deve ficar entre 50% e 90%, permanecendo abaixo de 90% durante maior tempo.	A umidade atmosférica relativa permanece a maior parte do ano abaixo de 50% ou acima de 90%.
PP	A média pluviométrica anual deve ser maior que 700 mm, podendo alcançar até 2000 mm; deve haver estação seca de 4 a 7 meses de saturação.	A média pluviométrica anual é menor que 700 mm, com estação seca de mais de 7 meses; ou a média anual de precipitação pluviométrica é maior que 2000 mm e a estação seca tem menos de 4 meses de duração.
TA	A temperatura anual média é maior que 21° C e menor que 36° C; a média das temperaturas máximas do ano não deve exceder 40° C e/ou a média das temperaturas mínimas deve ser igual ou maior que 16° C.	A temperatura anual média é menor que 21° C ou maior que 36° C; a média das temperaturas máximas do ano é maior que 40° C e/ou a média das temperaturas mínimas é menor que 16° C.

5.2 Avaliação das condições edáficas de diferentes solos

A avaliação das unidades de solo (Quadro 2) baseia-se nas limitações que o solo apresenta, levando-se em conta os requerimentos da cultura do cajueiro. Verifica-se que as diferentes unidades foram enquadradas nas classes de aptidão edáfica: excelente, boa e restrita, de acordo com as características específicas dos parâmetros de classificação.

- Latossolo Amarelo álico (LAa) - Esta unidade pedogenética tem condição excelente em todas as características, menos fertilidade, que apresenta deficiência de troca de cátions muito baixa e elevada saturação de alumínio trocável (Al^{+++}). A condição do parâmetro fertilidade determinou a classe edáfica boa, a qual é permitida, por ser este fator de correção relativamente fácil.

- Latossolo Amarelo distrófico (LAd) e Latossolo Amarelo eutrófico (LAe) - Estas unidades pedogenéticas têm condições excelentes em todas as características, menos fertilidade, possuindo saturação de alumínio inferior a 50%. O fator fertilidade, o T e Al^{+++} , é menos limitante no Latossolo Amarelo eutrófico, o que determinou a classe edáfica excelente.

- Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico e Latossolo Vermelho-Escuro distrófico - Estas unidades pedogenéticas pertencem à classe edáfica excelente, embora o parâmetro fertilidade seja limitante, necessitando da adição de fertilizantes para suprir as exigências da cultura em nutrientes especiais.

- Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico (PVd) - Esta unidade foi classificada como excelente; o fator fertilidade é a principal limitação, necessitando de adubação.

- Areia Quartzosa álica (AQa), Areia Quartzosa distrófica (AQd) e Areias Quartzosas Marinhas álicas e distróficas (AQMa, AQMd) - Ambas as unidades tiveram classe edáfica restrita, com maiores limitações de textura, drenagem e fertilidade. A Areia Quartzosa álica e Areias Quartzosas Marinhas álicas apresentam maiores limitações devido à textura mais arenosa, capacidade de troca de cátions muito baixa e elevada saturação com alumínio (Al^{+++}). A textura arenosa em todo o perfil resulta em infiltração muito rápida da água e lixiviação de nutrientes e adubos, que são translocados para fora da zona de maior absorção de nutrientes. Por outro lado, o solo tem pequena retenção de umidade, não atendendo à demanda da cultura durante a estação seca e em períodos de estio prolongado.

Quadro 2. Classificação dos fatores edáficos de unidades pedogenéticas representativas da cultura do cajueiro no Maranhão.

Unidades de solo (*)	Parâmetros de classificação					Aptidão edáfica	
	Prof. efetiva	Textura	Fertilidade	Drenagem	S. à erosão(*)		I. à mecanização(*)
LAa	Excelente	Boa	Restrita	Boa	Excelente	Excelente	Boa
LAd/LAe	Excelente	Boa	Regular/Boa	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
LVD/LEd	Excelente	Boa	Regular	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
PVd	Excelente	Boa	Regular	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
AQa/AMa	Excelente	Restrita	Restrita	Restrita	Restrita	Restrita	Restrita
AQd/AMd	Excelente	Restrita	Restrita	Restrita	Restrita	Restrita	Restrita

(*) S. à erosão = susceptibilidade à erosão; I. à mecanização = impedimentos à mecanização;

LAa = Latossolo Amarelo álico; LAd = Latossolo Amarelo distrófico; LVD = Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico;

LEd = Latossolo Vermelho-Escuro; PVd = Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico; AQa = Areia Quartzosa distrófica;

AQMa = Areia Quartzosa Marinha álica; AQMd = Areia Quartzosa Marinha distrófica.

6. RESULTADOS

6.1 Unidades pedogenéticas representativas

Foram encontradas nove unidades pedogenéticas, com expressão geográfica, nas áreas produtoras. Essas unidades e as microrregiões onde ocorrem são mostradas na Tabela 1.

Verifica-se na Tabela 2 que as unidades pedogenéticas compreendem seis classes de solo ao nível de grande grupo; são as seguintes: Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho-Escuro, Podzólico Vermelho Amarelo, Areias Quartzosas e Areias Quartzosas Marinhas.

Todas as unidades têm perfis profundos, sem impedimentos físicos, com boa aeração natural e drenagem interna variando da condição boa a excessiva. Alguns solos identificados no campo não foram incluídos na Tabela 2 por terem ocorrência geográfica restrita, aparecendo associados às unidades predominantes. Estes solos e as microrregiões onde ocorrem são os seguintes:

Latossolo Roxo álico e distrófico; microrregião Imperatriz e Chapadas do Sul Maranhense.

Plintossolo distrófico e eutrófico; microrregião Itapecuru e Mearim.

Podzólico Vermelho-Amarelo concrecionário distrófico e eutrófico; microrregião de Itapecuru, Altos Mearim e Grajaú e Baixo Parnaíba Maranhense.

6.2 Características físicas e químicas

As principais características físicas e químicas dos solos são mostradas nas Tabelas 3 e 4, respectivamente. Os dados dos horizontes do solo foram condensados, fazendo-se a média dos valores dos subhorizontes do solo superficial (A_1 ou A_p) e dos subhorizontes do solo superficial (B_2 ou C).

Os valores da Tabela 3 indicam perfis profundos com horizontes espessos; os Latossolos possuem textura média e argilosa nos horizontes superficiais; no Podzólico, o perfil é arenoso no horizonte superficial, enquanto nas Areias Quartzosas e Areias Quartzosas Marinhas todo o perfil é arenoso. As unidades pedogenéticas estudadas apresentam condições “distróficas”, “eutróficas” e “álicas”, isto é, saturação de alumínio superficial/subsuperficial, saturação de bases (V%) inferior a 50% e superior a 50%.

TABELA 1. Áreas produtoras de caju por microrregião homogênea e município. Fortaleza, 1997.

Microrregiões homogêneas										
Baixada Oriental Maranhense	Baixo Parnaíba Maranhense	Mearim	Pindaré	Itapecuru	Imperatriz	Altos Mearim e Grajaú	Médio Mearim	Alto Itapecuru	Chapadas do Sul Maranhense	Pastos Bons
Municípios										
Barreirinhas	Anapurus	Bacabal	Pindaaré-Mirim	Caxias	Imperatriz	Barra do Corda	Presidente Dutra	Buriti Bravo	Balsas	Nova Iorque
Axixá	Aratoses	Esperantinópolis	Santa Inês	Codó	João Lisboa	Grajaú	S. Domingos Colinas do Maranhão	Riachão	Pastos Bons	São João dos Patos
Humberto de Campos	Brejo	Joselândia	Santa Luzia	Itapecuru-Mirim	Porto Franco	Sítio Novo	Tuntum	Alto Parnaíba	Tasso Fragoso	
Urbano Santos	Buriti	Pedreiras	Buriticupu	Matões						
	S. Quitéria do Maranhão		Zé Doca	Parnatama				Fortaleza dos Nogueiras		
	São Bernardo									

TABELA 2. Unidades Pedogenéticas representativas das áreas produtoras de caju em onze microrregiões homogêneas do Maranhão. Fortaleza, 1997.

Unidades pedogenéticas	Microrregiões
Latossolo Amarelo distrófico e eutrófico, Latossolo Vermelho-Amarelo, Areias Quartzosas, Areias Quartzosas Marinhas, ambos álicos e distróficos.	Baixada Oriental Maranhense; Baixo Parnaíba Maranhense; Mearim; Itapecuru; Altos Mearim e Grajaú; Médio Mearim; Alto Itapecuru.
Latossolo Vermelho-Escuro, Podzólico Vermelho-Amarelo, ambos distróficos, Latossolo Vermelho-Amarelo álico e distrófico.	Pastos Bons; Alto Itapecuru; Chapadas Sul Maranhense.
Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho-Escuro, Podzólico Vermelho-Amarelo, todos distróficos.	Imperatriz; Chapadas do Sul Maranhense.

TABELA 3. Características físicas de nove unidades pedogenéticas representativas do cajueiro do Maranhão.

Unidades de solo	Hor.	Prof.	Textura (%)			Classes de textura
			Areia	Silte	Argila	
Latossolo Amarelo distrófico textura média	A	0 - 40	73,70	8,30	18,00	Franco-arenosa
	B	40 - 80	64,70	10,50	24,80	Franco-argilo-arenosa
Latossolo Amarelo distrófico textura argilosa	A	0 - 40	50,95	12,05	37,00	Franco-argilosa
	B	40 - 80	45,75	10,25	44,00	Argila
Latossolo Amarelo eutrófico Textura média	A	0 - 40	64,50	10,70	24,80	Franco-argilo-arenosa
	B	40 - 80	58,60	14,00	27,40	Franco-argilo-arenosa
Latossolo Vermelho-Amarelo álico textura média	A	0 - 50	60,00	8,00	32,00	Franco-argilo-arenosa
	B	50 - 100	61,00	6,00	35,00	Franco-argilo-arenosa
Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico textura média	A	0 - 20	77,10	10,10	12,80	Franco-arenosa
	B	60 - 100	65,05	10,75	24,20	Franco-argilo-arenosa
Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico textura argilosa	A	0 - 30	45,60	13,00	41,40	Argila
	B	30 - 100	32,40	13,60	54,00	Argila
Latossolo Vermelho-Escuro distrófico textura média	A	0 - 40	66,00	18,40	15,60	Franco-arenosa
	B	40 - 120	43,85	28,75	27,40	Franco-argilo-arenosa
Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico textura média	A	0 - 20	95,0	2,0	3,0	Areia
	B	80 - 120	70,5	7,5	22,0	Franco-argilo-arenosa
Areias Quartzosas álicas	A	0 - 30	82,0	3,0	9,0	Areia franca
	C	30 - 70	88,0	4,0	11,0	Areia franca
Areias Quartzosas distróficas	A	0 - 40	94,30	2,3	7,40	Areia franca
	C	40 - 80	87,00	4,6	8,40	Areia franca
Areias Quartzosas Marinhas	A	0 - 25	88	4	8	Areia franca
	C	70 - 110	93	1	6	Areia

TABELA 4. Características químicas de nove unidades pedogenéticas representativas do cajueiro do Maranhão.

Unidades de solo	Hor.	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺⁺	Na ⁺	Al ⁺⁺⁺	pH H ₂ O	T	V	100Al
								cmol/kg	%	Al + S
Latossolo Amarelo distrófico textura média	A	0,9	1,4	0,14	0,05	0,7	4,3	5,6	20,5	40,00
	B	0,5	0,7	0,07	0,10	0,6	4,5	6,2	21,8	33,23
Latossolo Amarelo distrófico textura argilosa	A	1,3	1,6	0,13	0,14	0,5	4,9	6,7	41,8	14,33
	B	0,6	0,8	0,06	0,13	0,8	4,2	6,2	25,2	34,28
Latossolo Amarelo eutrófico textura média	A	1,0	1,2	0,08	0,14	0,7	5,1	4,2	57,3	23,93
	B	0,9	1,3	0,11	0,15	0,7	5,1	4,1	59,0	22,68
Latossolo Vermelho-Amarelo álico textura média	A	0,3	0,1	0,25	0,03	1,3	4,0	9,0	3,0	85,00
	B	0,1	0,1	0,02	0,05	1,0	4,4	5,0	4,0	83,00
Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico textura média	A	1,3	1,5	0,08	0,30	0,5	4,8	7,3	43,0	14,98
	B	0,3	0,6	0,15	0,24	0,5	4,7	4,8	26,3	30,32
Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico textura argilosa	A	0,7	1,2	0,11	0,13	0,7	4,3	7,0	30,40	24,91
	B	0,4	0,6	0,04	0,12	0,7	4,2	5,3	21,59	39,96
Latossolo Vermelho-Escuro distrófico textura média	A	0,3	0,4	0,2	0,2	0,6	4,6	5,2	21,77	37,34
	B	0,3	0,5	0,3	0,2	0,8	4,4	5,9	22,10	38,30
Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico textura média	A	0,9	1,2	0,18	0,18	0,5	5,4	5,8	41,96	18,83
	B	0,7	0,8	0,05	0,13	0,9	4,3	5,5	30,06	35,68
Areias Quartzosas álicas	A	0,2	0,2	0,02	0,01	1,0	5,0	3,6	8,00	77,00
	C	0,1	0,1	0,01	0,01	0,5	5,2	1,8	11,00	75,00
Areias Quartzosas distróficas	A	0,4	0,7	0,05	0,10	0,6	5,3	4,2	26,27	32,49
	C	0,4	0,6	0,03	0,13	0,6	5,5	4,5	25,86	33,96
Areias Quartzosas Marinhas	A	1,2	0,2	0,05	0,01	0,2	5,3	4,6	33	12
	C	0,1	0,1	0,02	0,01	0,2	5,0	1,1	9	67

A descrição morfológica dos solos demonstra que os horizontes superficiais são fracamente estruturados e em alguns casos estão compactados. O desmatamento e o uso do solo com cajueiro expõem a superfície aos raios solares e às chuvas, contribuindo para diminuir a matéria orgânica. O impacto das chuvas sobre o solo e a pressão exercida pelas máquinas e implementos agrícolas destroem os agregados e aos poucos preenchem o espaço poroso com as partículas que se soltaram. Essa condição traz prejuízo

para infiltração e armazenamento da água no solo, e cria mais resistência ao crescimento das raízes.

As características químicas resumidas na Tabela 4 indicam pequena e média disponibilidade de nutrientes, uma vez que a capacidade de troca de cátions (+) varia de 1,8 a 9,0 cmol/kg de solo. A reação do solo (pH) nos diferentes perfis apresenta a condição fortemente ácida a moderadamente ácida. Verifica-se que os níveis de alumínio trocável são moderadamente nocivos às plantas, requerendo tratamento do solo para sua neutralização. A saturação do alumínio nos solos é superior a 10%, podendo chegar a mais de 80% nos Latossolos e Areias Quartzosas álicas.

Considera-se o valor de saturação de alumínio acima de 10% como prejudicial para o crescimento radicular das plantas, constituindo, portanto, um problema potencial para agricultura na região, necessitando de corretivos para baixar os níveis de alumínio. O conteúdo de matéria orgânica dos solos é baixo, mesmo nos horizontes superficiais, cujos valores de carbono orgânico são inferiores a 1%, evidenciando deficiência de nitrogênio a ser liberado para as culturas (Madeira Neto & Macedo, 1985).

7. CONCLUSÕES

- As regiões produtoras estão distribuídas em 43 municípios pertencentes a onze microrregiões do Maranhão.
- Foram encontradas nove unidades pedogenéticas representativas da cultura do cajueiro, as quais estão classificadas em seis grandes grupos de solos: Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho Escuro, Podzólico Vermelho-Amarelo, Areias Quartzosas e Areias Quartzosas Marinhas.
- A acidez dos solos varia de moderadamente ácido a fortemente ácido.
- A toxidez de alumínio é medianamente nociva (0,4 a 1,0 cmol/kg) para as culturas.
- A maioria das amostras apresenta valores de $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ variando de baixo a médio. No entanto, o nível baixo foi bastante significativo, indicando uma necessidade de incorporação de calcário dolomítico.

- O nível de fósforo é baixo nas microrregiões.
- A deficiência de potássio é evidenciada para a totalidade das amostras analisadas.
- Os solos são profundos, bem drenados, possuindo boas propriedades físicas para o cultivo do caju.
- Os municípios de Barreirinhas, Araiases, Caxias, Presidente Prudente, Itapecuru, Santa Inês, Brejo, Barra do Corda, São João dos Patos são os maiores produtores de cajueiro comum.
- Os municípios de Zé Doca, Anapurus, Barra do Corda, Buriticupu, Santa Quitéria do Maranhão, Chapadinha, Codó, Grajaú, Tuntum, São Domingos do Maranhão, Balsas, Pastos bons, Matões, Esperantinópolis, Imperatriz, São João dos Patos possuem áreas com condições ecológicas para o cultivo do cajueiro.

8. REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. **Folha SA. 23 São Luiz e parte da folha SA. 4 Fortaleza**; geologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1973a, 1v. (Levantamento de Recursos Naturais, 3).
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional. Projeto RADAM. **Folha SB. 23 Teresina e parte da folha SB. 24 Jaguaribe**; geologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1973b. 1v. (Levantamento de Recursos Naturais, 2).
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional. Projeto RADAM. **Folha SC. 23 Rio São Francisco e SC. 24 Aracaju**; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1973c. 1v. (Levantamento de Recursos Naturais, 1).
- BUOL, S. W.; HOLE, F. D.; McCRAKEN, R. J. **Soil genesis and classification**. Ames: Iowa State University Press, 1973. 359p.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento de Conservação de Solos

- (Rio de Janeiro, RJ) **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979, 1v.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ) **Levantamento exploratório** - reconhecimento de solos do Estado do Maranhão. Rio de Janeiro. EMBRAPA-SNLCS/SUDENE-DRN, 1986. 964p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim de Pesquisa, 35), (Brasil. SUDENE.DRN. Série Recursos de Solos, 17).
- LEMONS, R. C. de; SANTOS, R. D. dos. **Manual de métodos de trabalho de campo**. [s. l.]: SBCS, 1973. 36p.
- LEPSCH, I. F. Influência dos fatores edáficos na produção. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira do Potássio e do Fósforo, 1987. p. 83-100.
- MADEIRA NETO, J. S.; MACEDO, J. **Contribuição para interpretação dos levantamentos de solos**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1985. p. 16-27. (EMBRAPA.CPAC. Boletim de Pesquisa, 6).
- RAMOS, A. D. ; FROTTA, P. C. E. **Aptidão Agrícola da terra para a cultura do cajueiro**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPq, 1990. p. 32 (EMBRAPA-CNPq. Boletim de Pesquisa, 1).
- RIZZINI, C. T. A flora do cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 3., São Paulo, SP, 1971. Anais... São Paulo: Edgar Blucher/Universidade de São Paulo, 1971. p. 106-152.

9. ANEXOS



**Perfil de
Latosolo Vermelho-Amarelo.**

**Paisagem de ocorrência
de Latossolo
Vermelho-Amarelo.**





Plantio de cajueiro.

**Paisagem de ocorrência
de Areias Quartzosas.**



**Paisagem de ocorrência
de Areias Quartzosas
no cerrado.**

**Paisagem de ocorrência
de Latossolo Vermelho-
Amarelo.**



**Paisagem de ocorrência
de Areias Quartzosas
no cerrado.**



Plantio de cajueiro anão precoce em Areias Quartzosas.



Plantio de cajueiro em Latossolo Vermelho-Amarelo.



Plantio de cajueiro em Latossolo Areias Quartzosas.