



---

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte  
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

# **Tecnologias para Produção em Solos Arenosos de Tabuleiros Costeiros do Meio-Norte**

Organização de:  
Valdomiro Aurélio Barbosa de Souza  
Eugênio Ferreira Coelho

Embrapa Meio-Norte  
Teresina, PI  
2000

**Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:**

**Embrapa Meio-Norte**

Av. Duque de Caxias, 5650

Telefone: (86) 225-1141

Fax: (86) 225-1142. E-mail: publ@cpamn.embrapa.br.

Caixa Postal 01

CEP 64006-220 Teresina, PI

**Tiragem:** 1.000 exemplares

**Comitê de Publicações:**

Valdomiro Aurélio Barbosa de Souza - Presidente

Eliana Candeira Valois - Secretária

José de Arimatéia Duarte de Freitas

Rosa Maria Cardoso Mota de Alcantara

José Alcimar Leal

Francisco de Brito Melo

**Tratamento Editorial:**

Lígia Maria Rolim Bandeira

**Revisor:**

Francisco David da Silva

**Diagramação Eletrônica:**

Erlândio Santos de Resende

Valdomiro Aurélio Barbosa de Souza; Eugênio Ferreira Coelho (org.)  
Tecnologias para produção em solos arenosos de tabuleiros costeiros do  
Meio-Norte. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. 550 p.il.

ISBN 85-88388-08-1

1. Clima; Solos; Irrigação; Manejo de Culturas Irrigadas, Amendoim, Cará,  
Cebola, Laranja, Mandioca, Manga, Melancia, Melão, Milho, Tomate e  
Uva.

CDD: 631.4

© Embrapa 2000

### SOLOS

Rosa Maria Cardoso Mota de Alcantara<sup>1</sup>  
Camilo de Lélis Teixeira de Andrade<sup>2</sup>  
Eugênio Ferreira Coelho<sup>3</sup>  
Luiz Fernando Garcia<sup>4</sup>

#### 1. Introdução

Os solos de tabuleiros são de grande importância agrícola, principalmente por situarem-se em áreas de relevo plano ou suavemente ondulado e na faixa úmida costeira, onde as precipitações pluviométricas apresentam maior regularidade. Estão distribuídos por quase toda a faixa litorânea do Brasil, ocupando na região Nordeste cerca de 98.500 km<sup>2</sup>, dos quais 1.872 km<sup>2</sup> encontram-se no Piauí (Silva et al., 1993).

A cobertura vegetal desses solos varia com o relevo. Nas superfícies mais elevadas, verifica-se a ocorrência de caatinga hipoxerófila em transição para floresta caducifólia, enquanto nas superfícies rebaixadas ocorre uma vegetação de caatinga aberta com aglomerados de espécies de porte arbóreo-arbustivo, intercaladas por estrato herbáceo com predomínio de gramíneas.

As espécies de maior ocorrência são: sabiá (*Mimosa caesalpinaefólia*), mofumbo (*Combretum leprosum*), catanduva (*Pityrocarga oblíqua*), catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*),

---

<sup>1</sup>Embrapa Meio-Norte, Caixa Postal 01, CEP: 64006-220, Teresina, PI  
E-mail: rmaria@cpamn.embrapa.br

<sup>2</sup>Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 151, CEP: 35701-970, Sete Lagoas, MG

<sup>3</sup>Embrapa Mandioca e Fruticultura, Caixa Postal 07, CEP: 44380-000, Cruz das Almas, BA

<sup>4</sup>Embrapa Meio-Norte/UEP-Parnaíba, Caixa Postal 341, CEP: 64202-020, Parnaíba, PI

mororó (*Bauhinia heterandra*), marmeleiro (*Croton spp.*), araçá (*Psidium guinesis*), maçaranduba (*Manilkara solzmanni*), cipaúba (*Thilsa glaucocarpa*), cansanção (*Manihot spp.*), mandacaru (*Cereus jamacuru*), guabiraba (*Eugenia spp.*), maria-preta (*Cordia salzman*) e grão de galo (*Tubernaemontana lacta*) (Departamento..., 1988).

Os recursos hídricos dos tabuleiros costeiros do Piauí, de forma similar aos tabuleiros costeiros de outras regiões, são caracterizados por sistemas fluviais que revelam padrões de drenagem paralelos e subparalelos, que recortam os sedimentos em direção ao mar e cujo rio principal (Parnaíba) ocupa um vale amplo e profundo, com extensas áreas inundáveis (Silva et al., 1993).

Este capítulo tem por objetivo discorrer sobre os solos dos tabuleiros costeiros do Piauí, com ênfase em suas características morfológicas, físicas e químicas. Objetiva, também, apresentar práticas de manejo e conservação apropriadas para esses solos.

## **2. Caracterização dos Solos de Tabuleiros Costeiros**

Os solos dos tabuleiros costeiros do Piauí são, em sua maioria, desenvolvidos a partir de arenitos brancos e róseo-avermelhados da Formação Barreiras do terciário. Nas superfícies mais baixas, também ocorrem solos derivados de arenitos brancos grosseiros com seixos de quartzos, relacionados com a Formação Serra Grande do período Devoniano (Embrapa, 1986). Devido à pobreza do material de origem, os solos que compõem esse ecossistema possuem baixa fertilidade natural. São geralmente arenosos, apresentando horizontes superficiais arenosos e alta percentagem de areia nas camadas mais profundas.

As classes de solos representativas dos tabuleiros costeiros do Piauí são: Latossolões Amarelos, Areias Quartzosas, Podzólicos Vermelho Amarelos, Podzólicos Acinzentados, Plintossolos, Planossolos e Solos Litólicos. A distribuição dessas classes de solos dentro do ecossistema tabuleiros reflete uma estreita

relação com o relevo. Nas áreas mais altas e planas (0-3% de declive), predominam solos profundos e de drenagem livre, como Latossolos Amarelos e Areias Quartzosas. Nas encostas, ocorrem em maior proporção os Podzólicos Vermelho Amarelos e, em menor proporção, os Litólicos. Nas áreas rebaixadas que se distinguem como faixas de drenagem, encontram-se Plintossolos e Podzólicos Acinzentados e nas áreas mais rebaixadas, em nível precedente a terraços fluviais, predominam os Planossolos (DNOS,1988).

## 2.1 Características Morfológicas

### 2.1.1 Latossolos Amarelos

Os Latossolos Amarelos ocupam, principalmente, as áreas planas dos interflúvios do ecossistema tabuleiros, embora também ocorram nas encostas com relevo suave ondulado (DNOS,1988).

São solos normalmente profundos com transições difusas a graduais entre os horizontes, com alto grau de flocculação de argilas, desprovidos de frações grosseiras ao longo do perfil e com baixa relação silte/argila. Caracterizam-se pelo elevado grau de intemperismo e pela coloração amarela, reflexo dos óxidos de ferro do tipo goetita, que constituem seu material de origem (Embrapa, 1986).

Possuem como seqüência de horizontes A, Bw e C. O horizonte Bw (latossólico) é típico desses solos, sendo geralmente espesso (> 100 cm), de coloração nos matizes 7,5 YR a 10 YR, textura média e estrutura fraca pequena em blocos subangulares (Oliveira et al., 1992).

Os horizontes superficiais desses solos possuem classificação textural areia ou areia franca, estrutura fraca pequena e média, consistência macia quando seco, muito friável quando úmido e transição gradual a clara. Quanto aos horizontes subsuperficiais, a textura é geralmente areia franca ou franco-arenosa, estrutura desenvolvida em blocos subangulares pequenos e médios, consistência macia a ligeiramente dura quando seco, muito friável a friável quando úmido e transição

difusa entre os subhorizontes (Embrapa, 1986).

Os Latossolos Amarelos que ocorrem no ecossistema tabuleiros da região podem apresentar caráter coeso, ou seja, horizonte de consistência dura ou muito dura quando seco e friável quando úmido. Em geral, a parte coesa do horizonte coincide com uma faixa compreendida entre 20 e 60 cm, podendo atingir até maiores profundidades. Normalmente, este caráter se expressa nos horizontes AB e/ou BA, podendo atingir o topo do B (Jacomine, 1996). Esses solos constituem as melhores áreas para exploração da agricultura na região (DNOS,1988).

### 2.1.2. Podzólicos Vermelho Amarelos

Ocorrem nas superfícies aplainadas, geralmente nas encostas com relevo suavemente ondulado (DNOS,1988). De modo geral, são solos que apresentam um gradiente textural acentuado entre os horizontes superficiais e subsuperficiais, com transição variando de gradual a clara entre os horizontes (Oliveira et al., 1992). São solos profundos a muito profundos, que apresentam a seguinte seqüência de horizontes: A, E, Bt, C ou A, Bt, C. A presença do horizonte B textural (Bt) é sua característica distintiva (Embrapa, 1986).

O horizonte A de ocorrência mais freqüente nesses solos é o tipo moderado, que apresenta cor bruno-acinzentada quando úmido, textura arenosa, estrutura fracamente desenvolvida em blocos subangulares pequenos e médios, consistência macia quando seco, muito friável quando úmido, não plástica e não pegajosa quando molhado (DNOS,1988).

O horizonte Bt caracteriza-se pelo acúmulo de argila proveniente do horizonte de eluviação. Apresenta coloração que varia de bruno-acinzentada a bruno-forte e vermelho-amarelada, textura variando de arenosa a areia franca, estrutura fraca com blocos subangulares pequenos e médios e consistência ligeiramente dura a dura quando seco, friável quando úmido, plástica e pegajosa quando molhado (Embrapa, 1986).

O horizonte E (eluvial) difere do horizonte superficial apenas

pela coloração mais clara decorrente das perdas de argila e sesquióxidos de ferro pelo processo de eluviação (Oliveira et al., 1992).

A presença de fragipan é muito freqüente nesses solos, podendo ocorrer imediatamente abaixo do horizonte E ou mais profundamente (Oliveira et al., 1992). O caráter coeso também é freqüente, ocorrendo abaixo do horizonte A e atingindo maior profundidade no horizonte B. Quanto ao uso agrícola, sua aptidão é classificada como regular para pastagem plantada, pastagem nativa e silvicultura (DNOS, 1988).

### 2.1.3. Podzólicos Acinzentados

Os Podzólicos Acinzentados ocorrem em superfícies rebaixadas que formam faixas de drenagem dentro dos tabuleiros (DNOS, 1988). Caracterizam-se pela coloração altamente esmaecida, em torno do bruno-muito-claro-acinzentada. Essa coloração está relacionada com suas condições de drenagem interna, condicionada pela oscilação do lençol freático e pela presença de fragipan ou de horizonte B coeso (Oliveira et al., 1992). A seqüência de horizontes desses solos é: A - E - Btx - C ou A - Bt - Btx - C ou A - Bt - C. Apresentam transições planas, que variam de gradual a clara entre os horizontes (Embrapa, 1986).

O horizonte A apresenta textura variando de arenosa a franco-arenosa, cor bruno-acinzentado-muito-escuro a bruno-amarelado-claro, estrutura em grãos simples ou incipiente, consistência solta a macia quando seco, solta a muito friável quando úmido, não plástica e não pegajosa quando molhado (DNOS, 1988).

O horizonte Bt, principal característica morfológica desses solos, apresenta coloração acinzentada devido a problemas de drenagem interna, texturá média ou raramente argilosa, estrutura em blocos subangulares fracamente desenvolvidos, consistência seca variando de dura a muito dura, friável quando o solo está úmido e plástica a pegajosa quando molhado (Oliveira et al., 1992).

O horizonte E (eluvial) quando presente é de textura arenosa ou média, de coloração mais clara que o horizonte A e relativamente espesso (> 30 cm) (Embrapa, 1986).

No ecossistema tabuleiros esses solos são pouco utilizados na agricultura devido especialmente aos problemas de drenagem interna e à baixa fertilidade natural da parte arável.

#### 2.1.4. Areias Quartzosas

As Areias Quartzosas ocupam as áreas planas dos tabuleiros costeiros do Piauí. São solos profundos a muito profundos, drenagem acentuada a excessivamente drenados e caracterizados pelo predomínio absoluto de grãos de quartzo (> 80%) e baixo teor de argila (< 15%) (Embrapa, 1986).

Apresentam perfis de extrema simplicidade, limitando-se à presença de apenas dois horizontes, A e C, com transição difusa, variando de gradual a clara (Oliveira et al., 1992). Possuem aspecto maciço poroso e pouco coeso, como consequência da sua composição granulométrica, constituída por baixo teor de argila e silte e alto teor de areia grossa.

O horizonte A é, geralmente, do tipo moderado ou fraco, pouco espesso, de cor bruno-acinzentada a bruno-amarelado-escura, textura arenosa, sem estrutura ou com estrutura incipiente, consistência solta quando o solo está seco ou úmido, e não plástica e não pegajosa quando molhado (DNOS, 1988).

O horizonte C apresenta cores claras (brunadas), textura variando de arenosa a franco-arenosa, sem estrutura (grãos simples), consistência solta a macia quando seco, solta a muito friável quando úmido, não plástica a ligeiramente plástica e não pegajosa a ligeiramente pegajosa quando molhado.

Devido às várias limitações de natureza física e química desses solos, sua utilização agrícola ao longo de muito tempo restringia-se apenas às atividades de reflorestamento. Nas últimas décadas, no entanto, extensas áreas têm sido exploradas com culturas de ciclo curto e culturas perenes. No Piauí, a principal utilização desses solos tem sido com fruticultura.

### 2.1.5. Plintossolos

Nos tabuleiros costeiros do Piauí, os Plintossolos ocorrem nas áreas rebaixadas que correspondem às faixas de drenagem, compondo vales abertos com relevo plano (DNOS, 1988). Caracterizam-se pela presença de horizonte plíntico, cuja origem deve-se à oscilação do lençol freático, que origina alternados ciclos de umedecimento e secagem (Oliveira et al., 1992). Apresentam seqüência de horizontes A, E, B (Btf) e C, com transição clara entre os horizontes A e E e abruptas entre E e Btf (Embrapa, 1986).

O horizonte A é do tipo moderado ou fraco, com textura variando de arenosa a franco-arenosa, cor bruno-acinzentado escuro a bruno-escura estrutura em grãos simples ou muito fracamente desenvolvida em blocos subangulares pequenos e médios, consistência variando de solta a muito friável quando úmido, não plástica e não pegajosa quando molhado e macia a ligeiramente dura quando seco (DNOS, 1988).

O horizonte E, geralmente alábico, apresenta as mesmas características morfológicas do horizonte A, diferenciando-se apenas na coloração mais clara (bruno a bruno-clara), decorrente dos processos de eluviação (Oliveira et al., 1992).

O horizonte Btf (plíntico) pode ocorrer de forma coincidente ou subjacente ao B textural. Apresenta-se geralmente compacto, com aspecto variegado devido às manchas vermelhas formadas pela plintita. Sua coloração é de fundo bruno-claro-acinzentado a acinzentado-claro acompanhado de mosqueado de plintita, de cor vermelho-escura a vermelho-amarelada. Sua textura varia de franco-argilo-arenosa a franco-arenosa, estrutura fraca a moderada com blocos subangulares médios e pequenos, consistência ligeiramente dura a muito dura quando seco, friável a firme quando úmido, ligeiramente plástica a plástica e ligeiramente pegajosa a pegajosa quando molhado (Embrapa, 1986).

### 2.1.6. Planossolos

Ocorrem nas superfícies mais baixas dos tabuleiros costeiros, em áreas sujeitas a alagamentos durante a estação chuvosa. São solos pouco profundos que, devido ao acúmulo de água em certos períodos do ano e à sua característica de lenta permeabilidade, apresentam sinais de hidromorfismos: cores acinzentadas ou bruno-amarelas com mosqueamento (Oliveira et al., 1992). Apresentam seqüência de horizonte A - Bt - C ou A - E - Bt - C, com acentuado contraste textural entre os horizontes A ou E (álbico) e o Bt. Essa marcante mudança textural confere a estes solos uma superfície de fraturamento entre o horizonte Bt e o suprajacente (Embrapa, 1986).

O horizonte A desses solos é geralmente moderado e fraco, coloração bruno-escura a bruno-claro acinzentada, textura arenosa ou franco, estrutura em grãos simples ou incipiente, consistência solta a macia quando seco, solta muito friável quando úmido, não plástica e não pegajosa quando molhado (Embrapa, 1986).

O horizonte Bt (textural) apresenta intenso adensamento e, como conseqüência, drenagem imperfeita e sinais de hidromorfismo. Possui coloração variando de cinzento-clara a cinzento-oliváceo-clara, com mosqueado geralmente bruno-forte, textura franco-arenosa a franco-argilo-arenosa, estrutura fraca prismática ou em blocos subangulares e/ou angulares médios e grandes, consistência muito dura a extremamente dura quando seco, firme a muito firme quando úmido, plástica e pegajosa quando molhado (DNOS, 1988).

A utilização agrícola desses solos é limitada pela inundação a que estão sujeitos durante a estação chuvosa.

### 2.1.7 Solos Litólicos

Os solos litólicos ocorrem nas superfícies onduladas dos tabuleiros costeiros do Piauí, em áreas de encostas e de topografia irregular (Brasil, 1988). São solos rasos, com elevados teores de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo

e com blocos de rochas semi-intemperizados, de diversos tamanhos (Oliveira et al., 1992). Geralmente ocorrem com afloramentos rochosos, apresentando como seqüência de horizontes: A - R, A - C - R ou A - Bi - C - R. O horizonte A é, geralmente, pouco espesso (<50 cm) com coloração bruno-acinzentado-escura, textura franco-arenosa e estrutura fraca com blocos médios e pequenos. Quanto à consistência, o solo se apresenta friável quando úmido, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso quando molhado (Embrapa, 1986).

O horizonte B, quando existente, é incipiente e apresenta estádios bem variados de desenvolvimento, desde ligeiras modificações devido à cor ou à estrutura, até alterações mineralógicas, enquanto o horizonte C apresenta-se pouco espesso e entremeado de material rochoso (Oliveira et al, 1992).

Devido à presença de pedras na superfície e no perfil do solo, são solos inadequados para o cultivo e com aptidão restrita apenas para pastagem natural.

## 2.2 Características Químicas

### 2.2.1. Latossolos Amarelos

São solos ácidos a fortemente ácidos, com pH em água normalmente com valores compreendidos entre 4,0 e 5,0. Em geral, contêm valores elevados de alumínio trocável ( $> 2,0 \text{ cmol}^{\circ} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) e são álicos, ou seja, possuem saturação por alumínio igual ou maior que 50%. O teor de alumínio aumenta com a profundidade, isto é, do horizonte A para o Bw (Embrapa, 1995).

Os Latossolos Amarelos são geralmente distróficos e, portanto, muito pobres quimicamente. Apresentam teores de fósforo assimilável em torno de 1 a 3  $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Devido à reciclagem de nutrientes apresentam maior concentração de bases na superfície. Ao longo do perfil, os teores de cátions trocáveis decrescem atingindo valores muito baixos, com teores de cálcio variando de 0,12 a 0,42  $\text{cmol}_{\text{c}} \cdot \text{dm}^{-3}$ , magnésio de 0,17 a 0,24  $\text{cmol}_{\text{c}} \cdot \text{dm}^{-3}$  e potássio de 0,03 a 0,11  $\text{cmol}_{\text{c}} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Apresentam saturação por bases entre 28 e 43% e baixos teores ( $< 2,0 \text{ cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ ) de soma de bases (DNOS, 1988).

A capacidade de troca de cátions desses solos é muito baixa, situando-se abaixo de  $6,5 \text{ cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ . Os teores de matéria orgânica também são baixos, variando de 1,9 a  $16,0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  (Embrapa, 1986). Em relação à exploração agrícola, apresentam importante limitação decorrente da baixíssima fertilidade, representada por reação ácida, alta saturação por alumínio e deficiência de nutrientes.

### 2.2.2. Podzólicos Vermelho Amarelos

Os Podzólicos são solos ácidos a fortemente ácidos, com valores de pH em torno de 4,9 a 5,8. Possuem alta saturação por alumínio trocável, sendo, portanto, solos álicos, embora, não apresentem teores absolutos de alumínio trocável elevados. Normalmente, esses teores não ultrapassam  $1,0 \text{ cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$  nas camadas superficiais desses solos, embora aumentem com a profundidade (Oliveira et al., 1992).

O fósforo assimilável desses solos é muito baixo, atingindo no máximo  $3 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Os valores de soma de bases e a saturação por bases também não são elevados, devido aos baixos teores de cálcio ( $0,20 \text{ cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ ), magnésio ( $0,02$  a  $0,36 \text{ cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ ) e potássio ( $0,04$  a  $0,09 \text{ cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ ). A saturação por bases atinge valores entre 16 e 24% no horizonte A e entre 34 e 42% no horizonte B (DNOS, 1988). A capacidade de troca de cátions é consideravelmente baixa e situa-se, geralmente, entre  $1,31$  e  $4,79 \text{ cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ . O baixo teor de matéria orgânica ( $3,1$  a  $11,7 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) associado à sua textura confere a esses solos baixo poder tampão e baixa capacidade de retenção de nutrientes (Jacomine, 1996).

### 2.2.3. Podzólicos Acinzentados

São solos de forte a moderada acidez, com pH em água na faixa de 5,2 a 6,0, teores de alumínio que variam de 0,03

a  $0,20 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  e saturação por alumínio baixa ou nula (Embrapa, 1986). Apresentam baixos teores de fósforo disponível ( $1 \text{ a } 5 \text{ mg}.\text{dm}^{-3}$ ) e potássio ( $0,03 \text{ a } 0,10 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ), enquanto os teores de cálcio e magnésio variam de  $0,36 \text{ a } 3,54$  e de  $0,12 \text{ a } 2,70 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ , respectivamente (DNOS, 1988).

A saturação por bases, nos Podzólicos Acinzentados dos tabuleiros costeiros do Piauí, varia de baixa a alta, na ordem de  $28 \text{ a } 84\%$ , em decorrência da soma de bases que atinge valores de  $0,62 \text{ a } 4,67 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  (DNOS, 1988). A capacidade de troca de cátions situa-se na faixa de  $2,2 \text{ a } 6,8 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  e a saturação por sódio é inexpressiva ( $6\%$ ) (Oliveira et al., 1992). O teor de matéria orgânica decresce com a profundidade, atingindo valores de  $2,3 \text{ a } 10,0 \text{ g}.\text{kg}^{-1}$  nos horizontes superficiais e  $1,0 \text{ a } 4,0 \text{ g}.\text{kg}^{-1}$  nos subsuperficiais (DNOS, 1988).

#### 2.2.4. Areias Quartzosas

Devido à sua constituição essencialmente quartzosa, esses solos são pobres em nutrientes, além de não disporem de reservas nutricionais que possam ser liberadas gradativamente para as plantas (Oliveira et al., 1992). São solos ácidos, álicos e distróficos, com pH em água entre  $5,4 \text{ e } 6,1$ , valores de saturação por bases variando entre  $18 \text{ e } 47\%$  e alta saturação por alumínio ( $40 \text{ a } 71\%$ ) (DNOS, 1988).

Nos tabuleiros costeiros do Piauí, as Areias Quartzosas apresentam baixos teores de fósforo disponível ( $2 \text{ a } 9 \text{ mg}.\text{dm}^{-3}$ ) e de cátions trocáveis: cálcio ( $0,78 \text{ a } 1,10 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ), magnésio ( $0,10 \text{ a } 0,18 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ) e potássio ( $0,03 \text{ a } 0,09 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ) (DNOS, 1988). Como consequência de sua textura arenosa, apresentam baixa capacidade de retenção de cátions, raramente atingindo, mesmo na camada superficial mais rica em matéria orgânica, índices superiores a  $2,0 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ . Os valores, nas camadas imediatamente abaixo do horizonte superficial, diminuem expressivamente, atingindo menos que  $0,5 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  (Oliveira et al., 1992). Possuem baixo poder tampão devido ao baixo teor de matéria orgânica ( $6,2 \text{ a } 10,0 \text{ g}.\text{kg}^{-1}$ ) associado à sua textura arenosa.

### 2.2.5. Plintossolos

São solos minerais hidromórficos com séria restrição à percolação de água, resultante da presença de plintita em subsuperfície. Apresentam reação ácida a moderadamente ácida, com pH em água entre 4,4 a 6,2.

Nos tabuleiros costeiros do Piauí, os Plintossolos classificam-se como distróficos e eutróficos, diferindo apenas em pequenas variações na soma de bases e no teor de alumínio trocável (Oliveira et al., 1992). A soma de bases dos eutróficos varia de 1,83 a 2,67  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  e nos distróficos, de 1,05 a 1,84  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ . O alumínio trocável nos eutróficos equivale à faixa de 0,83 a 2,67  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  e nos distróficos situa-se entre 0,42 e 0,76  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  (DNOS, 1988).

A saturação por bases situa-se entre 39 e 60% para os distróficos e entre 40 e 75% para os eutróficos, enquanto a saturação por alumínio é sempre baixa, tanto para os Plintossolos eutróficos, como para os distróficos (Embrapa, 1986). Apresentam capacidade de troca de cátions variando de 2,48 a 7,84  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ . Os baixos teores de matéria orgânica (5,4 a 10,0  $\text{g}.\text{kg}^{-1}$ ) associados à textura arenosa proporcionam baixo poder tampão (Oliveira et al., 1992).

### 2.2.6. Planossolos

São solos ácidos, com pH em água na ordem de 4,7 a 4,8 ao longo do perfil. Nos tabuleiros costeiros do Piauí, ocorrem Planossolos eutróficos e distróficos, solódicos e não solódicos (Embrapa, 1986).

No complexo sortivo desses solos, verificam-se valores de 0,36 a 1,6  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  para cálcio, 0,20 a 0,50  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  para magnésio, 0,04 a 0,08  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  para potássio e 0,03 a 0,05  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  para sódio. Os teores de fósforo disponível são, geralmente, baixos ( $< 4 \text{ mg}.\text{dm}^{-3}$ ) (DNOS, 1988).

Apresentam capacidade de troca de cátions na faixa de 1,46 a 3,6  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ , soma de bases na ordem de 0,63 a 2,23  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ , saturação por bases variando de 33 a 71% e matéria orgânica entre 10 e 12  $\text{g}.\text{kg}^{-1}$  (DNOS, 1988).

### 2.2.7. Solos Litólicos

Apresentam pH em água em torno de 5,0 a 6,0, sendo geralmente distróficos e provenientes de material de origem pobre, em grande parte resultante de alterações de arenitos, siltitos e quartzitos (Embrapa, 1986).

Nos tabuleiros costeiros do Piauí, os solos litólicos apresentam no seu complexo sortivo os seguintes teores de bases trocáveis: 1,0 a 1,6  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  de cálcio, 0,3 a 0,5  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  de magnésio, 0,20 a 0,22  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  de potássio e 0,02 a 0,05  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  de sódio (DNOS, 1988), com soma de bases, portanto, variando na ordem de 1,52  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  a 2,37  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ .

Os teores de alumínio trocável desses solos variam em torno de 0,2 a 0,51  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  e de hidrogênio na faixa de 3,0 a 5,0  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ , com saturação por alumínio abaixo de 25% (Embrapa, 1986). Apresentam capacidade de troca de cátions na faixa de 5,0 a 8,0  $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ , saturação por bases em torno de 35%, matéria orgânica variando de 10 a 13  $\text{g}.\text{kg}^{-1}$  nos horizontes superficiais e fósforo assimilável ao redor de 3  $\text{mg}.\text{dm}^{-3}$  (DNOS 1988).

### 2.3. Características Físicas dos Latossolos e Areias Quartzosas

Os Latossolos Amarelos e as Areias Quartzosas são, potencialmente, os solos mais agricultáveis dos tabuleiros costeiros. Dessa forma, o conhecimento de suas características físico-hídricas é indispensável para o seu manejo, principalmente no que diz respeito ao uso da irrigação.

A densidade do solo tende a diminuir ao longo do perfil em ambos os solos, em decorrência do aumento da percentagem de argila e silte (Andrade et al., 1992a). Pela mesma razão, a densidade do solo nas Areias Quartzosas é ligeiramente maior que nos Latossolos Amarelos (Tabela 1).

A determinação da curva de retenção em campo empregando-se tensiômetro (Figura 1) mostrou que a retenção de umidade aumenta com a profundidade, sendo que o maior

incremento na retenção ocorre quando se passa da camada de 0 a 20 cm para a de 20 a 40 cm do perfil do solo (Andrade et al., 1992a). Em termos absolutos, o Latossolo Amarelo retém mais água que a Areia Quartzosa. De acordo com Andrade et al. (1992a), essas diferenças estão relacionadas com o gradiente na percentagem de argila e silte no perfil do solo e entre os dois tipos de solo. À medida que aumenta a percentagem de argila e silte (Tabela 1), aumenta a retenção de água (Figura 1). Entretanto, em seu estudo, Andrade et al. (1991) não observaram efeito da percentagem de areia fina e areia muito fina na retenção de água. A redução da umidade do solo devido à redução do potencial, na faixa de 0 -15 kPa, é muito acentuada, notadamente na Areia Quartzosa. Se, por um lado, a água em equilíbrio com esses potenciais elevados pode ser facilmente extraída pelas plantas, por outro, ela pode ser também rapidamente removida pelo processo de percolação profunda.

Em parcelas de solo sem vegetação, Andrade et al. (1992a) observaram que a umidade do solo decrescia rapidamente com o tempo nos primeiros quatro dias sem, entretanto, cessar totalmente mesmo aos 38 dias após a saturação (Figura 2). Considerando como limite superior de água disponível (capacidade de campo) a umidade do solo quando a redução com o tempo é igual ou inferior a  $0,005 \text{ cm}^3.\text{cm}^{-3}$ , observa-se que, no estudo de Andrade et al. (1992a), essa condição foi atingida entre 3,5 e 4,0 dias após a saturação do solo (Figura 2). Em ambos os solos estudados, a umidade na capacidade de campo aumentou até as profundidades (60 cm para o Latossolo Amarelo e 80 cm para a Areia Quartzosa) e reduziu abaixo desse limite. Essa tendência mantém uma estreita relação com o gradiente textural existente no perfil dos solos (Tabela 1). Pela mesma razão, os valores da capacidade de campo foram maiores no Latossolo Amarelo que na Areia Quartzosa. Os valores do potencial matricial de água no solo, correspondentes à capacidade de campo, determinada em campo, estão acima de -10 kPa (Andrade et al., 1992a). Assim, tradicionalmente adotado, o valor de -6 kPa pode ser recomendado como limite superior de água disponível para esses solos.

**Tabela 1. Composição granulométrica, densidade e percentagem de matéria orgânica para dois tipos de solos dos tabuleiros costeiros do Piauí. Parnaíba, PI, 1991.**

Camada	Densidade	Composição granulométrica							Matéria orgânica		
		Areia muito grossa	Areia média	Areia fina	Areia pouca fina	Areia	Silte	Argila		Silte + argila	
<b>Latossolo Amarelo</b>											
0 - 20	1,56	0,70	7,70	22,90	38,55	14,80	84,65	6,29	9,06	15,35	0,95
20 - 40	1,58	0,60	7,40	20,10	36,00	14,05	78,15	7,87	13,98	21,85	1,00
40 - 60	1,55	0,85	7,60	19,15	33,30	11,90	72,80	7,56	19,64	27,20	0,33
60 - 80	1,52	1,15	6,45	17,30	34,35	14,80	74,05	7,13	18,82	25,95	0,21
80 - 100	1,51	1,10	7,75	18,05	33,75	14,00	74,65	7,79	17,56	25,35	0,53
<b>Areia Quartzosa</b>											
0 - 20	1,63	0,60	10,40	28,60	38,50	12,40	90,50	3,60	5,90	9,50	0,71
20 - 40	1,63	1,00	8,50	22,30	39,70	14,70	86,20	5,32	8,48	13,80	0,90
40 - 60	1,59	0,80	8,20	21,30	37,70	13,20	81,20	6,92	11,88	18,80	0,67
60 - 80	1,58	1,00	8,15	21,30	35,80	13,20	79,45	7,01	13,64	20,65	0,50
80 - 100	1,59	0,90	8,50	21,50	37,20	12,15	80,25	6,37	13,38	19,75	0,28

Fonte: Andrade et al. (1992a)

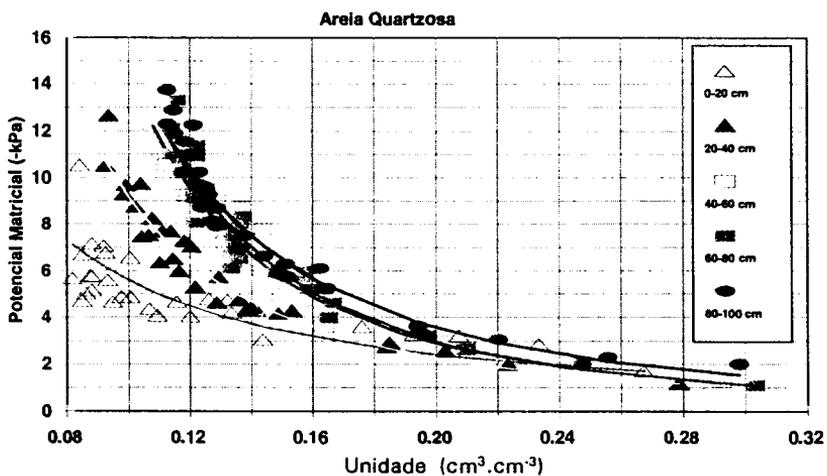
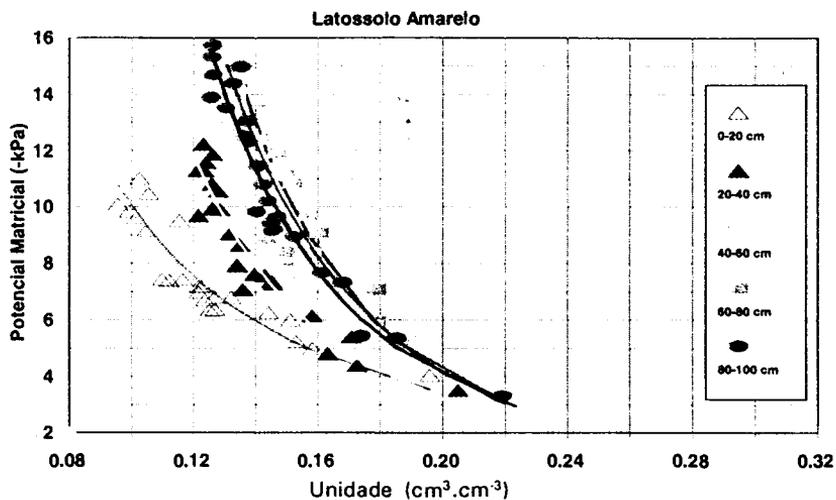


Figura 1. Curva característica de retenção de água, determinada em campo, para diversas camadas do perfil do Latossolo Amarelo (a) e da Areia Quartzosa (b).

Fonte: Andrade et al. (1992a).

Embora, em termos absolutos, o Latossolo Amarelo retenha mais água (Figuras 1 e 2), apresenta menor quantidade de água disponível quando comparado com a Areia Quartzosa, devido aos maiores valores de umidade no ponto de murcha permanente nele observados (Tabela 2). Todavia, para efeito de irrigação, essa diferença na quantidade de água disponível dos dois solos é desprezível (Andrade et al., 1992a). Nota-se que, para repor 30% da água disponível na camada 0 a 40 cm, é necessária a aplicação de uma lâmina líquida de aproximadamente 10 mm nos dois solos (Figura 3).

Em solos arenosos, é extremamente difícil manter o nível de umidade ótimo para as culturas, sem que ocorram perdas por percolação profunda. Andrade et al. (1992b) verificaram que perdas por percolação profunda de até  $3,8 \text{ mm.dia}^{-1}$  (42% da evapotranspiração da cultura + percolação) ocorreram no início do ciclo do feijão caupi cultivado em Areia Quartzosa, como consequência da dificuldade de manejarem-se as irrigações.

Os Latossolos e as Areias Quartzosas apresentam baixa capacidade de retenção de água, baixa percentagem de água disponível às plantas e alta propensão para perda de água por percolação profunda. Essas características têm implicações diretas na seleção dos métodos de irrigação, no dimensionamento dos sistemas e no manejo das irrigações e das adubações. A pequena faixa de água disponível às plantas, aliada à alta propensão para perda por percolação em condições de umidade elevada do solo, requer cuidados especiais com o controle das irrigações. Nesses casos, são necessárias a estimativa mais precisa do requerimento de água das plantas, a medição mais acurada do volume de água aplicado e o monitoramento da umidade e/ou do potencial da água no solo.

**Tabela 2.** Capacidade de campo, ponto de murcha permanente e água disponível para dois tipos de solos dos tabuleiros costeiros do Piauí. Parnaíba, PI, 1991.

Camada (cm)	Capacidade de campo			Ponto de murcha permanente <sup>(3)</sup> (cm <sup>3</sup> .cm <sup>-3</sup> )	Água disponível <sup>(4)</sup> (mm)
	Umidade (cm <sup>3</sup> .cm <sup>-3</sup> )	Potencial campo <sup>(1)</sup> (kPa)	Potencial laboratório <sup>(2)</sup> (kPa)		
<b>Latossolo Amarelo</b>					
0 - 20	0,1382	-6,1	-11,0	0,0562	16,4
20 - 40	0,1529	-6,2	-17,5	0,0758	15,4
40 - 60	0,1720	-6,8	-17,9	0,0899	16,4
60 - 80	0,1675	-7,3	-36,6	0,1079	11,9
80 - 100	0,1628	-7,5	-35,1	0,1012	12,3
0 - 100	0,1587	-6,8	-	0,0862	72,4
<b>Areia Quartzosa</b>					
0 - 20	0,1155	-4,8	> -10,0 <sup>(5)</sup>	0,0277	17,6
20 - 40	0,1296	-5,5	-15,1	0,0473	16,5
40 - 60	0,1425	-6,3	> -10,0	0,0557	17,4
60 - 80	0,1463	-6,1	-15,1	0,0616	16,9
80 - 100	0,1431	-7,1	-18,2	0,0632	16,0
0 - 100	0,1354	-6,0	-	0,0511	84,4

<sup>(1)</sup>Potencial matricial correspondente à umidade do solo na capacidade de campo determinada em campo, empregando-se a curva de retenção obtida em campo.

<sup>(2)</sup>Potencial matricial correspondente à umidade do solo na capacidade de campo determinada no campo, empregando-se a curva de retenção obtida em laboratório.

<sup>(3)</sup>Umidade do solo no ponto de murcha permanente determinado em laboratório.

<sup>(4)</sup>Água disponível por camada do perfil do solo calculada empregando-se a capacidade de campo obtida em campo e o ponto de murcha permanente obtido em laboratório.

<sup>(5)</sup>O potencial matricial correspondente à umidade do solo na capacidade de campo é maior que -10 kPa.

Fonte: Andrade et al. (1992a).

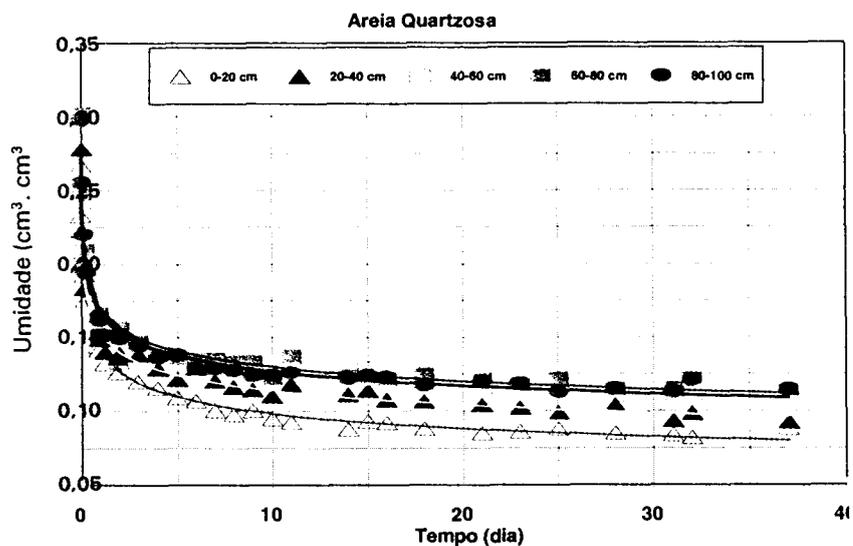
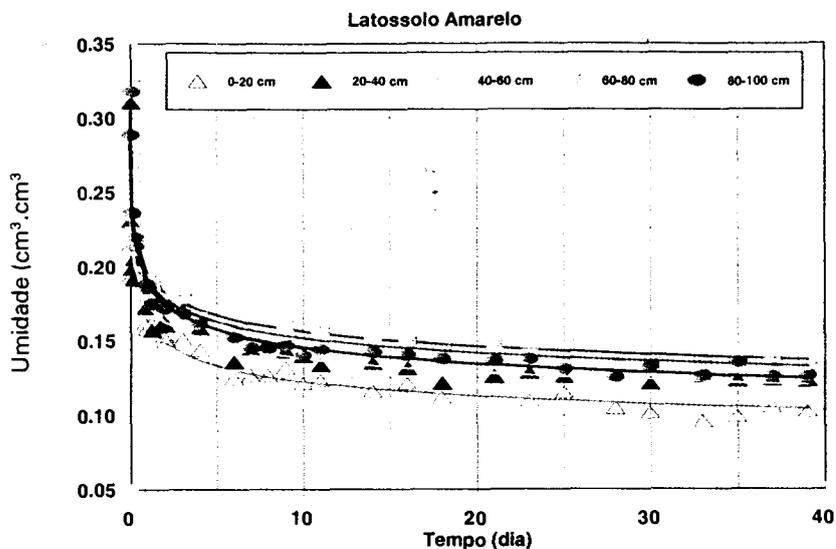


Figura 2. Umidade do solo versus tempo para diversas camadas do Latossolo Amarelo (a) e da Areia Quartzosa (b).

Fonte: Andrade et al., 1992a

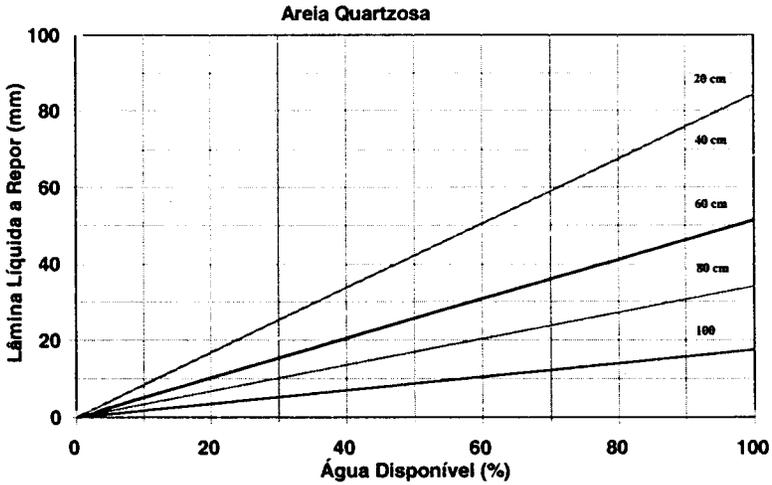
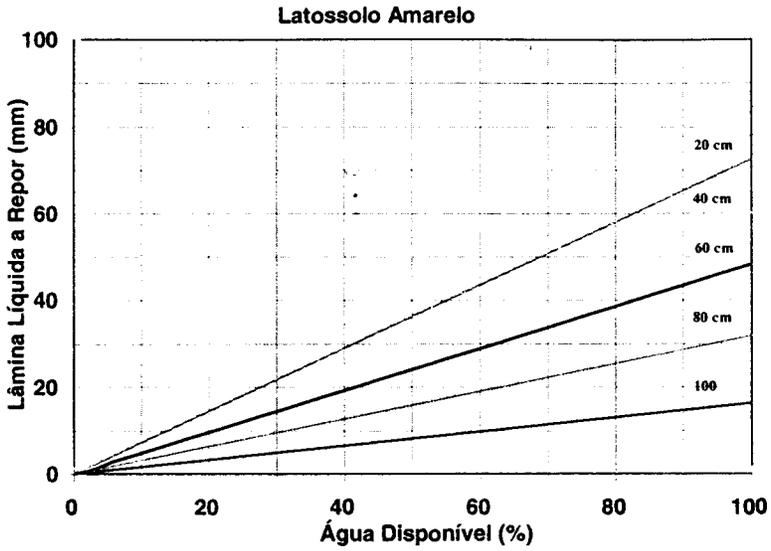


Figura 3. Lâmina líquida de reposição em função da água disponível para diversas camadas do perfil do Latossolo Amarelo (a) e da Areia Quartzosa (b).  
 Fonte: Andrade et al., 1992a

### 3. Manejo e Conservação

Os solos dos tabuleiros costeiros do Piauí apresentam as seguintes limitações agrícolas: baixa fertilidade natural, aumento da acidez com a profundidade, caráter álico, baixa CTC, baixa saturação por bases, baixa capacidade de retenção de água e horizontes superficiais sujeitos à erosão diferencial e/ou erosão natural acelerada, quando se retira a cobertura vegetal. Embora considerados profundos, a presença de horizontes coesos nesses solos reduz a profundidade efetiva, prejudicando a dinâmica da água no perfil e, principalmente, a profundidade do sistema radicular (Rezende, 1996).

Segundo Souza (1996), qualquer interferência de uso e manejo nesses solos passa necessariamente por: (1) melhoria do crescimento radicular em profundidade, buscando aumentar a superfície de absorção de nutrientes e, principalmente, de água pelas plantas; (2) melhoria da dinâmica e do armazenamento de água no perfil, para minimizar os constantes deficits hídricos a que estão sujeitas as culturas; (3) correção da fertilidade do solo. Dessa forma, para que a exploração e o uso desses solos ocorra em consonância com a sustentabilidade do ecossistema e do equilíbrio ambiental, é imprescindível a adoção de práticas adequadas de manejo e conservação.

#### 3.1 Práticas Edáficas

##### 3.1.1. Correção da Acidez e Adubação Química

De maneira geral, os solos de tabuleiros apresentam acidez elevada, aumento crescente de alumínio com a profundidade, baixa capacidade de troca de cátions e baixa saturação por bases. Os teores de nutrientes essenciais ao desenvolvimento das culturas também são baixos: fósforo ( $< 10 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), potássio ( $< 10 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ), cálcio ( $< 1,0 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ), magnésio ( $< 0,5 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ ) e matéria orgânica ( $< 15 \text{ g.kg}^{-1}$ ). Devido a essas limitações, as espécies vegetais cultivadas nesses solos geralmente apresentam baixo vigor vegetativo e baixas

produções, indicando a possibilidade de uma relação solo-planta fortemente influenciada pela baixa fertilidade natural, elevada acidez e alta saturação por alumínio (Rezende, 1996). No entanto, é possível reduzir essas limitações com o emprego de tecnologias que proporcionem a melhoria da fertilidade natural desses solos. A correção da acidez, bem como a elevação dos teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio por meio da adubação e calagem, são tecnologias recomendáveis para a manutenção da disponibilidade dos teores de nutrientes adequados às exigências das culturas.

A calagem, além de elevar o pH do solo, neutraliza ou reduz os efeitos tóxicos do alumínio e manganês e eleva os teores de cálcio e magnésio, melhorando o ambiente radicular ao longo do perfil (Tisdale et al., 1985).

Em função do aumento da saturação por alumínio em profundidade constituir-se em um impedimento químico ao crescimento radicular, a utilização do gesso agrícola em solos de tabuleiros costeiros vem tornando-se uma prática necessária. Segundo Raij (1991), o gesso corrige a acidez das camadas mais profundas através do fornecimento em excesso do ânion  $\text{SO}_4^{-2}$ , que proporciona maior movimentação dos íons cálcio e magnésio em profundidade e, conseqüentemente, a neutralização do alumínio trocável nessas camadas.

Morelli et al. (1992), analisando os efeitos do calcário e do gesso agrícola na produção de cana-de-açúcar em um Latossolo Amarelo de tabuleiro, concluíram que a aplicação de calcário e gesso melhorou a distribuição de cálcio e magnésio no perfil do solo, proporcionando aumento na saturação por bases e, em conseqüência, melhores condições químicas. Costa et al. (1995), verificando a ação do calcário em solos de tabuleiros, observaram gradativos aumentos nos valores de pH, cálcio, magnésio, soma e saturação por bases e a conseqüente diminuição do alumínio trocável e da acidez potencial até 40 cm de profundidade. Em um Latossolo Amarelo de tabuleiro cultivado com mamão, Rocha et al. (1995) verificaram que o volume das raízes foi expressivamente maior no solo corrigido com calcário e gesso. No mesmo tipo de solo, Oliveira (1996), comparando

os efeitos da correção da acidez, observou que a calagem favoreceu o crescimento e o diâmetro das plantas, o número de frutos normais e o peso total de frutos na cultura do mamão.

Embora seja reconhecida a ação benéfica da calagem, deve-se considerar que os solos de tabuleiros, em sua maioria, são solos com baixo poder tampão e, portanto, muito sensíveis às correções de acidez. Dessa forma, recomenda-se que na calagem não sejam utilizadas doses elevadas de calcário, pois a supercalagem nesses solos ocasiona desequilíbrios nutricionais bem mais difíceis de serem controlados que em outros tipos de solos.

Com relação à adubação, as quantidades de fertilizantes necessárias à produção agrícola nos solos de tabuleiros não são maiores que aquelas necessárias a uma boa produção na maioria dos solos (Haynes, 1970). A limitação desses solos no que tange à aplicação de fertilizantes refere-se à forma e época de distribuição, devido à intensa lixiviação que ocorre nos mesmos. A facilidade com que os elementos solúveis são lixiviados dos solos arenosos pelas chuvas ou através da irrigação constitui-se em um dos problemas mais sérios do manejo da fertilidade nos solos de tabuleiro. Isso porque a maioria dos referidos solos apresenta baixa capacidade de adsorver minerais (Jacomine, 1996). Dessa forma, os minerais não adsorvidos são lixiviados com a água de percolação. A adubação dos solos de tabuleiros deve, portanto, ser realizada de forma parcelada, de acordo com as exigências das culturas, principalmente quando se trata da utilização de adubos nitrogenados e potássicos, cujos nutrientes são mais solúveis e, portanto, mais facilmente lixiviados que o fósforo.

A aplicação de adubos via água de irrigação, ou seja, a fertirrigação, é uma técnica também recomendada para o manejo de adubação dos solos de tabuleiros. Através dessa técnica, é possível fornecer os nutrientes em pequenas doses, evitando a lixiviação e permitindo um melhor aproveitamento do adubo pelas culturas (Pinto & Soares, 1990).

### 3.1.2. Adubação Verde

O emprego de leguminosas para adubação verde e cobertura do solo, em virtude de suas múltiplas utilidades, é uma técnica importante para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável. Essas plantas podem aumentar o teor de matéria orgânica e a retenção de umidade do solo (Janzen & Schaalje, 1992; Griffith et al., 1986); fixar o nitrogênio atmosférico e reduzir a contaminação dos aquíferos por nitratos (Bohlool et al., 1992); melhorar a estrutura do solo (Latif et al. 1992); controlar doenças (Osunlaja, 1990), nematóides e ervas daninhas; fornecer lenha, alimentos (Calegari et al., 1992) e medicamentos (Garcia, 1991).

Embora Duque (1951) e Haynes (1970) já mencionassem a importância das leguminosas como adubo verde na proteção e restauração da fertilidade dos solos do polígono das secas e dos tabuleiros costeiros respectivamente, até o momento são poucos os trabalhos de pesquisa realizados com essas plantas na região Nordeste do Brasil. Derpsch et al. (1991) relatam que a utilização agrícola economicamente viável dos muitos solos arenosos em várias partes do mundo tornou-se possível somente após a introdução da adubação verde.

A adubação verde é a prática de incorporação, semi-incorporação ou de deixar na superfície do solo a massa verde ou semidesidratada de plantas de cobertura, com a finalidade de aumentar o conteúdo de matéria orgânica e favorecer o crescimento das plantas de sucessão (Vidor et al., 1983; Monegat, 1991).

Atualmente, há um consenso global dos altos custos econômicos e ambientais do emprego de fertilizantes químicos nitrogenados na agricultura (Bohlool et al., 1992) e da ação prejudicial do seu excesso sobre a qualidade dos alimentos (Chaboussou, 1987). Segundo Bohlool et al. (1992), a alternativa mais viável é a substituição dos adubos químicos nitrogenados pela fixação biológica do nitrogênio, na qual a simbiose *Rhizobium*/leguminosa é a maior fonte desse elemento para os sistemas de cultivo.

Em solos arenosos dos tabuleiros costeiros do Piauí, localizados na área experimental da Embrapa Meio-Norte, em Parnaíba, Garcia (1997) avaliou a fenologia e as produtividades de fitomassa de 12 espécies de leguminosas para adubação verde durante um ano (Tabela 3). Após esse período, o autor avaliou também o efeito dos resíduos vegetais dessas plantas na produtividade de grãos de milho (*Zea mays* L.), cv. Fidalgo, sob irrigação por aspersão convencional. As espécies avaliadas foram: feijão-bravo-do-piauí (*Canavalia obtusifolia* DC), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC), labe-labe cv. IAC 697 (*Dolichos lablab* L.), guandu cv. Kaki (*Cajanus cajan* (L.) Mill sp.), mucuna-rajada (*Stizolobium deeringianum* Bort), mucuna-anã (*Stizolobium* sp.), mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum* Pip. et al. Trac.), mucuna-cinza (*Stizolobium niveum* Kuntze), tefrósia (*Tehprosia candida* (Roxb.) DC.), leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit), crotalária (*Crotalaria spectabilis* Roth.) e calopogônio (*Callopogonium mucunoides* Desv.).

Os tratamentos que mais influenciaram na produtividade de grãos de milho foram os cultivados sob resíduos vegetais da leucena (7.208 kg.ha<sup>-1</sup>), tefrósia (5.796 kg.ha<sup>-1</sup>), feijão-bravo-do-Piauí (5.213 kg.ha<sup>-1</sup>) e guandu (5.164 kg.ha<sup>-1</sup>). A produtividade de milho cultivado sobre os resíduos da leucena não diferiu significativamente daquelas obtidas sob os resíduos da tefrósia, feijão-bravo e guandu.

## 3.2 Práticas Mecânicas

### 3.2.1 Subsolagem

Em solos de tabuleiros costeiros é comum a presença de horizontes coesos que dificultam a circulação de água e de ar, bem como a penetração de raízes, além de promover a formação de um lençol suspenso provocando a desoxigenação do meio (Oliveira, 1967). A presença desses horizontes sugere sistemas de manejo diferentes dos usualmente empregados, a fim de reduzir os efeitos negativos sobre o componente solo na produção agrícola.

**Tabela 3.** Dados fenológicos, produtividade de massa seca e de sementes de diferentes espécies de leguminosas para adubação verde em solos arenosos dos tabuleiros costeiros do Piauí. Parnaíba, PI, 1990.<sup>(1)</sup>

Espécies	Emergência (dias)	Floração (dias)	Floração plena (dias)	Início da		Início da maturação de vagens (dias)	Produtividade		Altura de plantas (m)
				formação de vagens (dias)	de vagens (dias)		Massa seca (kg.ha <sup>-1</sup> )	Sementes (kg.ha <sup>-1</sup> )	
Calopogônio	5	130	180	160	240	6.089	1.060	0,40	
Crotalária	5	60	100	70	100	6.871	1.178	0,90	
Feijão-bravo-do-Piauí	5	65	-	73	-	9.133	-	0,70	
Feijão-de-porco	6	52	75	58	130	13.338	4.435	1,00	
Guandu cv.Kaki	5	210	-	220	230	13.958	130	1,90	
Labe-labe, cv.IAC-697	4	145	-	150	160	13.373	60	1,20	
Leucena	4	102	180	118	150	5.599	2.915	1,00	
Mucuna-anã	4	50	60	55	90	3.483	3.466	0,40	
Mucuna-cinza	5	90	115	96	146	11.610	3.026	0,80	
Mucuna-preta	4	125	150	132	165	9.959	1.569	0,80	
Mucuna-rajada	4	64	90	71	120	6.966	2.136	0,75	
Tefrósia	6	120	170	128	160	5.255	1.593	0,80	

<sup>(1)</sup>Dados não analisados estatisticamente.

Fonte: Garcia (1999).

A prática da subsolagem que consiste no rompimento da camada adensada, abaixo da camada arável (Schultz, 1987), embora ainda não tenha sido testada nos tabuleiros costeiros do Piauí, vem sendo empregada com sucesso em solos dos tabuleiros costeiros da Bahia, Pernambuco e Sergipe (Santos, 1992; Nacif, 1994; Sampaio, 1995; Oliveira, 1996).

Em um Latossolo Amarelo coeso, Santos (1992) verificou que a subsolagem reduziu a resistência do solo à penetração e aumentou a condutividade hidráulica. Da mesma forma, Nacif (1994) observou que a subsolagem em solos de tabuleiros promoveu o aumento da porosidade total e da macroporosidade. Oliveira et al. (1994) e Sampaio (1995) obtiveram respostas positivas da subsolagem na produção de mamão e caupi, respectivamente, em solos coesos de tabuleiros.

A subsolagem, quando associada à correção de acidez, promove melhor crescimento radicular e, conseqüentemente, melhores resultados de produção nos solos coesos (Costa et al., 1995; Rocha et al., 1995; Oliveira, 1996). No entanto, o prolongamento dos benefícios resultantes da prática da subsolagem depende fundamentalmente do manejo do solo após sua execução. Segundo Ribeiro (1996) a prática de subsolagem a curto e médio prazos traz à superfície blocos de material do solo que se tornam empobrecidos e erodidos. Portanto, ao adotar-se a subsolagem na agricultura, deve-se associar ao sistema de produção técnicas de cultivo mínimo ou plantio direto para obter-se maior durabilidade de seus efeitos benéficos.

#### **4. Referências Bibliográficas**

ANDRADE, C. de L.T. de; FREITAS, J. de A.D. de; LUZ, L.R.Q.P. da. Características Físico-hídricas de solos arenosos de tabuleiros litorâneos. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 9., 1991, Natal, RN. *Anais...* Fortaleza: ABID, 1992a. v.1, p.1069-1095.

ANDRADE, C. de L.T. de; SILVA, A.A.G. da; SOUZA, I.R.P. de. Dinâmica da água em solo arenoso cultivado com caupi sob irrigação por aspersão. *Item-Irrigação e Tecnologia Moderna*, v.47, p.7-14, 1992b.

BOHLOOL, B.B.; LADHA, J.K.; GARRITY, D.P.; GEROGÉ, T. Biological nitrogen fixation for sustainable agriculture: a perspective. **Plant and Soil**, v.141, n.1-2, p.1-11, 1992.

BREWBRAKER, J.L.; GLOVER, N. Woody species as green manure crops in rice-based cropping systems. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, 1988, Los Baños. Sustainable agriculture: green manure in rice farming. **Proceedings...** Los Baños: 1988. p.29-43.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E.A.; COSTA, M.B.B. da; MIYASAKA, S.; AMADO, T.J. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M.B.B.da **Adubação verde no Sul do Brasil**. Rio de Janeiro: ASPTA, 1992. p.1-55.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose**. Porto Alegre: L & PM, 1987. 256p.

CHOUDHURY, E.N.; MILLAR, A.A. **Características físico-hídricas de três latossolos irrigados do projeto Bebedouro**. Petrolina: Embrapa-CPATSA, s.d.

CHOUDHURY, E.N.; MILLAR, A.A. Retenção e movimento de água em Latossolo Vermelho Amarelo irrigado de Petrolina (PE). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.7, p.21-26, 1983.

COSTA, A.N. da.; De FELIPPO, B.V.; ALVAREZ, R.V.H. Avaliação nutricional dos mamoeiros no estado do Espírito Santo pelo sistema integrado de diagnose e recomendações (DRIS). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa, MG. **Resumos...** Viçosa: SBCS, 1995. p.1325-1327.

DNOS (Rio de Janeiro, RJ). **Relatório de levantamento semi-detalhado de solos, classificação das terras para irrigação e aptidão agrícola das terras para sequeiro dos tabuleiros litorâneos do Piauí**. Rio de Janeiro: 1988. Não paginado.

DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U. Importância da adubação verde. In: DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo convencionalista do solo**.

Deutsche: GTZ, 1991. p.117-146.

DUQUE, J.G. **Solo e água no polígono das secas**. Fortaleza: DNOCS, 1951. 126p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Piauí**. Rio de Janeiro: 1986. v.2. (Embrapa-SNLCS. Boletim de Pesquisa, 36).

REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO E APLICAÇÃO DE LEVANTAMENTOS DE SOLOS, 4., 1994, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS/SBCS, 1995. 157p.

FONTES, H.R.; COSTA, L.M. da. Sistemas de manejo de solo e comportamento hídrico da areia sobre o desenvolvimento de coqueiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.4, p.661-668, 1990.

GARCIA, L.F. **Introdução e avaliação da cultura da mucuna em Parnaíba-PI**. Parnaíba: Embrapa-CNPAl, 1991. 5p. (Embrapa-CNPAl. Pesquisa em Andamento, 9).

GARCIA, L.F. Fenologia, produção de fitomassa e sementes de leguminosas para adubação verde em solos de Tabuleiro Costeiro. I. efeitos dos resíduos vegetais sobre a produção de milho. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, 7., 1992, Teresina, PI. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 1997. p.133-143. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 12).

GRIFFITH, D.R.; MANNERING, J.V.; BOX, J.E. Soil and moisture management with reduced tillage, In: APRAGUE, M.A.; TRIPLETT, G.B. **Notillage and surface-tillage agriculture: the tillage revolution**. New York: 1986. p.19-57.

HAYNES, J.L. **Uso agrícola dos tabuleiros costeiros do Nordeste do Brasil: um exame das pesquisas**. 2.ed. Recife: SUDENE, 1970. 139p.

JACOMINE, P.K.T. Distribuição geográfica, características e classificação dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. In:

REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 1996, Cruz das Almas/Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa-CPATC/Embrapa-CNPMP/ EAUFBFA/ IGUFBA, 1996. p.13-24.

JANZEN, H.H.; SCHAALJE, G.B. Barley response to nitrogen and non-nutritional benefits os legume green manure. **Plant and Soil**, v.142, n.1, p.19-30, 1992.

LATIF, M.A.; MEHUYS, G.R.; MACKENZIE, A.F.; ALLI, I.; FARIS, M.A. Effects of legumes on soil physicae quality in a maize crop. **Plant and Soil**, v.140, n.1, p.15-23, 1992.

MANFREDINI, S.; PADOVESE, P.P.; OLIVEIRA, J.B. de. Efeito da composição granulométrica da fração areia no comportamento hídrico de latossolos de textura média e areias quartzosas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.8, p.13-16, 1984.

MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades**. Chapecó: Editora do autor, 1991. 337p.

MORELLI, J.L.; DALBEN, A.E.; ALMEIDA, J.O.C. Calcário e gesso na produtividade de cana-de-açúcar e nas características químicas de um latossolo de textura média álico. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.16, n-2, p.187-194, 1992.

NACIF, P.G.S. **Efeitos da subsolagem em propriedades físico-hídricas de um Latossolo Amarelo álico coeso, representativo do Recôncavo Baiano**. Viçosa: UFV, 1994. 75p. Dissertação de Mestrado).

OLIVEIRA, L.B. O estudo físico do solo e a aplicação racional de técnicas conservacionistas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.2, p.281. 1967.

OLIVEIRA, R.; PEIXOTO, C.; REZENDE, J.; REZENDE, G.; COSTA, J. Avaliação de parâmetros fisiológicos na cultura do mamoeiro (*Carica papaya*) sob diferentes manejos do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13., 1994, Salvador. **Resumos...** Salvador: SBF, 1994. v.2, p.693.

- OLIVEIRA, J.B. de; JACOMINE, P.K.T.; CAMARGO, M.N. **Classes gerais dos solos do Brasil**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201p.
- OLIVEIRA, R. de C.C. **Comportamento do mamoeiro (*Carica papaya L.*) em Latossolos Amarelo álico coeso submetido à subsolagem e à correção de acidez com calcário dolomítico + gesso agrícola**. Cruz das Almas: UFBA, 1996. 71p. (Dissertação de Mestrado).
- OSUNLAJA, S.O. Effect of organic soil amendments on the incidence of stalk of maize. **Plant and Soil**, v. 127, n.2, p.237-241.
- PINTO, J.M.; SOARES, J.M. **Fertirrigação - a adubação via água de irrigação**. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1990, 16p. (Embrapa-CPATSA. Documentos, 70).
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: AGRONÔMICA CERES, 1991, 343p.
- REZENDE, J. de O. UFBA e EMBRAPA realizam reunião técnicas sobre solos coesos dos tabuleiros costeiros. **Boletim Informativo**, v.21, n.2, p.50-51, 1996.
- RIBEIRO, L.P. Gênese, evolução e degradação dos solos amarelos coesos dos tabuleiros costeiros. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 1996, Cruz das Almas/Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa-CPATC/Embrapa-CNPMF/EAUFBA/IGUFBA, 1996. p.27-33.
- RIVERS, E.D; SHIPP, R.F. Soil water retention as related to particle size in selected sands and loammy sands. **Soil Science**, v.126, n.2, p.94-100, 1978.
- ROCHA, E.S.; REZENDE, J. de O.; PORTELA, J.C. Efeitos da subsolagem e da correção da acidez do solo no crescimento do sistema radicular do mamoeiro (*Carica papaya L.*) variedade improved. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa, MG. **Resumos...** Viçosa: SBCS, v.3, p.1446-1447.

SAMPAIO, C.B.V. **Utilização do milho (*Zea mays L.*) e feijão caupi (*Vigna unguiculata L.*) como plantas indicadoras dos efeitos das subsolagens mecânicas e biológica num Latossolo Amarelo.** Cruz das Almas: UFBA, 1995. 73p. (Dissertação de Mestrado).

SANTOS, D.M.B. **Efeitos da subsolagem mecânica sobre a estrutura de um solos de "tabuleiro" (Latossolo Amarelo álico coeso) no Município de Cruz das Almas-BA (Caso 2).** Salvador: UFBA, 1992. 87p. (Dissertação de Mestrado).

SCHULTZ, L.A. **Métodos de conservação do solo.** 2.ed. Porto Alegre: SAGRA, 1987. 74p.

SILVA, F.B.R.; RICHÉ, G.R.; TONNEAU, J.P.; SOUZA NETO, N.C. de; BRITO, J.T. de L.; CORREIA, R.C.; CAVALCANTI, A.C.; SILVA, F.H.B.B. da; SILVA, A.B. da; ARAÚJO FILHO, J.C. de. **Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico.** Petrolina: EMBRAPA-CPATSA/EMBRAPA-CNPS/Coordenadoria Regional Nordeste, 1993. v.2. il.

SOUZA, L. da S. **Uso e manejo dos solos coesos dos tabuleiros costeiros.** In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 1996, Cruz das Almas/Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa-CPATC/Embrapa-CNPMPF/IGUFBA, 1996. p.36-63.

TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D. **Soil fertility and fertilizers.** 4.ed. New York: M. Publishing, 1985. 754p.

VIDOR, C.; KOLLING, J.; FREIRE, J.R.J.; SCHOLLES, D.; BROSE, E.; PEDROSO, M.H.T. **Fixação biológica do nitrogênio pela simbiose *Rhizobium* e leguminosas.** Porto Alegre: IPAGRO, 1983. 52p. (IPAGRO. Boletim Técnico, 11).