

# **Principais solos do Semiárido tropical brasileiro:**

## **caracterização, potencialidades, limitações, fertilidade e manejo**



## **Capítulo 2**

**Tony Jarbas Ferreira Cunha**

**Vanderlise Giongo Petrere**

**Davi José Silva**

**Alessandra Monteiro Salviano Mendes**

**Roseli Freire de Melo**

**Manoel Batista de Oliveira Neto**

**Maria Sônia Lopes da Silva**

**Ivan André Alvarez**



## Introdução

Os solos localizados em regiões semiáridas e áridas foram, por muito tempo, considerados inviáveis para agricultura e, conseqüentemente, à margem do aproveitamento econômico. Porém, grande parte da população humana depende do que as terras semiáridas e áridas sejam incorporadas ao processo produtivo. No Brasil, a situação não é diferente - país continental cuja região semiárida perfaz uma área ao redor de 982.563 km<sup>2</sup>, possui 20.870.020 de habitantes, distribuídos em 1.133 municípios em nove Unidades Federativas (BRASIL, 2005), que dependem, direta ou indiretamente, deste ambiente. O Semiárido tropical brasileiro apresenta uma variedade de paisagens e de ambientes que deve ser destacada como uma das características mais marcantes da região, o que dificulta generalizações na discussão de vários temas, incluindo os solos. Diante desta complexidade de paisagens, deve-se considerar que o solo, a vegetação e o clima coexistem num equilíbrio dinâmico, que pode ser alterado pela mudança do uso da terra.

O conhecimento atual do solo é um elemento importante para gerenciar o recurso água, expressar o potencial genético das espécies, minimizar a degradação dos recursos naturais e maximizar o potencial do fator clima, atuando como um componente de transformação, de reorganização e de sustentação das atividades econômicas, sociais e culturais no espaço rural. O solo não se resume apenas às suas partículas minerais, mas sim, a um conjunto composto de minerais, matéria orgânica, organismos vivos, água e ar, cujo equilíbrio é essencial para processos vitais e reflete no potencial produtivo e na sustentabilidade agrícola.

É de fundamental importância elaborar uma descrição dos principais solos do Semiárido, incluindo informações morfológicas, químicas e físicas, abordando aspectos de classificação, potencialidades, limitações e fertilidade. Também, é enfatizado o complexo de causas e efeitos da transformação dos padrões de qualidade do solo influenciado pelo manejo. Diante disso, o solo será considerado a base das unidades de paisagens contidas no Semiárido brasileiro, que, além de servir de suporte para as raízes, desempenha funções essenciais para a funcionalidade e sustentabilidade do ambiente, garantindo a produção de alimentos, fibras, matérias primas diversas e serviços ambientais, sem desconsiderar a gestão do recurso água.

## **Caracterização sinótica da região semiárida brasileira**

Existem grandes diferenças nos diversos ambientes áridos do planeta, principalmente quanto às formas de relevo, solo, fauna, flora e balanço hídrico. Em média, estima-se que a superfície mundial semiárida varia entre 10% e 13% das terras do planeta (RAYA, 1996). Considerando-se apenas o regime pluviométrico de até 800 mm de chuvas anuais, pode-se estimar que estas terras estão distribuídas em cinco continentes abrangendo 49 nações.

As condições de semiaridez do Nordeste brasileiro reportam-se aos fins do período Terciário e ao início do Quaternário, quando alterações bruscas, de origem planetária, provocaram mudanças de grande magnitude, gerando vastos aplainamentos, que deram origens às depressões interplanálticas semiáridas do Nordeste (MELO FILHO; SOUZA, 2006; AB'SABER, 1977).

A região semiárida do Brasil não é homogênea quanto às condições ambientais e de paisagens, totalizando 17 grandes unidades de paisagens, que, por sua vez, são subdivididas em 105 unidades geoambientais (RODAL; SAMPAIO, 2002), de um total de 172 unidades de todo o Nordeste (SILVA et al., 1993), sendo elevado o número de espécies da vegetação de caatinga nessas unidades geoambientais.

### **Clima**

Na região semiárida, as temperaturas médias anuais variam entre 23 °C e 27 °C, com desvio médio mensal menor que 5 °C e variações diárias entre 5 °C e 10 °C. A umidade relativa média é de 50% e o período de insolação atinge valores de 2.800 h.ano. A evapotranspiração potencial - ETP oscila entre 1.500 mm.ano e 2.000 mm.ano (SUDENE, 1985), sendo esta faixa de variação relativamente estável para todo o Semiárido (MENEZES; SAMPAIO, 2000; SALCEDO; SAMPAIO, 2008).

Nas regiões das caatingas, o tipo climático é o BSh de Köppen, ou seja, Semiárido muito quente, com predomínio de precipitações pluviométricas médias anuais entre 400 mm e 650 mm (JACOMINE; CAVALCANTE, 1989), com chuvas irregulares e concentradas em 2 a 3 meses do ano, ocorrendo, por vezes, chuvas intensas (120 mm a 130 mm) num período de 24 horas. O período seco varia de 6 a 8 meses, podendo atingir até 11 meses sem chuvas nas áreas de

aridez mais acentuadas (JACOMINE, 1996). Em algumas áreas, verifica-se a ocorrência dos tipos climáticos Aw e As, segundo Köppen, podendo também ocorrer precipitações mais elevadas, com médias anuais entre 650 mm e 800 mm ou mais.

## **Geologia**

A geologia no ambiente semiárido é bastante variável, porém com predomínio de rochas cristalinas, seguidas de áreas sedimentares. Em menor proporção, encontram-se áreas de cristalino com cobertura pouco espessa de sedimentos arenosos ou arenoargilosos.

Além do clima, a geologia e o material de origem exercem grande papel na formação dos solos do Semiárido, em função da grande diversidade litológica. Segundo Brasil (1974) e Jacomine (1996), destacam-se na região: áreas do cristalino, com predomínio de gnaisses, granitos, migmatitos e xistos e áreas do cristalino recoberto por materiais arenosos ou argilosos; áreas sedimentares com sedimentos aluviais recentes, relacionados ao período Holoceno; sedimentos predominantemente arenosos e calcários relacionados ao período cretáceo ou mais recente; sedimentos arenosos e arenoargilosos e capeamentos de materiais da mesma natureza relacionados ao Terciário; arenitos e mistura destes com sedimentos mais argilosos relacionados ao Devoniano médio e inferior e ao Siluriano.

Em consequência da diversidade de material de origem, de relevo e da intensidade de aridez do clima, verifica-se a ocorrência de diversas classes de solo, os quais se apresentam em grandes extensões de solos jovens e, também, solos evoluídos e profundos (REBOUÇAS, 1999; CUNHA et al., 2008). Quatro ordens de solo (Latosolos - 19%; Neossolos Litólicos - 19%, Argissolos - 15% e Luvisolos - 13%), de um total de 15 tipos de solo, ocupam 66% das áreas sob caatinga, embora estejam espacialmente fracionadas (SALCEDO; SAMPAIO, 2008).

## **Relevo**

Topograficamente, a região semiárida é bastante variável, caracterizando-se por apresentar relevo variando de plano a forte ondulado. A altitude média varia entre 400 m e 500 m, podendo atingir 1.000 m, como, por exemplo, no planalto

da Borborema. Também, podem ser verificadas outras superfícies de menor extensão, como bacias sedimentares (Jatobá-Tucano) com relevo suave ondulado; superfícies cársticas (Irecê, chapada do Apodi, norte de Minas Gerais e sul da Bahia); superfícies dissecadas (Vale do Rio Gurgueia); tabuleiros costeiros com relevo plano ou suave ondulado; baixadas aluviais, maciços, serras, serrotes e inselbergues dispersos na região (JACOMINE, 1996). Cerca de 37% da área é de encostas com 4% a 12% de declive e 20% das encostas apresentam inclinação maior do que 12%, determinando presença marcante de processos erosivos nas áreas antropizadas (SILVA, 2000).

## **Vegetação**

No Semiárido, os fatores climáticos são mais marcantes que outros fatores ecológicos, na definição da cobertura vegetal (CARVALHO, 1988). Por isso, a vegetação da zona semiárida é composta por espécies xerófilas, lenhosas, decíduas, em geral espinhosas, com ocorrências de plantas suculentas e áfilas, de padrão tanto arbóreo quanto arbustivo. A Caatinga é o tipo de vegetação que cobre a maior parte da região semiárida do Brasil, podendo ser hipoxerófica ou hiperxerófica, de acordo com a maior ou menor disponibilidade hídrica (JACOMINE et al. 1971; 1972; 1973a; 1973b; 1975; 1976; 1977a; 1977b; 1986; 1989; CUNHA et al., 2008).

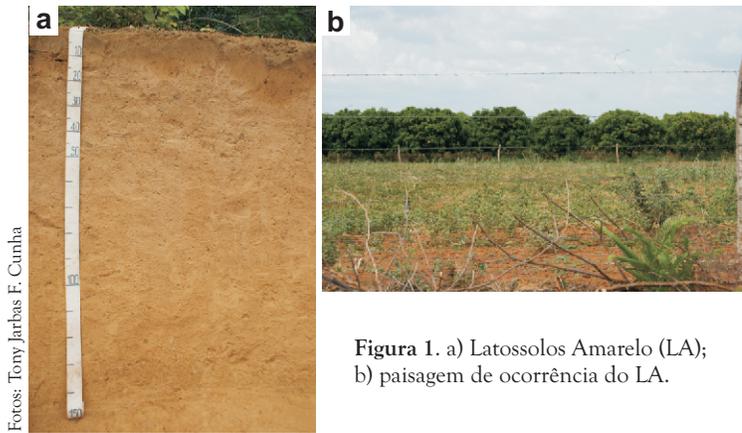
## **Principais solos do Semiárido**

As informações são baseadas, principalmente, nos trabalhos realizados por Jacomine et al. (1971; 1972; 1973a; 1973b; 1975; 1976; 1977a; 1977b; 1986) e Cunha et al. (2008). Segundo Jacomine (1996), na região semiárida, existe uma grande diversidade de litologias e material originário, relevo e regime de umidade do solo e estes fatores dão como resultados a presença de diversas classes de solos, as quais apresentam diferentes feições morfológicas e posições na paisagem. As principais classes de solo que ocorrem no Semiárido brasileiro são discutidas em seguida.

## **Latossolos**

Constituem solos profundos, bem drenados, porosos a muito porosos, friáveis, com horizonte superficial pouco espesso e com baixos teores de matéria

orgânica. Os Latossolos Amarelos e Vermelho-Amarelos apresentam textura predominantemente média a argilosa e uniforme ao longo do perfil e possuem baixa capacidade de troca de cátions (CTC). São, predominantemente, ácidos e quimicamente pobres, ocupando grandes extensões nas chapadas e nas áreas de coberturas. Em virtude da grande profundidade efetiva, com boa retenção e disponibilidade de água e relevo plano ou suave em que ocorrem, podem ser considerados de baixo risco de desertificação (EMBRAPA, 2006; RIBEIRO et al., 2009) (Figura 1).



**Figura 1.** a) Latossolos Amarelo (LA);  
b) paisagem de ocorrência do LA.

### **Potencialidades e limitações**

Os Latossolos possuem boas condições físicas, as quais, aliadas ao relevo plano ou suave ondulado onde ocorrem, favorecem a sua mecanização e utilização com as mais diversas culturas adaptadas à região. Por serem profundos, porosos ou muito porosos, no caso de solo eutrófico, há condições adequadas para um bom desenvolvimento radicular em profundidade (CUNHA et al., 2008).

Sua principal limitação é a baixa disponibilidade de nutrientes nos solos distróficos e a toxicidade por alumínio ( $Al^{3+}$ ), quando álicos. Nesses casos, praticamente, é impossível obter-se boas produções com baixo nível de manejo. Requerem correção de acidez e fertilização, sempre com base em análises de solos.

Os Latossolos argilosos e muito argilosos possuem melhor aptidão agrícola que os de textura média, tendo em vista que estes são mais pobres e mais suscetíveis à erosão, porém, em contraposição, os argilosos ou muito argilosos podem ser degradados mais facilmente por compactação, quando é feito uso inadequado de equipamentos agrícolas, especialmente quando o teor de areia fina é alto.

Quando ocorrem em relevo plano e suave ondulado, são bastante utilizados com agricultura ou pastagens, principalmente os que não apresentam teores muito elevados de areia. Os de textura média, com grande participação da fração areia, assemelham-se aos Neossolos Quartzarênicos, sendo muito suscetíveis à erosão, além de apresentarem elevada taxa de infiltração de água, requerendo, portanto, ações conservacionistas e adequado manejo da água de irrigação (OLIVEIRA, 2005). Nestes solos de textura média, pode ocorrer, também, deficiência de micronutrientes. Os Latossolos com teor de argila próximo do limite de 15% requerem cuidados especiais quando submetidos ao manejo intensivo, principalmente em sistemas agrícolas irrigados.

### **Aspectos de fertilidade**

Os solos que constituem esta classe apresentam, em grandes extensões, reação variando de moderadamente ácida a fortemente ácida, com pH em água variando de 4,0 a 5,5. São quimicamente pobres, com saturação por bases baixa ( $V < 50\%$ ), sendo, portanto, distróficos e álicos (JACOMINE, 1996). Em alguns casos, o pH diminui com a profundidade e o teor de alumínio trocável se eleva, sendo classificados como endoálicos. Ocorrem também solos eutróficos com saturação por bases alta ( $V \geq 50\%$ ) e com pH em água variando de 5,5, a 6,0 (JACOMINE, 1996).

Em geral, para os Latossolos distróficos, os valores para soma de bases (SB) e saturação por bases (V) são bastante baixos, variando, no horizonte superficial, entre  $0,3 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  e  $3,0 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  e entre  $3,0 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  e  $12,0 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  para SB e capacidade de troca de cátion (CTC), respectivamente. Estes valores diminuem no horizonte subsuperficial para  $0,3 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  a  $1,5 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  e  $2,0 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  a  $5,0 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , respectivamente. Conseqüentemente, o valor V situa-se entre 5% e 30%, podendo, raramente, alcançar maiores percentagens na camada superficial de alguns solos (JACOMINE et al., 1973).

Nos Latossolos eutróficos, os valores observados para SB variam entre 1,5  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  e 3,0  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  no horizonte superficial, sendo menores nos horizontes subsuperficiais. Apesar de a SB também ser bastante baixa, nesses solos, o valor V é mais elevado, devido, principalmente, à menor CTC, que varia de 3,0  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  a 5,0  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  para todo o perfil.

Em geral, os teores de Al trocável encontrados com maior frequência variam entre 0,1  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  e 1,5  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  e entre 0,5  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  e 1,0  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , respectivamente, para os horizontes superficial e subsuperficial.

O teor de fósforo (P) assimilável também é normalmente baixo, variando entre 1  $\text{mg}.\text{kg}^{-1}$  e 4  $\text{mg}.\text{kg}^{-1}$ , decrescendo com a profundidade.

### **Suscetibilidade à erosão**

Quanto à suscetibilidade à erosão, em condições naturais ou quando bem manejados, os Latossolos são bastante resistentes, em razão de suas características como permeabilidade, grau de flocculação e porosidade elevadas. Quando submetidos a cultivos intensivos com uso de máquinas pesadas, sofrem compactação interna, geralmente entre 6 cm e 10 cm, formando o conhecido “pé de grade”, que aumenta consideravelmente a suscetibilidade à erosão e diminui a produtividade agrícola. Em condições de uso inadequado e ausência de técnicas adequadas de conservação de solo, desenvolvem-se, facilmente, sucros e pequenas voçorocas.

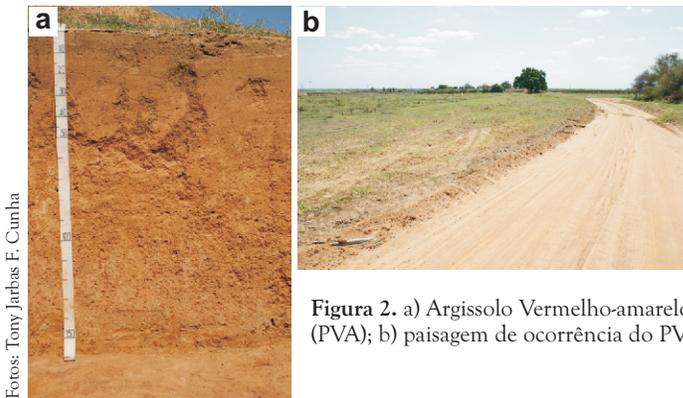
### **Áreas de ocorrência**

Ocorrem em grandes extensões nas chapadas do sul do Piauí, sertões de Pernambuco e Bahia, ao sul de Irecê-BA e parte norte de Minas Gerais. Ocupam, aproximadamente, 156.727  $\text{km}^2$ , ou 21% da área do Semiárido. São os solos utilizados, preferencialmente, para agricultura irrigada, devido ao relevo suave ondulado ou plano. Também, são bastante utilizados com agricultura de sequeiro (JACOMINE, 1996; CUNHA, 2008).

### **Argissolos**

São solos medianamente profundos a profundos, moderadamente a bem drenados, tendo horizonte B textural com textura média a argilosa, de cores

vermelhas a amarelas, abaixo de um horizonte A ou E, de cores mais claras e textura arenosa ou média, com baixos teores de matéria orgânica. Apresentam argila de atividade baixa e saturação por bases variável. Desenvolvem-se a partir de diversos materiais de origem, em áreas de relevo plano a montanhoso. A maioria dos solos desta classe apresenta um evidente incremento no teor de argila, com ou sem decréscimo, do horizonte B para baixo no perfil. A transição entre os horizontes A e Bt é, usualmente, clara, abrupta ou gradual (EMBRAPA, 2006) (Figura 2).



**Figura 2.** a) Argissolo Vermelho-amarelo (PVA); b) paisagem de ocorrência do PVA.

### **Principais potencialidades e limitações ao uso agrícola**

Quando localizados em áreas de relevo plano e suave ondulado, estes solos podem ser usados para exploração de diversas culturas, desde que sejam feitas correções de acidez e de adubação, principalmente quando se tratar de solos distróficos ou álicos. Em face da grande suscetibilidade à erosão, mesmo em relevo suave ondulado, práticas de conservação de solos são recomendáveis.

A baixa fertilidade natural constitui fator que limita sua utilização para a agricultura, além das limitações decorrentes do relevo, quando é mais acidentado, e da pedregosidade superficial e interna que ocorre em algumas áreas. Os solos eutróficos, desde que não abruptos, usualmente, apresentam como principal restrição as condições de relevo. Se distróficos, haverá baixo potencial nutricional no horizonte B.

Os Argissolos intermediários para Latossolos apresentam aptidão para uso mais intensivo, mesmo apresentando baixa fertilidade natural, vez que são profundos. A exploração com culturas perenes é uma alternativa para esses solos, principalmente os mais profundos.

As alternativas de uso destes solos variam muito, em decorrência da variação das suas características e da ampla distribuição por toda a região semiárida, sob diversas condições de relevo e aridez mais ou menos acentuada. Quando a textura do horizonte A é arenosa, haverá baixo teor de água disponível para as plantas, estando sujeitos à compactação se o horizonte A for especialmente de textura média ou mais argilosa.

### **Aspectos de fertilidade**

Os solos que constituem esta classe apresentam reação ácida, com pH em água variando de 4,0 a 6,0 na camada superficial e de 4,5, a 5,0 nos horizontes B<sub>t</sub> e C. Os teores de carbono estão entre 22,6 g.kg<sup>-1</sup> e 7,0 g.kg<sup>-1</sup> na camada superficial, decrescendo com a profundidade (JACOMINE et al., 1973).

Os valores para soma de bases e saturação por bases são mais altos na parte superficial dos perfis. Os valores observados para SB variaram de 0,5 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 4,3 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> na parte superficial do perfil, enquanto no horizonte B<sub>t</sub> tem-se os valores de 0,6 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 1,8 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>; nos solos eutróficos, os valores de SB são de 4,2 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 8,9 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> na parte superficial do perfil, enquanto, nas camadas subsuperficiais, tem-se os valores de 2,3 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 4,6 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>.

Os valores da saturação por bases situam-se entre 14% e 40% no A e 30% a 40% no B<sub>t</sub>. Os solos eutróficos apresentam saturação por bases de média a alta, sendo os seus valores mais ou menos uniformes em todo o perfil, com valores mais altos nos horizontes inferiores, com cerca de 50% a 80 %, enquanto, no horizonte A, são da ordem de 40% e 68 %.

A capacidade de troca de cátions decresce de 6,1 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 10,0 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> no horizonte superficial, para 3,0 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 10,1 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>, nos subsuperficiais. Os solos eutróficos apresentam valores de CTC mais altos na superfície, compreendidos entre 8,7 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> e 13,4 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> no horizonte A, decrescendo com a profundidade, de 7,1 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 4,5 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>.

O fósforo assimilável fica ao redor de  $1 \text{ mg.kg}^{-1}$  no horizonte A e valores menores que  $1 \text{ mg.kg}^{-1}$  para os demais horizontes.

### **Suscetibilidade à erosão**

Os aspectos inerentes aos Argissolos contribuem para que o processo erosivo se constitua no fator mais limitante nesta classe de solo, pois o mesmo apresenta gradiente textural geralmente alto, especialmente se ocorrer o caráter abrupto, ou seja, se o teor de argila do horizonte B for muito maior do que o do horizonte A. De maneira geral, pode-se dizer que os Argissolos são solos bastante suscetíveis à erosão, sobretudo quando há maior diferença de textura do horizonte A para o horizonte B (solos que apresentam mudança textural abrupta), presença de cascalhos e relevo mais movimentado, com fortes declividades. Neste caso, não são recomendáveis para agricultura, prestando-se para pastagem e reflorestamento ou preservação da flora e da fauna.

### **Áreas de ocorrência**

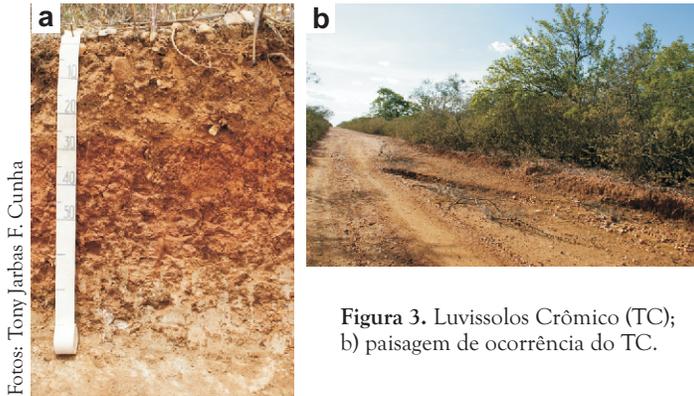
Sua maior ocorrência é nos Estados do Ceará, Bahia, Rio Grande do Norte e Paraíba. As áreas onde predominam estes solos perfazem um total de  $110.000 \text{ km}^2$  e constituem 14,7% da região (JACOMINE, 1996).

### **Luvissolos**

São solos rasos a pouco profundos, com horizonte B textural de cores vivas e argila de atividade alta, apresentando horizonte A fraco, de cor clara, pouco espesso, maciço ou com estrutura fracamente desenvolvida. São moderadamente ácidos a neutros, com elevada saturação por bases. Apresentam, frequentemente, revestimento pedregoso na superfície (pavimento desértico) ou na massa do solo e, normalmente, possuem uma crosta superficial de 5 mm a 10 mm de espessura, além de altos teores de silte. São altamente suscetíveis aos processos erosivos, em virtude da grande diferença textural entre o horizonte A e o horizonte Bt (EMBRAPA, 2006; RIBEIRO et al., 2009), e da atividade das argilas

Nas áreas cristalinas do sertão nordestino, onde é frequente a presença de pavimento desértico (revestimento pedregoso) na superfície do solo ou dentro do horizonte A, estes solos ocupam grande extensão e estão relacionados,

principalmente, com os biotita-gnaisse e biotita-xisto, em áreas de relevo suave ondulado, em condições de drenagem livre (JACOMINE, 1996). São conhecidos, popularmente, como “vermelhos do sertão” pelos agricultores locais (CUNHA et al., 2008) (Figura 3).



**Figura 3.** Luvisolos Crômico (TC);  
b) paisagem de ocorrência do TC.

### **Principais potencialidades e limitações ao uso agrícola**

Os Luvisolos são de elevado potencial nutricional, decorrente das altas quantidades de nutrientes disponíveis às plantas e de minerais primários facilmente intemperizáveis, e são ricos em bases trocáveis, especialmente o potássio. Ocorrem em relevo suave ondulado, o que facilita o emprego de máquinas agrícolas, podendo também ocorrer em relevo mais movimentado e chegar a forte ondulado.

As áreas onde estes solos ocorrem são bastante deficientes em água, sendo este o principal fator limitante para o uso agrícola destes solos. Outras limitações decorrem da presença frequente de calhaus e até mesmo matacões que se espalham na superfície do solo e na camada superficial; consistência muito dura a extremamente dura, o que dificulta o desenvolvimento do sistema radicular das culturas; alta erodibilidade, mesmo quando situados em relevo suave ondulado como consequência da coesão e consistência do horizonte superficial

e da expressiva mudança textural para o horizonte Bt (OLIVEIRA et al., 1992).

São bastante utilizados com pecuária extensiva, palma forrageira e agricultura de sequeiro (milho e feijão). A irrigação, quando necessária, deve ser utilizada nas áreas dos solos menos rasos e de relevo plano a suave ondulado. Na região do Vale do São Francisco, estes solos têm sido utilizados com as culturas de cebola, manga, pastagens, entre outras (CUNHA et al., 2008).

### **Aspectos de fertilidade**

Estes solos variam de moderadamente ácidos a neutros, com pH em água usualmente entre 6,0 e 7,0, com alta saturação por bases ( $V > 75\%$  na maioria dos perfis) e ausência de Al trocável (JACOMINE, 1996). Nos Luvisolos vérticos, os valores predominantes de saturação de bases são da ordem de 100% em todos os horizontes.

Nos Luvisolos planossólicos, o pH, de modo geral, aumenta com a profundidade, variando de 5,8 a 7,0 no horizonte superficial e podendo chegar próximo a 8,0 no horizonte C; os teores de carbono orgânico (CO) variam de 6,0 g.kg<sup>-1</sup> a 10,0 g.kg<sup>-1</sup> no horizonte superficial, decrescendo com a profundidade para 3,7 g.kg<sup>-1</sup> a 9,9 g.kg<sup>-1</sup> no horizonte B<sub>t</sub> e de 1,0 g.kg<sup>-1</sup> a 4,0 g.kg<sup>-1</sup> no C. A SB é alta em todos os horizontes, quase sempre crescente com a profundidade no perfil, variando de 8,0 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 19,0 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> no horizonte superficial, enquanto nos horizontes subsuperficiais, observam-se valores de 22 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 27 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>. A CTC varia de 7,6 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 20,0 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>, no horizonte superficial, e de 16,0 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 36,0 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>, nos subsuperficiais (JACOMINE et al., 1973).

Já nos Luvisolos vérticos, o pH também varia de 5,9 a 8,0, podendo ser maior no horizonte superficial (A) ou no subsuperficial (C); os teores de carbono orgânico (CO) são normalmente baixos em todos os horizontes e variam de 5,0 g.kg<sup>-1</sup> a 10 g.kg<sup>-1</sup> no horizonte superficial e de 2,3 a 5,8 nos subsuperficiais. A SB é alta em todos os horizontes, quase sempre crescente com a profundidade no perfil, variando de 5,8 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 9,0 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> no horizonte superficial, enquanto, nos horizontes subsuperficiais, encontram-se valores de 18,5 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 29,6 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>. A CTC varia de 6,6 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 10,2 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> no

horizonte superficial e de 22,1  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  a 30,8  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  nos horizontes subsuperficiais.

O P assimilável é, normalmente, baixo, com teores da ordem de 4  $\text{mg}.\text{kg}^{-1}$  a 10  $\text{mg}.\text{kg}^{-1}$  no horizonte superficial e de 7  $\text{mg}.\text{kg}^{-1}$  até valores menores que 1  $\text{mg}.\text{kg}^{-1}$  nos horizontes subsuperficiais. Todavia, nos Luvisolos de caráter planossólico e vértico, o P assimilável pode chegar a 45  $\text{mg}.\text{kg}^{-1}$  no horizonte superficial.

### **Suscetibilidade à erosão**

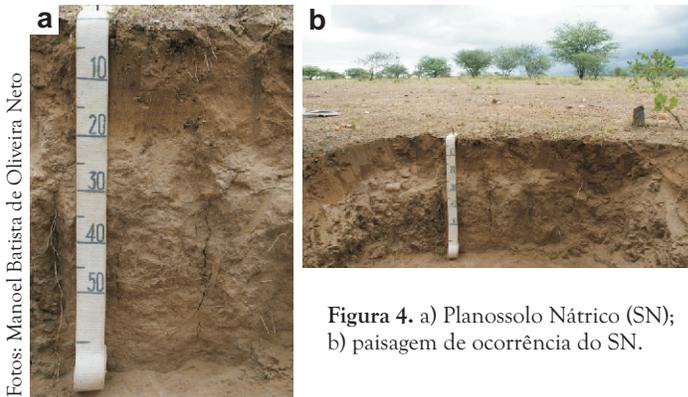
São solos altamente suscetíveis à erosão, mesmo quando situados em relevo suave ondulado, como consequência da coesão e consistência do horizonte superficial e da expressiva mudança textural para o horizonte Bt (OLIVEIRA et al., 1992). Nas áreas em que estes solos são mal manejados, podem ser observados sulcos profundos e até mesmo voçorocas.

### **Áreas de ocorrência**

Estes solos ocupam grandes extensões nos estados do Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte. As áreas onde são predominantes perfazem um total de 98.938  $\text{km}^2$  e constituem 13,3% da região semiárida (JACOMINE, 1996).

### **Planossolos**

Ocorrem tipicamente em áreas de cotas baixas, planas a suave onduladas. São, geralmente, pouco profundos, com horizonte superficial de cores claras e textura arenosa ou média (leve), seguido de um horizonte B plânico, de textura média, argilosa ou muito argilosa, adensado, pouco permeável, com cores de redução, decorrente de drenagem imperfeita, e responsável pela formação de lençol suspenso temporário. Geralmente, apresentam alta CTC, elevada saturação por bases e sorção de sódio (Na), com percentagem de sódio trocável (PST), comumente entre 8% e 20%, nos horizontes B ou C. Ocorrem, muitas vezes, com componentes secundários em muitas áreas de Luvisolos (EMBRAPA, 2006; CUNHA et al., 2008) (Figura 4).



**Figura 4.** a) Planossolo Nátrico (SN);  
b) paisagem de ocorrência do SN.

Fotos: Manoel Batista de Oliveira Neto

### Principais potencialidades e limitações ao uso agrícola

Estes solos apresentam elevados valores de soma de bases e de saturação por bases e, também, grandes quantidades de minerais primários facilmente intemperizáveis, o que lhes confere grande capacidade de fornecer nutrientes às plantas. Devido ao relevo plano ou suave ondulado, não existe empecilho à motomecanização agrícola, exceto quando as áreas com estes solos encontram-se encharcadas.

As principais limitações ao uso agrícola decorrem da drenagem má ou imperfeita, alta densidade aparente e permeabilidade lenta no horizonte B plânico. Nos Planossolos com característica solódica (saturação por sódio variando de 6% a < 15%), além das limitações decorrentes das propriedades físicas mencionadas, há restrições ao uso em função do teor médio de sódio trocável no horizonte B plânico e/ou C. Deve-se salientar que no Semiárido brasileiro, estes solos estão sujeitos a períodos de encharcamento, alternados com períodos secos, durante os quais os solos tornam-se duros a extremamente duros e, usualmente, fendilham-se no horizonte B.

As suas propriedades físicas são os maiores empecilhos ao uso agrícola. O horizonte B plânico, quando em solo pouco profundo, por ser extremamente duro, muito firme e, muitas vezes, muito plástico e muito pegajoso, dificulta o

preparo do solo. O adensamento pode limitar a drenagem interna da água, criando condições de ambiente redutor durante boa parte do ano, como, também, pode ser limitante ao desenvolvimento do sistema radicular das culturas, dificultando a sua penetração (JACOMINE, 1996).

### **Aspectos de fertilidade**

Os solos que constituem esta classe apresentam reação desde moderadamente ácida até levemente neutra, com valores de pH em água variando de 5,5 a 7,5, sendo, normalmente, mais elevados com a profundidade (JACOMINE et al., 1973).

Os teores de CO são baixos e apresentam valores de  $5,0 \text{ g.kg}^{-1}$  a  $8,0 \text{ g.kg}^{-1}$  no horizonte superficial, decrescendo com a profundidade para  $1,5 \text{ g.kg}^{-1}$  a  $5,5 \text{ g.kg}^{-1}$ .

A SB também é crescente com a profundidade, variando de  $2,0 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  a  $9,0 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  no horizonte superficial e de  $12 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  a  $28 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  nos horizontes superficiais.

Normalmente, possuem alta CTC, variando de  $4,0 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  a  $10,0 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  no horizonte superficial e de  $10,0 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  a  $30,0 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  nos horizontes subsuperficiais, onde é sempre mais alta. Os valores de V variam de 40% a 100% no horizonte superficial e de 60% a 100% nos horizontes subsuperficiais. Nos Planossolos Nátricos, os valores, geralmente, são maiores que 60% no horizonte superficial e estão acima de 80% nos horizontes subsuperficiais.

A saturação por sódio ( $100.\text{Na}/\text{T}$ ) varia de 6% a 10% nos horizontes subsuperficiais e a condutividade elétrica do extrato da pasta de saturação (CEes) varia de  $1,0 \text{ dS.m}^{-1}$  a  $2,0 \text{ dS.m}^{-1}$  nos horizontes A e B<sub>t</sub> e de  $1,0 \text{ dS.m}^{-1}$  a  $5,0 \text{ dS.m}^{-1}$  no horizonte C. Nos Planossolos Nátricos, a saturação por sódio é baixa no horizonte superficial, porém aumenta nos horizontes subsuperficiais, onde atingem valores elevados, da ordem de 15% a 30%, sendo as maiores percentagens no horizonte C.

O P assimilável varia de baixo a alto, com teores da ordem de  $1 \text{ mg.kg}^{-1}$  a  $30 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Nos solos com A moderado, o P assimilável varia  $1 \text{ mg.kg}^{-1}$  a  $8 \text{ mg.kg}^{-1}$ , porém, em alguns perfis, os teores podem chegar a  $120 \text{ mg.dm}^{-3}$  no horizonte C.

## **Suscetibilidade à erosão**

São solos, do ponto de vista morfológico, muito propensos aos processos erosivos, particularmente aqueles de ação superficial (erosão laminar, por exemplo.). A presença de horizonte B textural de muita baixa permeabilidade e a mudança textural abrupta são os principais condicionantes de sua elevada erodibilidade. Entretanto, há de se ressaltar que a sua ocorrência em locais planos e abaciados, com tendência à acumulação de água e sedimentos, de certa forma ameniza o problema.

## **Áreas de ocorrência**

Ocupam grandes extensões na região, sobretudo na zona do Agreste de Pernambuco e áreas de clima similar ao dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Alagoas, Bahia, Sergipe e Paraíba. As áreas onde predominam estes solos perfazem um total de 78.500 km<sup>2</sup> e constituem 10,5% da região semiárida (JACOMINE, 1996).

## **Neossolos**

São solos constituídos por material mineral ou por material orgânico pouco espesso, com pequena expressão dos processos pedogenéticos, em consequência da baixa intensidade de atuação destes processos, que não conduziram, ainda, as modificações expressivas do material originário, de características do próprio material, pela sua resistência ao intemperismo ou composição química, e do relevo, que podem impedir ou limitar a evolução desses solos (EMBRAPA, 2006).

A classe dos Neossolos é subdividida em: Neossolos Flúvicos, Neossolos Litólicos, Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Regolíticos.

## **Neossolos Flúvicos**

Os Neossolos Flúvicos são solos derivados de sedimentos aluviais com horizonte A assente sobre um horizonte C constituído de camadas estratificadas, sem relação pedogenética entre si. São pouco evoluídos, desenvolvidos de camadas de sedimentos aluviais recentes. Em geral as camadas apresentam espessura e granulometria bastante diversificadas, tanto no sentido vertical quanto no horizontal dos perfis de solo, decorrente da heterogeneidade

de deposição do material originário. Todavia, existe situação pouco nítida, sobretudo quando as camadas são muito espessas. Compreendem os solos anteriormente classificados como Solos Aluviais, (EMBRAPA, 2006) (Figura 5).

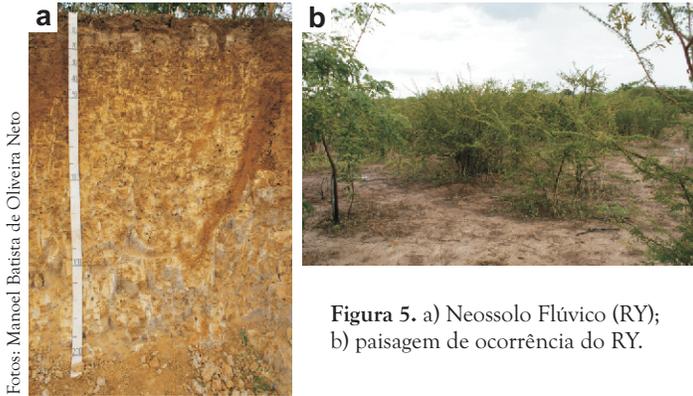


Figura 5. a) Neossolo Flúvico (RY);  
b) paisagem de ocorrência do RY.

São solos que ocorrem nas várzeas, planícies aluviais e terraços aluvionares relacionados ao Holoceno. A drenagem destes solos varia de excessivamente drenados, nos mais arenosos, a imperfeitamente drenados nos mais argilosos (CUNHA et al., 2008).

### **Principais potencialidades e limitações ao uso agrícola**

Os Neossolos Flúvicos são considerados de grande potencialidade agrícola, mesmo aqueles com baixa saturação por bases, em função da posição que ocupam na paisagem, ou seja, áreas de várzea, pouco ou não sujeitas à erosão, onde a motomecanização agrícola pode ser praticada intensivamente. Os solos que apresentam muito silte na composição textural requerem atenção especial quanto a problemas de compactação.

Devido à sua origem, são muito heterogêneos quanto à textura e outras propriedades físicas e químicas, que influenciam grandemente no seu uso agrícola. Os solos de textura média, eutróficos, são mais produtivos e mais

utilizados com agricultura. Já os de textura mais argilosa, com alguma restrição de drenagem, possuem limitação ao uso agrícola e são mais aproveitados com culturas de subsistência, pastagens e cana-de-açúcar por pequenos agricultores ribeirinhos. A principal limitação destes solos é devida ao risco de inundação a que podem ser submetidos, podendo ocorrer problemas de salinização e sodicidade.

### **Aspectos de fertilidade**

Há grandes variações nas suas características químicas, ocorrendo solos desde moderadamente ácidos até alcalinos (valores de pH em água variando de 5,0 a 7,7), com V predominantemente alta (eutróficos), ocorrendo também baixa (distróficos) (JACOMINE et al., 1973; JACOMINE, 1996).

Os teores de CO diminuem com a profundidade, de 5 a 15 g.kg<sup>-1</sup>, no horizonte superficial, para 1 a 2 g.kg<sup>-1</sup>, nas camadas subjacentes; nos eutróficos, os teores de CO oscilam de 15 a 17 g.kg<sup>-1</sup>, no horizonte superficial, diminuindo para 2,5 g.kg<sup>-1</sup> a 6,0 g.kg<sup>-1</sup> nas camadas subjacentes.

A SB oscila, geralmente, de 0,8 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 2,1 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> (nos eutróficos, de 18 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 26 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>) no horizonte A, reduzindo-se à metade nos horizontes subjacentes, de 0,5 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 1,3 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>. A CTC apresenta valores de 4,5 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 6,0 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> e de 3,1 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 5,7 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>, respectivamente, nos horizontes A e subsuperficiais, o que implica num valor de V entre 10 % e 45%. Nos solos eutróficos, a CTC pode ser aumentada em até 3 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> em relação a SB. Neste caso, V pode atingir desde 50% até 100%.

O P assimilável é normalmente baixo, com teores obtidos pelo extrator Bray 1, da ordem de 0,3 mg.kg<sup>-1</sup> a 3,1 mg.kg<sup>-1</sup>, estando os maiores valores na parte superficial.

### **Suscetibilidade à erosão**

São solos de alta vulnerabilidade à erosão laminar, por quase sempre apresentarem camadas de diferentes permeabilidades. Quanto à erosão em profundidade, são muito suscetíveis, por terem camadas descontínuas e distintas entre si. Este aspecto é atenuado porque os solos situam-se em áreas de

várzeas e terraços. O maior problema destes solos é a erosão por desbarrancamento às margens dos rios, principalmente quando é retirada a vegetação ciliar.

### Áreas de ocorrência

Estes solos ocorrem em toda a região das caatingas ao longo de cursos d'água, destacando-se as áreas ribeirinhas dos rios São Francisco, Jaguaribe, Gurgueia, Canindé, Piauí, Acaraú e Açu. As áreas de dominância destes solos perfazem um total de 15.937 km<sup>2</sup> e constituem 2,0% da região semiárida (JACOMINE, 1996).

### Neossolos Litólicos

Ocorrem em toda a região semiárida, principalmente nas áreas mais acidentadas, onde são encontrados afloramentos rochosos. São muito pouco desenvolvidos, rasos, não hidromórficos, apresentando horizonte A diretamente sobre a rocha ou horizonte C de pequena espessura. São, normalmente, pedregosos e/ou rochosos, moderadamente a excessivamente drenados, com horizonte A pouco espesso, cascalhento, de textura predominantemente média, podendo, também, ocorrer solos de textura arenosa, siltosa ou argilosa. Podem ser distróficos ou eutróficos, ocorrendo, geralmente, em áreas de relevo suave ondulado a montanhoso (EMBRAPA, 2006; RIBEIRO et al., 2009). Correspondem à classe de solos anteriormente denominada de Solos Litólicos (Figura 6).

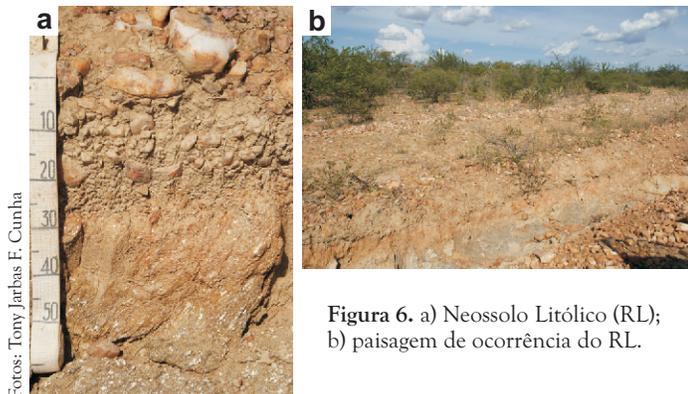


Figura 6. a) Neossolo Litólico (RL);  
b) paisagem de ocorrência do RL.

## **Principais potencialidades e limitações ao uso agrícola**

Apresentam poucas alternativas de uso por se tratar de solos rasos ou muito rasos e, usualmente, rochosos e pedregosos. Situam-se em áreas acidentadas de serras e encostas íngremes, normalmente com problemas de erosão laminar e em sulcos, severa ou muito severa.

A pequena espessura do solo, com frequente ocorrência de cascalhos e fragmentos de rocha no seu perfil, grande suscetibilidade à erosão, mormente nas áreas de relevo acidentado, onde estes solos ocorrem com maior frequência, são as limitações mais comuns para este tipo de solo. Nos solos distróficos e álicos, há o problema da baixa fertilidade natural.

### **Aspectos de fertilidade**

Possuem o valor de V variando desde alto até baixo, podendo ser, portanto, eutróficos ou distróficos, englobando solos álicos (JACOMINE, 1996). Quando eutróficos, apresentam pH em água, normalmente, entre 5,0 e 6,5, SB e V de média a alta. No Estado de Pernambuco, encontram-se solos dessa classe, classificados como eutróficos, com pH em água igual a 7,0, ausência de Al trocável, valor de SB variando de médio a alto (entre 4,0  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  e 8,5  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ ), CTC de 5,0  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  a 13,0  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  e V de 60% a 90%, teor de CO no horizonte superficial variando de 5,0 a 20,0  $\text{g}.\text{kg}^{-1}$ . Os teores de P assimilável variam de baixo a alto, com valores de 3  $\text{mg}.\text{kg}^{-1}$  a 30  $\text{mg}.\text{kg}^{-1}$  (JACOMINE et al., 1973).

Quando distróficos, possuem pH em água variando de 4,5 a 5,2 e V baixa (JACOMINE et al., 1973). Em Neossolos Litólicos distróficos encontrados em Pernambuco, o teor de CO no horizonte superficial atinge 11,0  $\text{g}.\text{kg}^{-1}$ . Os valores para SB são baixos, da ordem de 1,0  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ , a CTC 6,0  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  devido aos teores de Al + H trocáveis, respectivamente, com 1,0  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  e 4,0  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ . O valor V, portanto, é baixo, da ordem de 10% a 20%. Os teores de P assimilável são muito baixos, constatando-se cerca de 2  $\text{mg}.\text{kg}^{-1}$ .

### **Suscetibilidade à erosão**

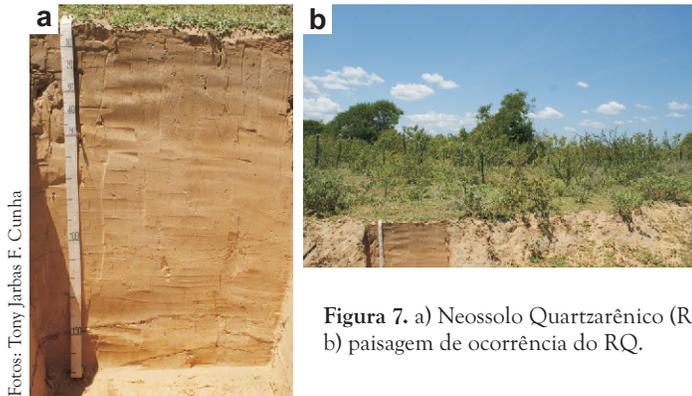
A suscetibilidade à erosão é muito alta em qualquer dos casos, determinada, basicamente, pela ocorrência do substrato rochoso a pequena profundidade, principalmente quando é removida a vegetação original.

## Áreas de ocorrência

Distribuem-se por toda a zona semiárida, usualmente em áreas mais acidentadas, em maiores extensões contendo afloramentos de rocha. As áreas onde predominam estes solos perfazem um total de 143.374 km<sup>2</sup> e constituem 19,2% da região semiárida (JACOMINE, 1996).

## Neossolos Quartzarênicos

São solos profundos, de textura arenosa, quartzosos, tendo nas frações areia grossa e areia fina 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e, praticamente, ausência de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo) e excessivamente drenados, apresentando cores claras e baixa fertilidade natural. Normalmente, ocorrem em relevo plano e são desenvolvidos de materiais de origens sedimentares. Segundo Ribeiro et al (2009), apesar da baixa fertilidade natural e da baixa retenção e disponibilidade de água, as altas taxas de infiltração e o relevo suave onde ocorrem, tornam estes solos pouco suscetíveis à erosão (Figura 7).



Em consequência da textura grosseira, são muito porosos e com elevada permeabilidade. Tal atributo, juntamente com a baixa capacidade adsorptiva, caracteriza-os como material pouco adequado para receber efluentes que contenham produtos prejudiciais às plantas, aos animais e ao homem, e para

aterros sanitários, lagoas de decantação e outros usos correlatos, por causa da facilidade de contaminação dos aquíferos. Durante o período seco, podem apresentar limitações quanto à trafegabilidade. São usados como fonte de areia para construção civil.

Nos Neossolos Quartzarênicos típicos e nos Neossolos Quartzarênicos latossólicos, a disponibilidade de água e drenagem melhora um pouco. Nos solos hidromórficos, o problema é amenizado, mas quando localizados em várzeas encharcadas, necessitam de drenagem.

Os Neossolos Quartzarênicos não hidromórficos podem ser usados para culturas e reflorestamento com espécies pouco exigentes em nutrientes. Entretanto, no Submédio do Vale do São Francisco, estes solos vêm sendo utilizados em cultivos de videira e mangueira, sendo o seu sucesso relacionado à irrigação localizada e à fertirrigação.

### **Principais potencialidades e limitações ao uso agrícola**

Os Neossolos Quartzarênicos são considerados solos de baixa aptidão agrícola (VIEIRA, 1987). O uso de culturas anuais pode levá-los rapidamente à degradação (SILVA et al., 1993). Práticas de manejo que mantenham ou aumentem os teores de matéria orgânica podem reduzir esses problemas. Quando cultivados com culturas perenes, requerem manejo adequado e cuidados intensivos no controle da erosão, da adubação (principalmente N, P e K) e da irrigação, principalmente no que diz respeito ao uso racional da água. Caso contrário, ocorrerá queda significativa na produtividade das culturas.

Os Neossolos Quartzarênicos que ocorrem junto aos mananciais devem ser destinados à preservação dos recursos hídricos, da fauna e da flora, pois quando ocupam as cabeceiras de drenagem, em geral, dão origem a grandes voçorocas (CORREIA et al., 2004).

### **Aspectos de fertilidade**

São solos ácidos ou muito ácidos, pH em água, normalmente, variando de 4,5 a 5,5 e são de baixa fertilidade natural. São pobres, praticamente sem reserva de minerais primários, pouco resistentes ao intemperismo que possam constituir fonte de nutrientes para os vegetais (JACOMINE et al., 1973; JACOMINE, 1996).

O teor de CO é baixo, situado entre 2,5 g.kg<sup>-1</sup> e 4,0 g.kg<sup>-1</sup>, diminuindo com a profundidade, a até 0,7 g.kg<sup>-1</sup> a 2,4 g.kg<sup>-1</sup> no horizonte C; A SB é baixa, com valores de 0,5 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 2,1 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> no horizonte superficial e 0,3 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 0,8 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> no horizonte C. A CTC varia de 0,8 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 3,9 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> em todo o perfil e a saturação por base varia de 48% a 61% no horizonte superficial, decrescendo nos horizontes subjacentes para valores de 20% a 39%. O teor de Al trocável varia de 0,2 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 0,6 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>.

### **Suscetibilidade à erosão**

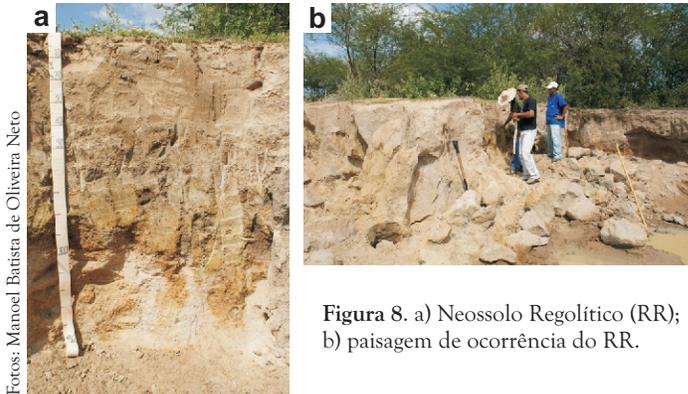
São bastante suscetíveis à erosão, em razão de sua constituição arenosa, com grãos soltos, que possibilitam o fácil desbarrancamento. A erosão superficial também pode ocorrer devido à presença de compactação superficial.

### **Áreas de ocorrência**

Ocupam maiores extensões nos estados do Piauí, Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Ceará. As áreas onde predominam estes solos perfazem um total de 69.625 km<sup>2</sup> e constituem 9,3% da região semiárida (JACOMINE, 1996).

### **Neossolos Regolíticos**

Solos pouco desenvolvidos, não hidromórficos, pouco profundos a profundos, tendo sequência de horizontes A e C, com teores médios a altos em minerais primários menos resistentes ao intemperismo. Podem ser arenosos ou não, de cores acinzentadas e claras; excessivamente drenados, com ou sem horizonte pan. Possuem saturação por bases baixa a alta, podendo ser distróficos ou eutróficos, com pH em água entre 5,0 e 6,0 (EMBRAPA, 2006). Podem ocorrer solos álicos como os constatados na zona do agreste de Pernambuco (JACOMINE, 1996) (Figura 8).



**Figura 8.** a) Neossolo Regolítico (RR);  
b) paisagem de ocorrência do RR.

### Principais potencialidades e limitações ao uso agrícola

Mesmo sendo arenosos, estes solos têm sido utilizados com agricultura, por apresentarem boa reserva de minerais primários menos resistentes ao intemperismo, principalmente feldspatos. Devido à textura arenosa, têm baixos conteúdos de matéria orgânica e de nitrogênio, que decrescem com o uso. Segundo Jacomine (1996), as fortes ou muito fortes limitações pela falta de água são atenuadas nestes solos, devido à maior profundidade da maioria dos perfis, principalmente nos que apresentam horizonte pan (horizonte endurecido), onde a umidade permanece por mais tempo. O uso destes solos requer a aplicação de práticas conservacionistas com vistas ao controle da erosão e o uso de adubação organomineral.

### Aspectos de fertilidade

São solos moderadamente ácidos, com pH em água entre 5,0 e 6,5 no horizonte superficial, passando a fortemente ácidos (pH 4,3 a 5,3) no horizonte C (JACOMINE et al., 1973). A SB está entre 0,2  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  e 0,8  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  nos distróficos e 0,7  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  e 2,2  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  nos eutróficos. Já a CTC varia de 1,3  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  a 5,7  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  nos distróficos e de 1,5  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  a 3,5  $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  nos eutróficos. São solos com V baixo a alto, sendo, portanto, distróficos ou eutróficos, apresentando valores baixos nos distróficos (12% a 25%) e médios nos eutróficos, da ordem de 60% a 70% no horizonte superficial e de 30% a

65% no horizonte subsuperficial (C). São muito pobres em CO, com teores de 3,5 g.kg<sup>-1</sup> a 6,5 g.kg<sup>-1</sup> no horizonte superficial, diminuindo para 0,8 g.kg<sup>-1</sup> a 2,0 g.kg<sup>-1</sup> no horizonte C. O Al trocável pode estar presente ou não, variando de 0 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 0,7 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>, enquanto o hidrogênio trocável participa com 0,4 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 1,7 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>. O P assimilável é normalmente baixo, com teores da ordem de 1 mg.kg<sup>-1</sup> a 4 mg.kg<sup>-1</sup>, estando os maiores valores no horizonte superficial.

### Suscetibilidade à erosão

São solos relativamente suscetíveis aos processos erosivos, particularmente os pouco profundos, mesmo em relevo pouco movimentado.

### Áreas de ocorrência

Estes solos ocorrem em todos os estados do Nordeste sob vegetação de Caatinga, porém as maiores extensões são observadas nos estados da Bahia, Alagoas e Pernambuco. As áreas onde predominam estes solos perfazem um total de 32.750 km<sup>2</sup> e constituem 4,4,% da região (JACOMINE, 1996).

### Cambissolos

São solos constituídos por material mineral, com horizonte Bi. Por causa da heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, as características destes solos variam muito de um local para outro (Figura 9).

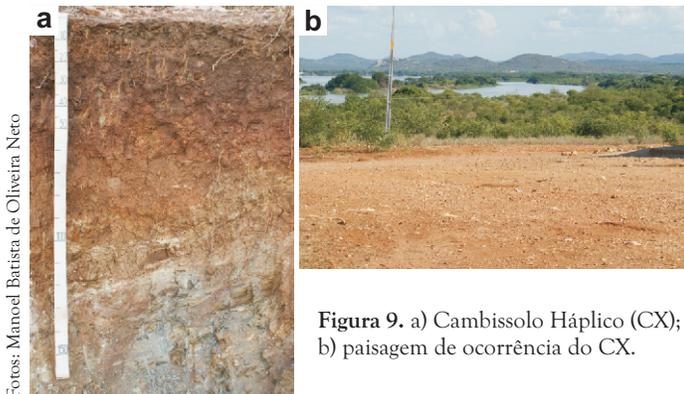


Figura 9. a) Cambissolo Háplico (CX);  
b) paisagem de ocorrência do CX.

São solos que variam de fortemente até imperfeitamente drenados, rasos a profundos, de cor bruna ou bruno-amarelada, de alta a baixa saturação por bases e atividade química da fração coloidal. O horizonte B incipiente (Bi) tem textura franco-arenosa ou mais argilosa e o *solum*, geralmente, apresenta teores uniformes de argila, podendo ocorrer ligeiro decréscimo ou um pequeno incremento de argila do horizonte A para o Bi. A estrutura do horizonte Bi pode ser em blocos, granular ou prismática, havendo casos, também, de solos com ausência de agregados, com grãos simples ou maciços.

Os Cambissolos Háplicos ocorrem em relevos diversos e são oriundos dos mais diversificados tipos de materiais de origem. Os Cambissolos Flúvicos ocorrem em relevo plano e são oriundos da alteração de sedimentos aluvionares do quaternário. Em muitos casos, apresentam elevados teores de saturação por sódio, levando à ocorrência de solos sódicos.

### **Principais potencialidades e limitações ao uso agrícola**

Os Cambissolos apresentam espessura, no mínimo, mediana (50 cm a 100 cm de profundidade) e sem restrição de drenagem, em relevo pouco movimentado, eutróficos ou distróficos, com bom potencial agrícola. Quando situados em planícies aluviais, estão sujeitos a inundações, que, se frequentes e de média a longa duração, são fatores limitantes ao pleno uso agrícola desses solos.

Nos cambissolos saprolíticos, o saprolito ocorre à profundidade inferior a 100 cm. Por se tratar de rocha parcialmente alterada, é comum a ocorrência de significativos teores de minerais facilmente intemperizáveis, os quais disponibilizam nutrientes para as plantas, principalmente o  $K^+$ . O saprolito, apesar de ocorrer relativamente a pouca profundidade, em geral, não chega a constituir impedimento ao enraizamento das plantas, devido à sua consistência relativamente branda.

Os Cambissolos líticos ou lépticos apresentam contato lítico, respectivamente, dentro de 50 cm e entre 50 cm e 100 cm de profundidade. Isso indica presença de material subjacente, com consistência de tal ordem que impede o aprofundamento do sistema radicular das culturas, especialmente o sistema radicular pivotante e profundo, como a mangueira.

### **Aspectos de fertilidade**

São solos que variam de moderadamente ácidos a neutros, pH em água variando de 5,0 a 7,5. Nos solos que apresentam carbonatos, o pH pode chegar até a 8,5 (JACOMINE et al., 1973). Os derivados de calcário são de alta fertilidade natural (JACOMINE, 1996). Os teores de CO são da ordem de 4,4 g.kg<sup>-1</sup> a 12,3 g.kg<sup>-1</sup> no horizonte superficial, decrescendo nos horizontes subjacentes, chegando a 1,1 g.kg<sup>-1</sup> a 3,8 g.kg<sup>-1</sup> no horizonte subsuperficial.

A SB apresenta valores variando de 5,3 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 7,6 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> no horizonte superficial e de 2,4 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 4,7 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> no subsuperficial. A CTC apresenta valores mais altos na superfície, compreendidos entre 7,0 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> e 11,3 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> no horizonte superficial, decrescendo com a profundidade, de 4,6 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 5,7 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> no horizonte subsuperficial. Saturação por bases com valores mais ou menos uniformes em todo o perfil, sendo os mais altos nos horizontes inferiores, com cerca de 55% a 85%. O P assimilável é muito baixo, com teores da ordem de 2 mg.kg<sup>-1</sup>.

### **Suscetibilidade à erosão**

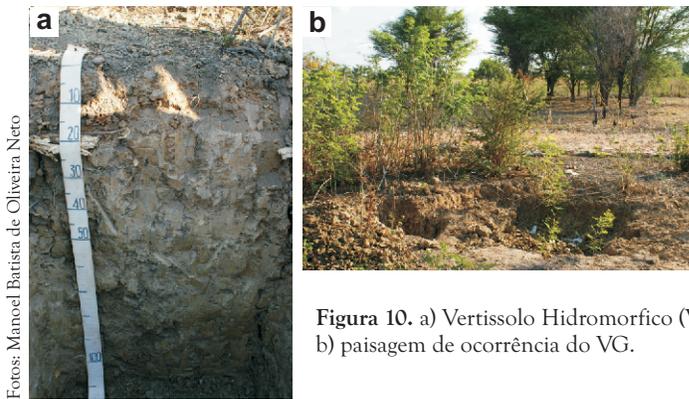
No que diz respeito à suscetibilidade à erosão, estes solos possuem erodibilidade bastante variável em razão da diversidade de textura, profundidade, permeabilidade, etc. Sulcos e ravinas são muito comuns nestes solos, daí a necessidade de implantação de práticas conservacionistas. Os solos mais rasos apresentam maior suscetibilidade à erosão do que os de maior profundidade. Quando situados próximos aos rios, como no caso dos Cambissolos Flúvicos, em função da retirada da vegetação original, estes solos podem estar sujeitos a processos erosivos superficiais (erosão laminar).

### **Áreas de ocorrência**

Ocorrem na Bahia, sobretudo na região de Irecê e municípios vizinhos e no extremo sul, nos municípios de Malhada e Palmas de Monte Alto, além de outras distribuídas pelo estado. Outra grande extensão destes solos está localizada na chapada do Apodi, compreendendo partes do Ceará e do Rio Grande do Norte. Nos demais estados do Nordeste, ocorrem esparsamente. As áreas onde predominam estes solos perfazem um total de 27.500 km<sup>2</sup> e constituem 3,6% da região semiárida (JACOMINE, 1996).

## Vertissolos

São solos minerais com séria restrição temporária à percolação de água, com 30% ou mais de argila ao longo do perfil, que apresentam pronunciada mudança de volume, de acordo com a variação do teor de umidade. Têm como características morfológicas a presença de fendas de retração largas e profundas, que se abrem desde o topo do perfil, nos períodos secos, superfícies de fricção (slickensides) em seções mais internas do perfil portadoras de unidades estruturais grandes e inclinadas em relação ao prumo do perfil (OLIVEIRA et al., 1992)(Figura 10).



**Figura 10.** a) Vertissolo Hidromorfo (VG); b) paisagem de ocorrência do VG.

São solos rasos a profundos, moderada a imperfeitamente drenados, de permeabilidade lenta ou muito lenta, baixa condutividade hidráulica e horizonte superficial pouco desenvolvido, com baixos teores de matéria orgânica.

### Principais potencialidades e limitações ao uso agrícola

Os Vertissolos, devido aos elevados valores de soma de bases e de capacidade de troca de cátions, associados à presença frequente de grandes quantidades de minerais facilmente intemperizáveis, apresentam elevado potencial nutricional para as plantas. Em grandes áreas, durante o período em que ocorrem boas condições de umidade, o preparo do solo é dificultado por causa da textura muito argilosa. Por outro lado, a elevada pegajosidade, quando molhados, e a

alta dureza, quando secos, demandam um esforço de tração grande, limitando a utilização desses solos na exploração agrícola.

Os Vertissolos são pouco permeáveis, o que restringe a sua drenagem. A infiltração, apesar de lenta, é geralmente melhor nos solos com estrutura superficial granular, que pode ser mantida e mesmo melhorada por meio de rotação de culturas, emprego de resíduos das colheitas e uso com pastagem (OLIVEIRA et al., 1992).

Nas áreas onde a precipitação pluviométrica não é muito baixa (600 mm a 700 mm), como no Agreste, são cultivadas culturas de sequeiro, como milho, sorgo, feijão, sisal e pastagens. Nas áreas mais secas, como no Sertão (precipitações em torno de 400 mm a 550 mm), somente culturas bastante resistentes à seca, como: palma forrageira, algodão arbóreo e sorgo são cultivados nestes solos, porque a disponibilidade de água se restringe a um curto período (JACOMINE, 1996). Entretanto, na região de Juazeiro, BA, estes solos são bastante cultivados sob irrigação, com as culturas da cana-de-açúcar, manga, banana, goiaba, acerola etc.

### **Aspectos de fertilidade**

Os solos que constituem esta classe apresentam reação de moderadamente ácida a moderadamente alcalina, com pH em água variando de 5,8 a 8,5 (principalmente entre 6,0 e 8,0), podendo chegar a 9,0 na camada subsuperficial de alguns deles (JACOMINE, 1996; JACOMINE et al., 1973). Os teores de CO encontram-se entre 3 g.kg<sup>-1</sup> e 15 g.kg<sup>-1</sup> no horizonte superficial, diminuindo com a profundidade, variando de 1 g.kg<sup>-1</sup> a 6 g.kg<sup>-1</sup>, no horizonte subsuperficial (C).

Os valores observados para SB são muito altos, quase sempre com um pequeno aumento com a profundidade, normalmente de 20 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup> a 50 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>, com predominância de cálcio. A CTC pode apresentar valores iguais aos da SB ou ser maior em cerca de 3 cmol<sub>c</sub>.kg<sup>-1</sup>. Disto, resulta, com maior frequência, V de 100 %, ou um pouco menor. O P assimilável apresenta valores de baixos a altos, com teores da ordem de 1 mg.kg<sup>-1</sup> a 10 mg.kg<sup>-1</sup> no horizonte superficial e de 1 mg.kg<sup>-1</sup> a 30 mg.kg<sup>-1</sup> no horizonte subsuperficial.

## **Suscetibilidade à erosão**

Em decorrência de suas características, os Vertissolos são muitos suscetíveis à erosão e requerem manejo cuidadoso, com práticas de conservação dos solos. É importante se ter em mente que, se utilizados intensivamente, surgirão problemas de erosão laminar.

## **Áreas de ocorrência**

Estes solos ocorrem em áreas planas, suavemente onduladas, depressões e locais de antigas lagoas. No Semiárido brasileiro, destacam-se as áreas de Juazeiro e Baixio de Irecê, na Bahia, Souza, na Paraíba, e outras distribuídas esparsamente por vários Estados. As áreas onde predominam estes solos perfazem um total de 10.187 km<sup>2</sup> e constituem 1,3% da região semiárida (JACOMINE, 1996).

## **Outros solos de ocorrência no Semiárido brasileiro**

Outros solos, como os Chernossolos e Plintossolos, também ocorrem na região semiárida, porém em menores proporções. Os Chernossolos apresentam como características boa drenagem e profundidade média a rasa e têm pouca ocorrência em termos de extensão, ocupando apenas as partes centrais do Ceará, Piauí e Bahia, aproximadamente 1.312 km<sup>2</sup>, que constituem 0,2% da área total. As alternativas de uso são limitadas, não só pela falta de água, como, também, pelo relevo na maior parte da área onde ocorrem.

Os Plintossolos são formados sob condições de restrição à percolação da água, sujeitos ao efeito temporário do excesso de umidade, de maneira geral imperfeitamente ou mal drenados, que se caracterizam fundamentalmente por apresentarem expressiva plintitização com ou sem petroplintita ou horizonte litoplíntico. Estão, usualmente, relacionados a terrenos de várzea, áreas com relevo plano ou suave ondulado, e também nos terços inferiores de vertentes, OLIVEIRA (2005) e em áreas com cobertura sedimentar.

Em pequena expressão, em algumas várzeas úmidas, podem ocorrer os Gleissolos, que apresentam excesso de água durante grande parte do ano. A condição de drenagem interna má a muito má é, portanto, geral para todos os solos desta classe. A grande maioria apresenta lençol freático elevado durante grande parte do ano, conferindo grandes restrições ao uso agrícola.

## **Considerações sobre o manejo dos solos no Semiárido**

O manejo dos solos do Semiárido deve levar em consideração a combinação das condições climáticas, geomorfológicas, pedológicas, de uso e cobertura vegetal. Estes fatores interferem na produção agrícola e nos sistemas de manejo das culturas de forma sustentável. Desta maneira, deve-se considerar que:

a) Os solos que ocorrem em ambientes de baixa fragilidade ambiental e são propícios à motomecanização agrícola (Latosolos, Argissolos, por exemplo), englobando solos situados em posição mais elevada na paisagem, em relevo plano ou suave ondulado (0% a 8% de declive), são recomendados para uso com agricultura intensiva. Estes solos apresentam apenas ligeiras limitações para utilização agrícola, exclusivamente pela moderada fertilidade natural e consequente reserva limitada de nutrientes para as plantas. Todavia, em face da baixa fragilidade ambiental e aos sistemas de produção normalmente adotados para a produção intensiva, a limitação de fertilidade é facilmente corrigível. Vale ressaltar que, como na maioria dos solos brasileiros, os teores de fósforo assimilável são baixos, o que requer maiores cuidados na adubação, para que seja possível atingir produtividades satisfatórias.

b) Solos que apresentam moderadas limitações à motomecanização e que ocorrem nas partes altas da paisagem do Semiárido, em relevo ondulado (8% a 20% de declive), com moderada fragilidade ambiental e restrição no máximo moderada de fertilidade, são recomendados para utilização com agricultura semi-intensiva. Estes solos, quando ocorrem em baixadas, apresentam moderada restrição de drenagem. São áreas que apresentam limitações mais acentuadas para agricultura tecnificada. A principal limitação destes solos é a sua moderada fragilidade ambiental, condicionada, basicamente, pelo maior comprimento de rampa, que torna estes solos moderadamente suscetíveis à erosão. Embora apresentem nível de fertilidade natural moderado, os teores de fósforo assimilável são relativamente baixos, assim como na maior parte dos solos do Brasil, requerendo-se maiores cuidados na adubação, para que se possa atingir produtividades superiores. Por causa da sua moderada fragilidade ambiental, associada à menor retenção de umidade, estes solos são mais recomendados para utilização com lavouras semi-intensivas e silvicultura, embora também seja possível e sustentável sua utilização com pastagens.

c) Os solos que apresentam restrições devido ao relevo declivoso ou baixa capacidade de retenção de água não são adequados para usos mais intensivos (moderada a forte fragilidade ambiental). Quando situados nas porções mais elevadas da paisagem, com relevo forte ondulado e eventualmente ondulado (quando ocorre maior restrição de solo), são indicados para utilização com espécies forrageiras protetoras do solo. Nestes solos, o uso de mecanização deve ser restrito a algumas práticas culturais e utilização de implementos de tração animal. Deve-se ressaltar que não existe impeditivo técnico/ambiental de se utilizar pastagens em zonas mais intensivas, quando estas estiverem associadas à perspectiva de maior rentabilidade, como o atendimento de nichos de mercado, podendo-se citar, nesse caso, a criação de reprodutores e matrizes.

d) Os solos que se caracterizam por apresentarem restrições devido à condição de drenagem, não são adequados para uso mais intensivo. Estes solos, que, normalmente, estão localizados em baixadas, são indicados para utilização com espécies forrageiras adaptadas a restrições de drenagem interna, risco de inundação e presença de elementos tóxicos às plantas, tais como sódio ou outros sais (EMBRAPA, 2003). Especialmente, estas terras podem ser utilizadas com culturas adaptadas às condições de inundação, como é o caso do arroz.

e) Solos que apresentam elevada fragilidade ambiental (sem vocação para o uso agrícola), que constituem áreas especiais (unidades de conservação e áreas de preservação permanente) que se encontram ainda preservadas, são indicados para conservação dos recursos naturais. Pode-se citar como exemplos as áreas de Planossolos, Neossolos litólicos, etc. São solos recomendados para preservação dos recursos naturais, devido, principalmente, à sua elevada fragilidade ambiental, determinada pelas características do próprio solo, relevo e existência da vegetação natural, além daquelas representadas pelas restrições legais vigentes. Estes solos devem ser, prioritariamente, destinados à conservação da flora e da fauna. Não devem ser utilizados para qualquer tipo de exploração antrópica, pois podem, facilmente, ser degradados.

f) Os solos que apresentam elevada fragilidade ambiental e/ou constituem áreas especiais (unidades de conservação e áreas de preservação permanente), que estão sendo indevidamente utilizadas com exploração agrícola e que se encontram em diferentes estágios de degradação, são indicados para

recuperação ambiental. Como exemplo, citam-se as áreas ripárias, onde ocorrem os Neossolos e Cambissolos flúvicos. Normalmente, apresentam fortes limitações condicionadas pela elevada fragilidade ambiental, onde se faz necessária a recomposição da vegetação original (matas ciliares). Estes solos são indicados para reflorestamento com espécies nativas, protetoras do solo, de preferência que contemplem espécies com possibilidade de retorno econômico direto, visando reduzir o custo de sua implantação e manutenção. São solos mais propícios para serem incorporadas à reserva legal da propriedade, por serem os que apresentam as maiores restrições de utilização. Também, são considerados aqui os solos originalmente cobertos por vegetação de caatinga, que não apresentam vocação agrícola, onde a vegetação natural foi suprimida para dar lugar à utilização com pastagens.

Do ponto de vista técnico e econômico, a recuperação da vegetação natural é uma das principais opções e, à luz da legislação federal (Código Florestal - Lei N° 4.771, Art.2º), um imperativo legal. Realizá-la de modo sustentável irá fornecer subsídios técnicos para recuperação de áreas degradadas, conciliando conservação de recursos naturais com geração de renda e aumento da qualidade de vida.

De modo geral, como em todas as regiões do Brasil, a utilização de práticas conservacionistas nas atividades agropecuárias da região semiárida, além de promover a preservação da terra e a manutenção da sua capacidade produtiva, também contribuirá para a diminuição dos problemas de assoreamento, evitando o carreamento das partículas de solo até os cursos d'água. Dentre as práticas de manejo e conservação do solo, podem ser recomendadas: aração mínima, rotação de culturas, cultivos em faixas, cobertura morta, cultivos em contornos e pastoreio controlado. Em casos extremos de erosão do solo, podem ser utilizadas práticas mais complexas, como: terraço em nível, terraço em patamar, interceptores e controle de voçorocas.

### **Considerações finais**

Uma das principais características do Semiárido Tropical brasileiro, no que diz respeito à sua cobertura pedológica, é a heterogeneidade das condições de ambientes e de paisagens. Existe uma grande diversidade de litologias e material

originário, relevo e regime de umidade do solo e estes fatores resultam na presença de diversas classes de solos, as quais apresentam diferentes feições morfológicas e posições na paisagem.

O Brasil possui suas fronteiras científicas e tecnológicas solidificadas no cenário mundial. Com isso, nas últimas décadas, tem contribuído, por meio de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I), com tecnologias próprias para seu desenvolvimento e de outras nações. Neste contexto, a Embrapa foi e é responsável pela geração de tecnologias e conhecimentos relacionados ao sistema solo, que colaboraram para o desenvolvimento do agronegócio nacional, podendo citar como exemplos: o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, o sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação, os Zoneamentos Agroecológicos realizados no território nacional e aumentos de produtividade focando questões de manejo e fertilidade. Por sua vez, a Embrapa Semiárido e a Embrapa Solos têm desenvolvido pesquisas para contextualizar o solo no ambiente semiárido, disponibilizando tecnologias, processos e conhecimentos que fortalecem o “convívio com o Semiárido e que possam reduzir os processos de desertificação e mitigar a degradação promovida pela mudança no uso da terra”.

## Referências

- AB'SABER, A. **Problemática da desertificação e da salinização no Brasil intertropical:** geomorfologia. São Paulo: USP, 1977. 19 p.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Ministério do Meio Ambiente. Ministério da Ciência e Tecnologia. Portaria Interministerial no. 1, de 9 de março de 2005. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 11 mar. 2005. Seção 1, p. 41.
- BRASIL. Ministério do Interior. **Mapa geológico**. Brasília, DF: Sudene-Divisão de Solos-DRN, 1974. Escala 1:25.000.000.
- CARVALHO, O. de. **A economia política do Nordeste:** secas, irrigação e desenvolvimento. Rio de Janeiro: Campus, 1988.
- CORREIA, J. R.; REATTO, A.; SPERA, S. T. Solos e suas relações com o uso e manejo. In: SOUZA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado:** correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 29-61.
- CUNHA, T. J. F.; SILVA, F. H. B. B. da; SILVA, M. S. L. da; PETRERE, V. G.; SÁ, I. B.; OLIVEIRA NETO, M. B. de. CAVALCANTI, A. C. **Solos do Submédio do Vale do São Francisco:** potencialidades e limitações para uso agrícola. Petrolina: Embrapa Semiárido,

2008. 60 p. il. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 211).

EMBRAPA. **Rede Nacional de Agrometeorologia**: precipitação média do Semiárido baiano. Disponível em: <www.embrapa.br>. Acesso em: 15 dez. 2003.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

JACOMINE, P. K. T.; SILVA, F. B. R.; FORMIGA, R. A. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Norte**. Recife, 1971. 531 p. (DNPEA-DPP. Boletim Técnico, 21 – SUDENE-DRN. Série Pedologia, 9).

JACOMINE, P. K. T.; RIBEIRO, M. R.; MONTENEGRO, J. O. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado da Paraíba**. Rio de Janeiro, 1972. 683 p. (EPE-EPFS. Boletim Técnico, 15. SUDENE-DRN. Série Pedologia, 8).

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; BURGOS, N.; PESSOA, S. C. P.; SILVEIRA, C. O. da. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco**. Recife: DNPEA: SUDENE-DRN, 1973a. 713 p. (Boletim Técnico, 26).

JACOMINE, P. K. T.; ALMEIDA, J. C.; MEDEIROS, L. A. R. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Ceará**. Recife, 1973b. 301 p. (DNPEA-DPP. Boletim Técnico, 28. SUDENE-DRN. Série Pedologia, 16).

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTE, A. C.; PESSOA, S. C. P. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Alagoas**. Recife, 1975. 532 p. (EMBRAPA-CPP. Boletim Técnico, 35 –SUDENE-DRN. Série Recurso de Solos, 16).

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTE, A. C.; RIBEIRO, M. R. **Levantamento exploratório-reconhecimento da margem esquerda do Rio São Francisco, Estado da Bahia**. Recife, 1976. 404 p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim Técnico, 38. SUDENE-DRN. Série Recurso de Solos, 7).

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTE, A. C.; SILVA, F. B. R. **Levantamento exploratório-reconhecimento da margem direita do Rio São Francisco, Estado da Bahia**. Recife, 1977a. 404 p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim Técnico, 52. SUDENE/DRN. Série Recurso de Solos, 10).

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, E. B. R. **Levantamento exploratório-reconhecimento da margem direita do Rio São Francisco, Estado da Bahia**. Recife, 1977b. v. 2. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim Técnico, 52. SUDENE-DRN. Série Recurso de Solos, 10).

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTE, A. C.; PESSOA, S. C. P. **Levantamento exploratório-reconhecimento dos solos do Estado do Piauí**. Rio de Janeiro, 1986. v. 1. (EMBRAPA-SNLCS-SUDENE-DRN. Boletim Técnico, 36).

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTE, A. C. Guia de Excursão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 22., 1989, Recife. [Anais...]. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS: SBSCS, 1989. p. 1-72

JACOMINE, P. K. T. Solos sob Caatinga: características e uso agrícola. In: ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa, MG: SBCS, 1996. p. 95-133.

MELO FILHO, J. F.; SOUZA, A. L. V. O manejo e a conservação do solo no Semiárido baiano: desafios para a sustentabilidade. **Bahia Agrícola**, Salvador, v. 7, n. 3, p. 50-60, nov. 2006.

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. de S. B. Agricultura sustentável no Semiárido nordestino. In: OLIVEIRA, T. S. de.; ASSIS JÚNIOR, R. N.; ROMERO, R. E. (Ed.). **Agricultura, sustentabilidade e o Semi-Árido brasileiro**. Fortaleza: SBCS; UFC, 2000. p. 20-46.

OLIVIERA, J. B.; JACOMINE, P. K.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201 p.

OIVEIRA, J. B. **Pedologia aplicada**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 2005. 574 p.

RAYA, A. M. Degradacion de tierras en regiones semiáridas. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIENCIA DO SOLO. 13., 1996. Águas de Lindóia. **Anais... Águas de Lindóia**: EMBRAPA, 1996. 1 CD-ROM.

REBOUÇAS, A. Potencialidade de água subterrânea no Semiárido brasileiro. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA, 9., 1999 [Petrolina]. **Anais... Petrolina**, 1999.

RIBEIRO, M. R.; SAMPAIO, E. V. S. B.; GALINDO, I. C. L. Os solos e o processo de desertificação no Semiárido brasileiro. **Tópicos em ciência do solo**, Viçosa, MG, n. 6, p. 319-412, 2009.

RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S. B. A vegetação do bioma caatinga. In: SAAMPAIO, E. V. S. B.; GIULIETI, A. M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA ROJAS, C. F. L. (Ed.). **Vegetação e flora da Caatinga**. Recife: APNE: CNIP, 2002. p. 11-24.

SALCEDO, I. H.; SAMPAIO, E. V. S. B. Matéria Orgânica do Solo no Bioma Caatinga. In: SANTOS, G. de A.; CAMARGO, F. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 419-441.

SILVA, F. B. R.; RICHE, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUZA NETO, N. C.; BRITO, L. T. L.; CORREIA, R. C.; CAVALCANTE, A. C.; SILVA, A. B.; ARAUJO FILHO, J. C.; LEITE, A. P. **Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1993, 325 p.

SILVA, J. R. C. Erosão e produtividade do solo no Semi-árido. In: OLIVEIRA, T. S.; ASSIS JÚNIOR, R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. (Ed.). **Agricultura, sustentabilidade e o Semiárido**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará: SBCS, 2000. p. 168-213.

SILVA, P. C. G. da; CORREIA, R. C. Caracterização social e econômica da videira. In: LEÃO, P. C. de S.; SOARES, J. M. (Ed.). **A viticultura no Semi-Árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. cap. 2, p. 19-32.

SUDENE. **Recursos naturais do Nordeste**: investigação e potencial (sumário das atividades). Recife, 1985. 183 p.

VIEIRA, M. J. **Solos de baixa aptidão agrícola**: opções de uso e técnicas de manejo e conservação. Londrina: IAPAR, 1987. 68 p. (IAPAR. Circular, 51).

