

PEDOSSISTEMAS DA MATA ATLÂNTICA: CONSIDERAÇÕES PERTINENTES SOBRE A SUSTENTABILIDADE¹

Mauro Resende², João Luiz Lani² e Sérvulo Batista de Rezende²

RESUMO - No intuito de contribuir para o estudo da biodiversidade em um bioma importante como é a Mata Atlântica, algumas considerações são feitas dentro da visão pedológica. Enfoca-se a questão dos diversos fatores que podem influir nesta biodiversidade, como, por exemplo, a profundidade do solo, que pode variar a curtas distâncias. Questiona-se a visão conservacionista tradicional de proibir o uso dos solos com relevo acidentado, especialmente para a agricultura familiar. A água, os nutrientes e a radiação solar são apontados como os fatores básicos de funcionamento dos ecossistemas. Com base nas informações pedológicas, foi possível separar dez grandes ambientes que podem permitir melhor compreensão dos ecossistemas que compõem a Mata Atlântica. Em cada ambiente estratificado são comentadas suas principais características quanto aos nutrientes e à água e são feitas observações gerais quanto ao uso, à instabilidade e à sua importância ecológica.

Palavras-chaves: Biodiversidade, Mata Atlântica e pedossistemas.

ATLANTIC FOREST PEDOSYSTEMS RELEVANT VIEWS ON SUSTAINABILITY

ABSTRACT - A pedological analysis was carried out on the ecologically important Atlantic Forest system, as a contribution to the study of its biodiversity. Focus is placed on some factors that can influence local diversity, such as soil depth, that varies within short distances. The reasons for prohibiting the cultivation of hilly soils by small farmers is also questioned. It is suggested that radiation, water and nutrient resources, should be emphasized, since they are essential to ecosystem functioning, instead of indirect variables. Based on pedological information, ten great environments in the Atlantic Forest were identified. Comments related to water and nutrients, and observations related to use, fragility and ecological importance are made about each stratified ecosystem. Two great ecosystems are indicated as potentially very important to diversity: shallow soil areas and rock outcrops and humic soil areas (a very important carbon sink), in the higher portions of the landscape.

Key words: Biodiversity, Atlantic Forest, pedosystems.

1. INTRODUÇÃO

Em decorrência do uso indiscriminado dos recursos naturais pelo homem, uma série de problemas tem sido ocasionados, sendo um deles a perda da biodiversidade. A Mata Atlântica, em razão de sua localização e de outros fatores, tem sofrido uma intensa pressão, o que a tem caracterizado intensamente. O solo, em relação ao clima, à geologia e a outros fatores do ambiente, é considerado como o melhor estratificador de ambientes (Resende &

Rezende, 1983). Ele varia em pequenas distâncias e suas características, inclusive as topográficas, podem originar padrões intrincados de disponibilidade de recursos, como radiação solar direta, água e nutrientes, o que influencia a vegetação, a sustentabilidade agrícola, a instabilidade à erosão e aos desbarrancamentos e a biodiversidade.

Os objetivos deste trabalho foram levantar alguns pontos para reflexão e sugerir uma estratificação dos principais ambientes que compõem o bioma Mata Atlântica,

¹ Recebido para publicação em 4.8.2000.

Aceito para publicação em 20.6.2002.

² Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa - UFV, 36571-000 Viçosa-MG, <lani@solos.ufv.br>.

com o intuito de melhor compreendê-lo e, conseqüentemente, de utilizá-lo melhor, preservando sua biodiversidade dentro de um caráter de maior sustentabilidade.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho teve por abrangência a área que envolve a Mata Atlântica, e é fruto de observações de campo dos autores. Pelos indicadores ambientais locais e regionais, tendo por base os solos, foram identificados os diferentes ambientes que compõem a Mata Atlântica. As informações sobre material de origem, teores de nutrientes, tipos de vegetação, erosão, morfologia de solos, profundidade dos solos, porosidade, elementos químicos totais, análise mineralógica e outras são oriundas de vários levantamentos de solos realizados pelo Serviço Nacional de Levantamentos de Solos (Brasil), atualmente EMBRAPA (Brasil, 1958, 1960, 1962, 1967, 1970a, b, 1973a,b, 1977, 1978, 1979), e pelo PROJETO RADAMBRASIL, (PROJETO RADAMBRASIL, 1983, 1986), em diferentes intensidades de levantamentos e escalas. Esses levantamentos de solos, em diferentes escalas, e os relatórios que os acompanham abrigam uma série de informações geológicas, pedológicas, de vegetação, de uso do solo etc., que, se bem interpretadas, subsidiam a compreensão da biodiversidade da Mata Atlântica.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item serão abordados, em parte, os pontos que envolvem os levantamentos de solos, como a representatividade dos mapas, a profundidade do solo, as implicações do uso do solo pela agricultura familiar, os recursos básicos de funcionamento dos ecossistemas e os indicadores ambientais, e outros que darão suporte para propor uma estratificação de ambientes que compõem a Mata Atlântica.

3.1. O Problema de Escala

Uma das maiores dificuldades na identificação, na conceituação e no uso das informações sobre os ecossistemas é a que se refere à questão de escala. Os mapas existentes são muito genéricos. Os mapas de solos, por exemplo, que são os únicos que se referem especificamente à questão de nutrientes no sistema, são, no Brasil, raramente na escala de 1:100.000 ou maior. Em geral, estão nas escalas de 1: 250.000 ou menor. E em qualquer dessas situações, as unidades de mapeamento são

definidas como associações de solos. São reconhecidas ali muitas unidades que não podem ser mapeadas. Mesmo que fosse viável o uso de escalas muito grandes, por exemplo 1:10.000 ou até maiores, como se faz em alguns levantamentos de solos para o fim específico de irrigação, além dos custos elevadíssimos e da desvantajosa relação custo/benefício, há ainda uma questão de exequibilidade prática. As classes de solo podem variar substancialmente a intervalos de poucos metros. Em muitos locais da Mata Atlântica, solos bem rasos ou afloramentos de rocha estão lado a lado com solos profundos; em outros, solos distróficos ou álicos podem estar bem próximos de solos eutróficos (ricos). Seria possível mapear essas diferenças altamente significativas sob o ponto de vista dos ecossistemas naturais ou produtivos? E mesmo que fossem mostradas essas diferenças no mapa, isso seria útil para alguém? Não seria mais fácil, num caso como esse, identificar esses habitats diretamente no campo?

Entre esses extremos de escala e abordagem existe um vazio de informações. De um lado as unidades ambientais, definidas por critérios indiretos (em geral, baseadas em unidades temáticas) e escala muito pequena; do outro, as que são efetivamente de interesse do usuário mais direto: o agricultor ou ainda para uma decisão mais específica de natureza ambiental. As primeiras são muito genéricas, de difícil sistematização em relação àquilo que interessa mais diretamente aos sistemas naturais; as últimas são de mapeamento pouco prático, quando não impossível. Logo, qual é o caminho a percorrer?

3.2. Saber o que é Essencial

E como é que se sabe o que é de interesse efetivo em termos de distinção de ambientes?

Em um sistema multivariável e complexo, como são os ecossistemas, é sempre difícil encontrar uma resposta simples e direta, mas algumas reflexões talvez ajudem nessa decisão.

Nem todas as variáveis são igualmente importantes em todas as situações. A importância de cada variável depende do contexto. A profundidade do solo e o uso agrícola dos solos acidentados serão usados para ilustrar esses aspectos.

3.2.1. Profundidade do Solo em Dois Contextos

O volume de solo disponível para o crescimento e desenvolvimento de raízes, tão importante para os

ecossistemas terrestres, e que é geralmente expresso em termos de profundidade de solo, tem conotações diferentes conforme o contexto:

1. Numa área em que chove muito, um solo raso pode significar excesso de água ou deficiência de oxigênio. As chuvas freqüentes podem encharcar o solo com facilidade, dificultando, por deficiência de oxigênio, o bom desenvolvimento das raízes, o que afeta particularmente a absorção de nutrientes, inclusive pela presença de íons em concentrações tóxicas como o ferro e o manganês.
2. Um solo raso em ambiente semi-árido, por outro lado, vai indicar deficiência de água, e não tanto de oxigênio.

Nessa profundidade do solo, a profundidade efetiva das raízes, ou seja, até onde elas podem se aprofundar, pode ser limitada pela presença de rochas consolidadas ou não e pelos horizontes de solos com características peculiares, com impedimentos físicos (adensamento, fragipans, duripans etc.) ou químicos (altos teores de enxofre, alta saturação por alumínio e sódio).

Mesmo que haja um processo cuidadoso de estratificação de ambientes, não obstante as dificuldades de escala, como mencionado, há ainda a necessidade de síntese. Freqüentemente, costuma-se perder o essencial na tentativa de síntese.

3.2.2. Solos Acidentados: Teoria Mal Fundamentada

Eis um exemplo, pertinente ao domínio da Mata Atlântica. Algumas áreas acidentadas, como acontece em várias outras partes do mundo, vêm sendo usadas pela agricultura familiar há muitas e muitas décadas, sem nenhum sinal de decréscimo pronunciado da produtividade. Os campos de cultivos são pequenos e praticamente do mesmo tamanho. O agricultor não pode plantar mais do que ele e sua família podem cuidar. Nessa situação, todos os seus vizinhos estão provavelmente às voltas com o mesmo problema, cujas implicações são claras. A erosão (morfogênese) não é maior do que a pedogênese (formação de solos). A pedogênese nesses locais é rápida o bastante para ter interesse prático. Tal fato evidencia que em alguns locais dos trópicos os solos acidentados e rasos não são instáveis no quadro ecossociológico atual. As generalizações a respeito dessas áreas precisam ser repensadas (Resende et al., 1999).

O uso agrícola desse sistema, apesar de precário, tem se mantido sustentável por longos anos a fio. A

agricultura parcialmente nômade, com a utilização do pousio por alguns anos nessas condições, tem se mostrado viável, e, a não ser que fossem dadas alternativas para os que ali vivem, não seria justificável proibi-los de cultivar a terra sob o pretexto de instabilidade, empobrecimento do solo, erosão e outros fatores. Os fatos não condizem com essas assertivas. Haverá, como há em qualquer sistema, espaço para melhorias das relações homem-natureza. Entretanto é necessário que esses sistemas sejam estudados mais ou que se reflita mais sobre o que se conhece, para saber onde (se for possível) melhorar aquilo que vem sendo feito há décadas. É relativamente fácil cultivar em solos planos quando há recursos para adubar e para operar com máquinas em vários estágios do processo produtivo, sobretudo em um sistema de transporte, armazenamento e comercialização compensatórios. Essa não é, evidentemente, a situação dos agricultores desse bioma. Portanto é preciso encontrar caminhos para que eles possam ter direito pelo menos à vida, em vez de somente proibi-los, sem lhes dar uma opção.

Não obstante a ênfase dos parágrafos anteriores, não há como negar casos de degradação intensa pelo cultivo dessas áreas acidentadas. Em outras palavras: nem todas as áreas acidentadas têm o mesmo poder de recuperação; umas têm menor ou maior poder de resiliência. Aquelas que têm como substrato solos distróficos são potencialmente instáveis.

As generalizações referentes às áreas estáveis e instáveis, como base na relação taxa de pedogênese *versus* morfogênese, precisam ser repensadas, não tanto pelo conceito em si, mas pela necessidade de seu aprofundamento. Ele precisa incorporar com mais profundidade os conhecimentos pedológicos, e não ficar muito restrito ao relevo, simplesmente. O fato de o solo ser eutrófico ou não já ajuda bastante nesse mister. A prática centenária dos agricultores referenda essas considerações. Os conhecimentos pedológicos no Brasil permitem identificar com bastante segurança os solos eutróficos com o uso, na maioria das vezes, de indicadores locais.

3.3. Os Recursos Básicos de Funcionamento dos Ecossistemas

Os exemplos anteriores, referentes às questões da profundidade dos solos e a respeito da instabilidade dos solos acidentados sob utilização agrícola, mostram que o uso do conceito de limitações ecológicas (Bennema et al., 1965), enfatizando os recursos água, nutrientes e

oxigênio, ajuda a elucidar mais do que relevo, textura, profundidade ou classe de solo. Esses elementos são valiosos para descrever e mapear mas inadequados para interpretar. No que se refere aos agroecossistemas, foram acrescentadas as limitações agrícolas por impedimento à mecanização e suscetibilidade à erosão.

Na essência, as plantas precisam de radiação solar, água e nutrientes. Esse é o triângulo ambiental básico. Os outros fatores são coadjuvantes. Assim, tanto para ecossistemas terrestres como aquáticos, radiação (R), água (A) e nutrientes (N) constituem o triângulo ambiental básico. É nele, de preferência, que se deve buscar a síntese de informação. Isso não invalida a importância de fatores como classes de solo, relevo, substrato geológico etc., mas no que se refere ao funcionamento dos ecossistemas esses elementos têm, necessariamente, que ser interpretados em termos dos recursos de radiação, de água e de nutrientes.

Assim, conforme será visto, na identificação dos grandes ambientes pertinentes ao bioma Mata Atlântica foram enfatizados os fatores mais ligados aos recursos: **nutrientes e água**. Mas se esses recursos, sob o ponto de vista prático, não podem ser visualizados diretamente na maior parte das vezes, que indicadores deles poderão ser usados?

3.4. Indicadores

O uso de indicadores é um fenômeno comum no nosso dia-a-dia. Estamos sempre usando um ou outro indicador a respeito do comportamento do mundo à nossa volta. É também da experiência comum o fato de que nem sempre acertamos ao usá-los. À semelhança do dedo indicador que aponta o rumo, mas sem tocar no objetivo, os indicadores apenas indicam, nada mais. É preciso conferir, na maioria das vezes. Nenhum indicador funciona sempre em qualquer contexto. Ele é circunscrito, na sua validade, a limites mais ou menos estreitos. Eis alguns exemplos:

1. O sapé (*Imperata* spp.) é normalmente tido como indicador de solo pobre em nutrientes. No entanto, ele tem sido localmente registrado em solos eutróficos, com pH próximo a 8, perto de área

de moinho calcário, tendo sido observado até com as folhas brancas pelo pó depositado.

2. O capim-gordura (*Melinis minutiflora*) é tido, em boa parte do Brasil, como relacionado aos solos de boa drenagem, sem adensamento; no entanto a presença de ecótipos, local ou regionalmente, como na Baixada Maranhense (RESENDE et al., 1999), restringe o escopo desse uso.
3. Os solos de coloração avermelhada no Espírito Santo, e talvez no Estado do Rio de Janeiro, indicam com relativa consistência a presença de solos eutróficos; já em outros Estados tal fato não tem validade alguma ou pode tê-la num contexto restrito.

Apesar das dificuldades e restrições, os indicadores constituem a forma mais prática de predição. O que se deve ter é bastante cuidado no seu uso e, em particular, no escopo de suas aplicações.

3.5. As Unidades de Solos como Indicadores

Uma das principais contribuições da pedologia brasileira foi aquela de poder assinalar, usando um conjunto de indicadores, os solos eutróficos (ricos) e os distróficos (pobres). Como já mencionado, no caso da cor nem sempre o mesmo critério funciona em qualquer lugar. Nos levantamentos de solos feitos pela antiga Comissão de Solos do Ministério da Agricultura, que depois de vários nomes veio a ser o Centro Nacional de Pesquisa de Solos, sempre foi utilizado o conceito de fases de vegetação original.

3.5.1. Fases de Vegetação Original

Na conceituação e nomenclatura dessas fases, a Comissão de Solos contou sempre com competentes botânicos (por exemplo, Geraldo Mendes Magalhães, Dárdano de Andrade Lima, Carlos Toledo Rizzini e outros). O objetivo inicial dessas fases de vegetação original era usá-las como indicadoras de dados climáticos, isto é, como um indicador da deficiência de água. Neste sistema deu-se bastante ênfase às espécies caducifólias como indicadoras de deficiência de água. Assim, construiu-se uma seqüência:

Hidrófila-higrófila-perúmida-perenifólia-subperenifólia-subcaducifólia-caducifólia

A própria etimologia das expressões ajuda a visualizar o significado: hidrófila (ávida por água); hidrófila (vive em lugar úmido); perúmida (precipitação > evapotranspiração potencial durante todos os meses do ano); perenífólia (ausência de estação seca marcante); subperenífólia (estação seca de aproximadamente 2-3 meses); subcaducifólia (estação seca de 3-5 meses); e caducifólia (estação seca de 5-7 meses). A fase de vegetação, embora esteja muito relacionada com o clima atmosférico, refere-se ao pedoclima. Pode haver, dependendo da profundidade do solo e do teor de nutrientes no solo, floresta subcaducifólia e caducifólia a alguns metros de distância uma da outra.

3.5.2. Fase de Relevô

Da mesma forma que as fases de vegetação original, as fases de relevô são definidas para cada componente das unidades de mapeamento. São definidas as seguintes classes de relevô: plana (0-3% de declive), suave ondulada (3-8%), ondulada (8-20%), forte-ondulada (20-45%), montanhosa (45-75%) e escarpada (> 75%).

Assim, além das informações sobre nutrientes (por exemplo, pela expressão eutrófico ou distrófico de cada componente), há definições da vegetação original e do relevô.

3.6. Indicadores na Mata Atlântica

3.6.1. Os Grandes Ambientes

O uso das informações constantes dos estudos pedológicos pode ajudar sobremaneira na distinção de ambientes. No caso da Mata Atlântica, optou-se pelo uso de informações englobadas sob o tema sistemas pedológicos, onde são feitas generalizações acerca dos recursos de nutrientes e de água, tanto no solo, quanto na água de superfície.

Por esse critério foram identificados dez grandes ambientes (Quadro 1), enfatizando, em cada um, suas características e fragilidades no que se refere às questões de nutrientes e de água disponível.

Desse grande conjunto de ambientes, há alguns destaques pertinentes à biodiversidade:

1. as áreas de solos húmicos nas partes mais elevadas;
2. as áreas pertinentes aos grandes afloramentos de rochas; e
3. as áreas acidentadas com solos pobres e estresse hídrico pronunciado.

3.6.2. Áreas de Solos Húmicos nas Partes Mais Elevadas

Esses solos, com altos teores de matéria orgânica (em geral da ordem de 16 kg/m³ de carbono orgânico), ocupam as áreas mais elevadas, geralmente acima de 900 m de altitude, em várias partes do domínio da Mata Atlântica (Brasil, 1958, 1960, 1962, 1967, 1970a,b, 1973a,b, 1977, 1978, 1979, PROJETO RADAMBRASIL, 1983, 1986). Como a frente de erosão vem da costa para o interior, essas são áreas mais protegidas do processo de renovação (erosão geológica). É nelas que se espera encontrar os testemunhos das condições paleoambientais que marcaram o Pleistoceno brasileiro (Bigarella et al., 1975). É possível que se encontrem aí espécies relictos. Os altos teores de carbono desses solos representam cerca de mais de 160 t/h. Certamente é de interesse da humanidade que esse carbono permaneça onde está, sem ser levado, na forma de CO₂, para a atmosfera. Esse valor de carbono fixado no solo é, como foi dito, muito alto (cerca de 35% daquele correspondente à biomassa de uma floresta tropical, que é de 45 kg/m² (Lieth & Whittaker, 1975). Embora não seja exclusivo desses solos, a eles estão associadas manifestações de atividades que parecem ser de paleovermes, até as incríveis profundidades de 30 m (Rezende, 1980; Corrêa, 1984; Lani, 1987). Essas manifestações que aparecem na forma de canaletas preenchidas por material vindo de cima (pedotúbulos) ainda não foram esclarecidas quanto ao agente causador, à época de ocorrência e à distribuição de sua área de atuação, que parece ser muito grande tanto em relação à profundidade no solo quanto à sua atuação no Brasil.

3.6.3. Áreas dos Grandes Afloramentos de Rochas

Essas áreas já tiveram sua importância biológica levantada por Axerold (1972). As condições pedoclimáticas propiciam, como se fosse em um banco genético, a manutenção de espécies xerófilas que ocuparam uma área maior e mais contínua e que agora vivem no ambiente da Mata Atlântica, nesses locais de refúgio. Os afloramentos de rochas não ocorrem só. Há, lado a lado, solos bem distintos quanto a profundidade e, às vezes, a nutrientes; isto sem falar dos aspectos pertinentes à variação da carga energética que chega à superfície do ecossistema, em função da exposição do solo (declive e orientação da rampa) (Benincasa, 1976), como documentado

por Cerqueira (1995), por exemplo, o que propicia um substrato favorável à diversidade. Por exemplo, as superfícies rochosas (e também copas de árvores) dessas áreas acima de 1.500 m, como ocorre no Espírito Santo, são áreas potenciais para se encontrar a orquídea

Scuticaria kautskyi (Feitoza et al., 1999). Além disso, essas áreas são particularmente valiosas como cenário. O tamanho, as formas e o colorido dessas superfícies rochosas emolduram um cenário de valor produtivo em modalidades como ecoturismo.

Quadro 1 - Principais sistemas pedológicos da Mata Atlântica e algumas de suas propriedades quanto a nutrientes, água e observações gerais quanto a uso, instabilidade e importância

Table 1 - Main pedologic systems of the Atlantic Forest and some of their properties related to nutrients, water and general observations related to use, instability and importance

Ambientes Principais	Nutrientes	Água	Observações
1. Solos eutróficos das elevações (fora das várzeas)	Recuperam-se com facilidade. Tanto pedogênese quanto erosão natural são acentuadas. Isso renova nutrientes perdidos com relativa rapidez.	Geralmente estresse hídrico pronunciado; os solos possuem estrutura em blocos e tendência a endurecimento quando secos. Isso prejudica o desenvolvimento de raízes mais sensíveis.	São áreas em geral ocupadas pelas atividades agropecuárias. São comuns grandes pastagens de colônia. No passado foram muito manejadas com o uso do fogo. Quando são áreas disjuntas, sem grandes dimensões, são particularmente ocupadas pela pequena agricultura.
2. Solos distróficos e planos das elevações (fora das várzeas)	Pobres originalmente, mas são conservadores de nutrientes.	Podem apresentar estresse acentuado, em geral menor do que em área de solo eutrófico. Têm menos cursos d'água do que as áreas aciditadas. Também endurecem-se quando secos.	O declive suave e a permeabilidade reduzida dos solos conservam por muitos anos os nutrientes advindos da decomposição ou queima da vegetação.
3. Solos distróficos e aciditados	Pobres e instáveis. A manutenção dos nutrientes depende de manter-se a cobertura vegetal. Muita perda por erosão	Em geral mais bem providos de água, tanto no solo quanto na superfície (cursos). Onde há mais deficiência, a interação da deficiência de nutrientes com o estresse hídrico fragiliza sobremaneira o sistema.	O declive acentuado e a pobreza do solo fragilizam o sistema quanto à ação antrópica. Isso se acentua mais onde há maior estresse hídrico.
4. Áreas com grandes afloramentos de rocha	Se nas áreas mais úmidas e elevadas os solos são pobres, nas áreas mais baixas e mais secas, eutróficos.	São muito variáveis em termos de clima regional. Essas áreas, independentemente de onde estão, têm pedoclima seco. Nelas vivem espécies tolerantes ao estresse hídrico acentuado.	Nesses afloramentos há microclimas particulares. É uma reserva natural de espécies que evoluíram sob outras condições (Axerold, 1975).
5. Várzeas não mais inundáveis	São em geral os solos mais ricos da paisagem. Podem ser originalmente pobres, mas são bastante conservadores.	Possuem estrutura em blocos e tendência a endurecimento quando seco. Isso prejudica muito o desenvolvimento das raízes mais sensíveis.	Nessa área localiza-se a maior parte das atividades produtivas, tanto rurais quanto urbanas, de muitos municípios.
6. Várzeas inundáveis	Solos distróficos ou eutróficos. Os de áreas mais elevadas tendem a ser mais distróficos. É um sistema em constante renovação.	Localmente são os solos mais bem providos de água. É comum haver água disponível na subsuperfície. A deficiência de oxigênio pode prejudicar o aprofundamento de raízes.	Muito usados, em particular onde não há muita várzea não-inundável.
7. Solos húmicos nas partes mais elevadas	Apesar de muito ricos em matéria orgânica, são pobres em nutrientes.	Por estarem nas partes mais elevadas da paisagem (geralmente acima de 900 m), não apresentam estresse hídrico muito pronunciado.	Por ocuparem partes mais altas e terem sofrido menos o processo erosivo renovador, são mais velhos do que outros solos. À semelhança dos afloramentos de rochas, podem-se esperar espécies peculiares (relictos?)
8. Solos gleizados e tiomórficos, sem influência marinha atual	São em geral pobres em nutrientes; a presença de enxofre nos tiomórficos pode criar até um deserto químico (Lani et al., 1998)	São solos de drenagem deficiente. Dependendo do ciclo de flutuação do nível da água, podem dificultar a absorção de água pelas plantas. Recomenda-se manter o lençol freático elevado para o melhor uso.	Têm sido usadas principalmente como pastagens. São instáveis, principalmente se drenadas, e têm particular valor para a fauna.
9. Restinga (Neossolos Quartzarênicos - Areias Quartzosas e Espodosolos - Podzóis)	São caracteristicamente pobres. Localmente e com raridade podem ter influência de conchas, tomando-os eutróficos (Gomes et al., 1998)	Há grande deficiência de água para as plantas de sistema radicular não muito profundo. A presença de capim seco em determinadas épocas do ano e de xerófilas dá um ar de caatinga a alguns desses locais. As árvores se aproveitam da água de camadas mais profundas. As águas têm, caracteristicamente, coloração escura (amarelada vista de perto).	São áreas tipicamente instáveis. Seu maior valor produtivo é como reserva e cenário.
10. Solos de mangue	São em geral ricos em nutrientes. Podem, no entanto, ser ricos em enxofre e sais, prejudicando a absorção de nutrientes	Ambiente com água, determinada pelo ciclo das marés. Há zonação no grau dessa influência.	Apenas algumas poucas espécies de árvores conseguem viver nesse ambiente. O grau variável de salinidade e a característica ecotonal propiciam uma riqueza muito grande de espécies animais. É um ambiente fortemente influenciável pela interferência humana.

3.6.4. Áreas Acidentadas de Solos Pobres e Estresse Hídrico Pronunciado

A combinação de limitações nesses dois recursos, água e nutrientes, resulta em efeitos peculiares. Os estresses têm efeitos sinérgicos, porque as estratégias que as plantas utilizam para enfrentamento de deficiência de nutrientes ou de deficiência de água são antagônicas. A perenidade de folhas, o pouco aprofundamento do sistema radicular, a grande massa aérea em relação às raízes, a atividade biológica constante, tudo isso inviabiliza a existência da planta onde o estresse hídrico é acentuado. Por outro lado, o caducifolismo, a baixa relação parte aérea/raízes, a estação de repouso, entre outros, fragilizam o sistema quanto à manutenção de nutrientes. Em locais de estresse hídrico pronunciado (mas não tão extremo que favoreça espécies de caatinga), é comum a existência de vegetação florestal, que pelo sistema radicular profundo (em solos também profundos) ameniza as deficiências estacionais de água: muitas plantas (a maioria) permanecem com as folhas mesmo na estação seca. São mais raros os casos de floresta caducifólia (mata seca) em solos pobres (Janzen, 1980). A substituição da vegetação arbórea pelas espécies graminóides, de sistema radicular mais superficial, acentua sobremaneira a deficiência de água para essas espécies. Tal fato se torna mais grave, pois essas espécies precisam, para ter a mínima chance de sobrevivência, de ser também tolerantes a solos pobres em nutrientes. Como a pobreza em nutrientes é constante, sendo a deficiência de água estacional e de intensidade algo aleatória, as espécies usadas pelo homem, plantadas ou nascidas naturalmente, são adaptadas à pobreza do solo (como o capim-gordura ou capim-meloso, *Mellinis minutiflora*), mais do que à deficiência hídrica (Baruqui et al., 1985). Resultado: essas áreas acidentadas e de solos pobres são particularmente fragilizadas após a substituição da floresta por uma vegetação mais rasteira. A recuperação da vegetação é muito reduzida, e com frequência o solo fica completamente exposto.

Essas relações assumem clareza maior naquelas áreas em que, sob deficiência hídrica relativamente pronunciada, há uma combinação de solos pobres nos topos e nas encostas superiores dos morros e de solos ricos (eutróficos) logo abaixo. Nessas áreas, como em grandes áreas de pecuária de corte sustentadas pelo capim-colonião (*Panicum maximum*), manejado historicamente pelo fogo, entre o topo do morro de solos pobres e menos adensados, mais propícios, por esse aspecto, para

o capim-gordura, e as partes baixas de solos adensados e ricos, mais adequados para o capim-colonião, há uma área de solos pobres acidentados e naturalmente deficientes de água. É aí que ocorrem os chamados *pelados*, áreas sem vegetação, o que é comum, por exemplo, no vale do rio Doce, próximo a Governador Valadares.

Além desses três grandes ambientes, há localmente algumas áreas caracteristicamente instáveis:

1. as de solos íngremes com sólum (horizontes A + B rasos) e horizonte C muito profundo;
2. áreas em que horizontes ricos em enxofre estão na superfície ou próximo a ela;
3. áreas de restinga; e
4. áreas de mangue.

As três últimas serão mais bem tratadas no que se refere à parte costeira. Aqui serão feitas considerações sobre os solos pobres com sólum raso e horizonte C profundo.

3.6.5. Solos Pobres com Sólum Raso e Horizonte C Profundo

Ocorrem particularmente nas áreas acidentadas de solos pobres. Neste caso o recurso que está em mínimo, a disponibilidade de nutrientes, é, sob vegetação natural, mantido pela reciclagem. Assim que essa reciclagem é minimizada, por exemplo, pela retirada da vegetação natural e pelo solo exposto, as perdas de nutrientes aumentam, o que reduz a produtividade do ecossistema, produtivo ou não. Esse fenômeno é potencializado nas chamadas pedoformas íngremes, nas bordas das ravinas anfiteátricas que caracterizam grande parte dos Mares de Morros, tão associados à Mata Atlântica. Esses ambientes em detalhe, que não podem ser mapeados em escala razoável, são facilmente reconhecíveis a campo pelo uso de alguns indicadores. Além de sua forma (Figura 1), o que apresenta encosta íngreme e de perfil linear, com curvatura, em grande parte, também linear em pequenos segmentos, existem outros indicadores.

Entre eles há presença da cor rósea e pouca profundidade da superfície, indicando um solo com sólum (horizontes A + B) pouco espesso, sobre um horizonte C muito espesso. Essa combinação de sólum raso e horizonte C espesso indica instabilidade do sistema quanto à erosão e às perdas de nutrientes – um recurso que está em mínimo. A pouca espessura do horizonte B propicia a sua remoção por erosão, expondo o horizonte C facilmente erodível.

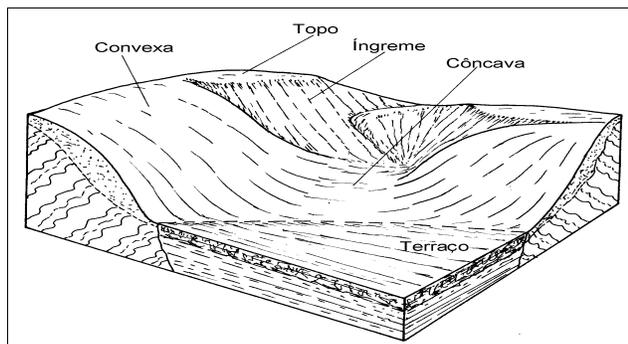


Figura 1 – Bloco-diagrama comum nas regiões acidentadas da Mata Atlântica, localizando as pedoformas íngremes particularmente instáveis, mas que podem ser facilmente reconhecíveis em campo por critérios de forma e cor.

Figure 1 – Block-diagram of the hilly soils of the Atlantic Forest, locating the particularly unstable steep pedoforms, but easily recognizable in the field by shape and color.

Os pequenos agricultores, e só eles, utilizam essas áreas, premidos pela pouca disponibilidade de melhores solos (as propriedades vão se miniaturizando pelo processo de herança) (Gomes, 1986), apesar de serem muito frágeis e pouco produtivas, principalmente pelas perdas de nutrientes. Talvez fosse viável pagar ao agricultor (pequeno agricultor) para que cuidasse, recuperasse e protegesse essas áreas para a sociedade.

4. CONCLUSÕES

1. Foi possível, dentro de uma visão pedológica, com base em diferentes levantamentos de solos, observações de campo e com ênfase em nutrientes e água, identificar dez principais ambientes inseridos dentro do bioma Mata Atlântica, que podem facilitar a compreensão de suas potencialidades e limitações e contribuir para conservação da sua biodiversidade.
2. Para uma tomada de decisão mais específica de natureza ambiental, os mapas utilizados, em razão das escalas pequenas e da inviabilidade técnica de escalas maiores, não são por si só apropriados para suportar decisões de uso mais convenientes dos recursos naturais. Sugere-se, em complemento a eles, o uso de indicadores ambientais (chaves de identificação de ambientes), que podem ser locais ou até mesmo regionais.
3. O pedoclima pode influenciar muito o tipo de vegetação e, com isto, a biodiversidade.

4. Na região dos Latossolos húmicos que ocupam as partes mais elevadas da paisagem, geralmente acima de 900 m de altitude, podem ser encontradas espécies relictos.
5. O uso das informações dos levantamentos pedológicos pode ajudar sobremaneira na distinção de ambientes.
6. As condições pedoclimáticas dos grandes afloramentos de rochas propiciaram, como se fossem um banco genético, um refúgio de espécies xerófilas que ocupavam, antes, uma área maior e mais contínua.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AXEROLD, D. Edaphic aridity as a factor in angiosperm evolution. *The American Naturalist*, v. 106, n. 949, p. 311-320, 1972.
- BARUQUI, F.; RESENDE, M.; FIGUEIREDO, M. Causas da degradação e possibilidades de recuperação das pastagens em Minas (Zona da Mata e Rio Doce). *Informe Agropecuário*, v. 11, n. 128, p. 27-37, 1985.
- BENINCASA, M. **Efeito de rampas com diferentes declividades e exposições norte e sul de uma bacia hidrográfica sobre o microclima e produtividade biológica do *Sorgum bicolor* (L.) Moench.** Jaboticabal, Faculdade de Medicina Veterinária e Agronomia de Jaboticabal. 1976. 109 p. Tese Livre Docência – 1976.
- BENNEMA, J.; BEEK, K. J.; CAMARGO, M. N. **Interpretação de levantamentos de solos no Brasil. Primeiro esboço:** um sistema de classificação da capacidade de aptidão de uso da terra para levantamentos de reconhecimento de solos. Rio de Janeiro: DPFS/FAO, 1965. 51 p.
- BIGARELLA, J.; ANDRADE-LIMA, D.; RIEHS, P. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. *Anais Academia Brasileira de Ciência*, v. 47, p. 441- 464, 1975.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio de Janeiro e Distrito Federal.** Rio de Janeiro: CNEPA-SNPA, 1958. 350 p. (SNPA. Boletim técnico, 11).
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo.** Rio de Janeiro: CNEPA-SNPA, 1960. 634 p. (SNPA. Boletim técnico, 12).

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento dos solos da região sob influência do reservatório de Furnas**. Rio de Janeiro: CNEPA-SNPA, 1962. 462 p. (SNPA - Boletim Técnico, 37).

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Primeira Etapa, Planalto Rio Grandense. Rio de Janeiro: Divisão de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1967. (Boletim Técnico, 2).

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento dos solos da região sob influência da Cia. Vale do rio Doce**. Rio de Janeiro, EPFS, 1970a. 154 p. (Boletim Técnico, 13).

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento dos solos da Zona do Médio Jequitinhonha - Minas Gerais**. Rio de Janeiro: Divisão de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1970b. 340 p. (EPE-EPFS. Boletim Técnico, 9).

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Ceará. Vol. II (Descrições de perfis de solos e análises)**. Recife, Divisão de Pesquisa Pedológica, 1973a. 502 p. (Boletim Técnico, 2; Pedologia 16).

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco**. Recife, 1973b. 359 p. (DNPEA. Boletim Técnico, 26; Série Pedologia 14).

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento exploratório - reconhecimento de solos da margem direita do rio São Francisco, Estado da Bahia**. Recife: EMBRAPA-SNLS/SUDENE-DRN, 1977. 735 p. (EMBRAPA-SNLCS, Boletim Técnico, 52).

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Espírito Santo**. Rio de Janeiro, EMBRAPA-SNLCS, 1978. 461 p. (Boletim Técnico, 45).

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do norte de Minas Gerais**. Recife, EMBRAPASNLCS/SUDENE DRN, 1979. 407 p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim Técnico, 60).

CERQUEIRA, A. F. **Estratificação de ambientes do município de Venda Nova do Imigrante, ES**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 210 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.

CORREA, G. F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do Planalto de Viçosa, MG**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1984. 87 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, 1984.

FEITOZA, L. R. et al. Mapa de unidades naturais do Espírito Santo. Vitória, ES: EMCAPA/VIÇOSA, MG: UFV/ NORWICH, UK: East Anglia University/Brasília, DF: SAE/ Rio de Janeiro, RJ: PRONATURA. Escala 1:400.000. 1999.

GOMES, J. B. et al. Areias do litoral fluminense. **Ciência Hoje**, v. 23, n. 137, p. 44-50, 1998.

GOMES, S. T. Condicionantes da modernização do pequeno agricultor. São Paulo, IPE/ USP, 1986. 181 p. (IPE/ USP - Ensaios econômicos, 60).

JANZEN, D. H. **Ecologia vegetal nos trópicos**. São Paulo, EPU/EDUSP, 1980. 79 p. (Coleção Temas de Biologia, 7).

LANI, J.L. **Estratificação de ambientes na bacia do rio Itapemirim, no sul do Estado do Espírito Santo**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1987. 114 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, 1987.

LANI, J. L. et al. Soils, plants and surface waters of the tiomorphic environments, Rio Doce Delta, Brazil. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CIÊNCIA DO SOLO, 1998, Montpellier. **Annaals...** Montpellier: 1998.

LIETH, H.; WHITTAKER, R. H. Primary productivity of the biosphere. New York: Springer-Verlag, 1975. p. 305-328.

PROJETO RADAMBRASIL. **Levantamento de recursos naturais. Folha SF. 23/24**. Rio de Janeiro/Vitória. Rio de Janeiro: 1983. 775 p.

PROJETO RADAMBRASIL. **Pedologia - Levantamento exploratório de solos. Folha SH22. Porto Alegre e parte das folhas SH21 Uruguaiana e S±22 Lagoa Mirim**. Rio de Janeiro, 1986. p. 405-540, v. 33.

PROJETO RADAMBRASIL. **Levantamento de recursos naturais. Folha SE.24 rio Doce**. Rio de Janeiro: 1987. 548 p.

RESENDE, M.; REZENDE, S. B. Levantamentos de solos: uma estratificação de ambientes. **Informe Agropecuário**, v. 9, n. 105, p. 3-25, 1983.

RESENDE, M.; CURI, N.; LANI, J. L. Tropical soils: implications on sustainable development. In: FORMOSO, M. L. L.; CERRI, C. C. (Orgs.) WORKSHOP ON TROPICAL SOILS. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. 1999. p. 155-170.

REZENDE, S. B. **Geomorphology, mineralogy and genesis of four soils on gneiss in southeastern Brazil**. West Lafayette: Purdue University, 1980. 143 p. Thesis (Ph.D.) Purdue University, 1980.