
O Recurso Natural Solo

1

Capítulo

Maurício Rizzato Coelho
Humberto Gonçalves dos Santos
Enio Fraga da Silva
Mario Luiz Diamante Aglio

Introdução

O solo é uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos, contendo matéria viva e ocupando a maior porção do manto superficial das extensões continentais do planeta (Embrapa, 1999).

O território brasileiro se caracteriza por uma grande diversidade de tipos de solos, correspondendo, diretamente, à intensidade de interação das diferentes formas e tipos de relevo, clima, material de origem, vegetação e organismos associados, os quais, por sua vez, condicionam diferentes processos formadores dos solos. A esta diversidade, deve-se a natureza de nosso país, suas potencialidades e limitações de uso e, em grande parte, às diferenças regionais no que se refere às diversas formas de ocupação, uso e desenvolvimento do território.

Assim, um quadro sintético das paisagens brasileiras, por região, mostra o Norte do país como um território de planícies e baixos planaltos, de clima equatorial, calor permanente e alto teor de umidade atmosférica, com predominância de solos profundos, altamente intemperizados, ácidos, de baixa fertilidade natural, e comumente saturados por alumínio tóxico para a maioria das plantas, o que diminui significativamente o potencial produtivo de suas terras, quando não adequadamente manejadas.

Na região Nordeste, observam-se tipos climáticos que variam do quente e úmido ao quente e seco (semi-árido), passando por uma faixa de transição semi-úmida. Nela, ocorre, em grande parte, solos de média a alta fertilidade natural, em geral pouco profundos em decorrência de seu baixo grau de intemperismo. O déficit hídrico e, em menor proporção, a ocorrência

de salinidade e/ou sodicidade em alguns solos nortestinos são os principais fatores condicionantes à produção agrícola nesta região do país.

A região Centro-Oeste, vasta superfície aplainada pelos processos erosivos naturais, é caracterizada pelo Planalto Central Brasileiro. A predominância de um clima tropical quente com veranicos acentuados é característica da região, destacando-se grandes extensões de solos profundos, bem drenados, de baixa fertilidade natural que são facilmente corrigidos pela adubação e calagem, porém com características físicas favoráveis, além das condições topográficas que permitem intensa mecanização agrícola das lavouras.

A região Sudeste se caracteriza por planaltos e áreas serranas com vários pontos de altitudes superiores a 2.000 metros, clima tropical com verões quentes nas baixadas e mais amenos nas áreas altimontanas; predominância de solos bem desenvolvidos, geralmente de baixa fertilidade natural.

Na região Sul, os solos originados de rochas básicas e de sedimentos diversos se encontram distribuídos em uma paisagem com relevo diversificado, onde predomina o clima subtropical, com estações bem definidas e solos predominantemente férteis com elevado potencial agrosilvipastoril.

Como exposto, as diferenciações regionais são resultantes da considerável variabilidade de seus solos, condições climáticas e geomorfológicas, refletindo diretamente no potencial agrícola das terras, na diversificação das paisagens e aspectos vinculados ao tipo predominante de uso do solo, com reflexos no desenvolvimento diferenciado das regiões do país. A ocorrência, a diversidade e a distribuição geográfica das principais classes de solos do Brasil são genericamente abordadas neste capítulo, salientando alguns dos atributos agronômicos e taxonômicos mais relevantes e



Figura 1. Mapa de Solos do Brasil. Adaptado de EMBRAPA (1981) por Embrapa Solos.

Alissolos: compreendem solos de baixa fertilidade natural e elevados teores de alumínio extraível (Al^{3+}); em alguns solos desta classe ocorre um significativo aumento do conteúdo de argila em profundidade; em outros este aumento é menos pronunciado. Em geral, são bem estruturados e distribuem-se na região subtropical do Brasil, especialmente nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, mas as maiores extensões deles é na Amazônia Ocidental, sob condições tropicais e equatoriais, predominantemente.

Cambissolos: devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e condições climáticas em que são formados, as características destes solos variam muito de um local para outro. No entanto, uma característica comum é o incipiente estágio de evolução do horizonte subsuperficial, apresentando, em geral, fragmentos de rochas permeando a massa do solo e/ou minerais primários facilmente alteráveis (reserva de nutrientes), além de pequeno ou nulo incremento de argila entre os horizontes superficiais e subsuperficiais. Ocorrem em praticamente todo o território brasileiro. São particularmente importantes na parte oriental dos planaltos do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, onde os Cambissolos existentes têm alto teor de matéria orgânica e elevados conteúdos de alumínio extraível. Outras ocorrências significativas são aquelas relacionadas com a Serra do Mar, estendendo-se desde o nordeste do Rio Grande do Sul até o Espírito Santo, serra da Mantiqueira e regiões interioranas de Minas Gerais (Oliveira et al., 1992). Cambissolos de elevada fertilidade natural são comuns na região nordestina e no Estado do Acre.

Chernossolos: compreendem solos que apresentam atividade da fração argila bastante elevada no horizonte subsuperficial, sendo o superficial do tipo A chernozêmico (espesso, escuro, bem estruturado, rico em matéria orgânica e com alta saturação por bases). São normalmente escuros, pouco coloridos, moderadamente ácidos a fortemente alcalinos, portanto, de elevada fertilidade natural e com presença de minerais de esmectita e/ou vermiculita na fração argila. Distribuem-se predominantemente em duas grandes áreas situadas ao sul (Rio Grande do Sul) e leste do Brasil (Bahia).

Espodossolos: são predominantemente arenosos, com acúmulo de matéria orgânica e compostos de alumínio em profundidade, podendo ou não conter compostos de ferro. São muito pobres e muito ácidos, sendo peculiares os teores de alumínio extraível relativamente elevados em relação aos outros íons básicos presentes no solo. Distribuem-se esparsamente nas baixadas litorâneas ao longo da

costa leste do país, especialmente na Bahia, em Sergipe, Alagoas e Rio de Janeiro, nas baixadas arenosas do Rio Grande do Sul e em áreas interioranas da Amazônia Ocidental, onde são expressivos.

Gleissolos: ocupam, geralmente, as partes depressivas da paisagem e, como tal, estão permanente ou periodicamente encharcados, salvo se artificialmente drenados. Comumente, desenvolvem-se em sedimentos recentes nas proximidades dos cursos d'água e em materiais colúvio-aluviais sujeitos a condições de hidromorfismo, como as várzeas e baixadas. Assim, situam-se indiscriminadamente em todas as áreas úmidas do território brasileiro, onde o lençol freático fica elevado durante a maior parte do ano. Como ocorrências expressivas, no entanto, podem-se citar aquelas relacionadas às várzeas da planície amazônica, em Goiás e Tocantins ao longo do Rio Araguaia, em São Paulo e Rio de Janeiro às margens do rio Paraíba, no Rio Grande do Sul às margens das lagoas dos Patos, Mirim e Mangueira (Oliveira et al., 1991).

Luvissolos: compreendem solos com elevada fertilidade natural, dotados de argilas com alta capacidade de retenção de íons trocáveis (argila de atividade alta) e saturação por bases também alta (elevada capacidade de retenção de nutrientes) nos horizontes subsuperficiais, imediatamente abaixo de horizontes do tipo A fraco ou moderado (baixos teores de matéria orgânica, pouco espessos e baixa a média capacidade de retenção de nutrientes). Áreas expressivas são encontradas no nordeste brasileiro, onde se distribuem principalmente na zona semi-árida.

Neossolos: pouco evoluídos, apresentam pequena expressão dos processos responsáveis pela sua formação, que não conduziram, portanto, a modificações expressivas do material originário. Diferenciaram-se em grande parte pelo seu material de origem e paisagem, como depósitos sedimentares (planícies fluviais, sedimentos arenosos marinhos ou não) e regiões de relevo acidentado. Existem quatro grandes tipos de Neossolos, que apresentam, genericamente, as seguintes características: **Neossolos Litólicos** – solos rasos, com espessura inferior a 50cm, possuindo, em geral, uma estreita camada de material terroso sobre a rocha; **Neossolos Regolíticos** – solos mais profundos com espessura superior a 50cm e presença de minerais alteráveis ou fragmentos de rocha; **Neossolos Quartzarênicos** – solos mais profundos, com espessura superior a 50cm, de textura essencialmente arenosa por todo o solo e, praticamente, ausência de minerais primários alteráveis (sem reserva de nutrientes); **Neossolos Flúvicos** – solos provenientes de sedimentos aluviais. Normalmente, possuem um horizonte escurecido à superfície sobre camadas estratificadas. Os Neos-

solos Litólicos, em geral, estão associados a muitos afloramentos de rocha. No mapa de solos estão apresentados como forma alongada, refletindo as cristas e partes mais instáveis da paisagem (Resende, et al., 1988). Não há distribuição regionalizada, ocorrendo por todo o território brasileiro. Os Neossolos Regolíticos também são comuns no Brasil como um todo. No entanto, extensas áreas ocorrem na região semi-árida nordestina. As maiores ocorrências de Neossolos Quartzarênicos estão nos Estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, oeste e norte da Bahia, sul do Pará, sul e norte do Maranhão, no Piauí e Pernambuco, em relevo predominantemente plano. Os Neossolos Flúvicos raramente ocupam apreciáveis áreas contínuas, pois são restritos às margens dos cursos d'água, lagoas e planícies costeiras onde, geralmente, ocupam as pequenas porções das várzeas (Oliveira et al., 1992).

Nitossolos: são solos de textura argilosa ou mais fina que apresentam pouco ou nenhum incremento de argila em profundidade. São normalmente profundos, bem drenados, estruturados e de coloração variando de vermelho a brunada. Em geral, são moderadamente ácidos, com saturação por bases de baixa a alta, argila de atividade baixa e as vezes contendo elevados conteúdos de alumínio extraível. As maiores áreas contíguas estão nos Estados sulinos. No entanto, no Estado de São Paulo, extensas áreas são encontradas nos planaltos basálticos que se estendem até o Rio Grande do Sul.

Planossolos: são mal drenados, com horizonte superficial de textura mais leve, em geral arenosa, que contrasta abruptamente com o horizonte subsuperficial imediatamente subjacente, adensado e extremamente endurecido quando seco, geralmente de acentuada concentração de argila, bem estruturado e de permeabilidade muito lenta, apresentando visíveis sinais de hidromorfismo. Esses solos ocorrem predominantemente em áreas de relevo plano ou suave ondulado, muito utilizados com arroz irrigado no Rio Grande do Sul e com pastagem na região nordeste do país (Resende, et al., 1988).

Plintossolos: apresentam uma diversificação morfológica e analítica muito grande, no entanto, a característica mais importante desses solos é a presença de manchas ou mosqueados avermelhados (plintita), geralmente compondo um emaranhado de cores bem contrastante com a matriz do solo, podendo ou não conter nódulos ou concreções (petroplintita), os quais são constituídos por uma mistura de argila, pobre em carbono orgânico e rica em ferro, ou ferro e alumínio, com quartzo e outros materiais. Frequentemente são ácidos e com

baixa reserva de nutrientes. Encontram-se em relevo plano e suave ondulado, em áreas deprimidas, planícies aluvionais e terços inferiores de encosta, situações que impliquem no escoamento lento da água do solo. As maiores extensões se encontram na região Amazônica (alto Amazonas do território brasileiro), Amapá, Ilha de Marajó, baixada Maranhense, norte do Piauí, sudeste de Tocantins e nordeste de Goiás, Pantanal Mato-Grossense e baixadas da região da Ilha do Bananal (Oliveira et al., 1992). Plintossolos com predominância de nódulos ou concreções (Plintossolos Pétricos) são comuns nas rupturas de chapadas em todo o Planalto Central Brasileiro e em muitas rupturas de declive na Amazônia (Resende, et al., 1988).

Vertissolos: são solos de coloração acinzentada ou preta, sem diferença significativa no teor de argila entre a parte superficial e a subsuperficial do solo. No entanto, a característica mais importante é a pronunciada mudança de volume com a variação do teor de umidade devido ao elevado teor de argilas expansivas (argila de atividade alta), tendo como feição morfológica característica e facilmente identificável, a presença de fendas de retração largas e profundas que se abrem desde a superfície do solo nos períodos secos. São de elevada fertilidade química, mas apresentam problemas de natureza física. Ocorrem, predominantemente, na zona seca do Nordeste, no Pantanal Mato-grossense, na Campanha Rio Grandense e no Recôncavo Baiano (Oliveira et al., 1992).

Ocorrência e aspectos gerais dos solos por grandes regiões.

As diferentes regiões do território brasileiro apresentam peculiaridades ambientais e culturais que refletem a ocorrência, a distribuição, a aptidão agrícola de suas terras, o uso e manejo diferenciados de seus solos. Aspectos dessa natureza adquirem, em termos gerais, o seguinte quadro sintético das paisagens brasileiras por região.

Região Norte

A região Norte abrange 3.878 mil km², ocupando aproximadamente a metade do território brasileiro. Solos profundos, bem drenados, muito intemperizados e de baixa fertilidade natural, como os Latossolos, são os mais representativos, estendendo-se por 34% da região. Os Latossolos Amarelos ocorrem na depressão do Médio-Baixo Rio Amazonas (Figura 1); são originados de sedimentos psamíticos, pelíticos e rudáceos e ocupam uma área de 582,5 mil km², correspondendo a 15% da região Norte. No entorno dos Latossolos

Amarelos predominam os Latossolos Vermelho-Amarelos, que se distribuem de maneira esparsa na paisagem e ocupam 726,3 mil km², correspondendo a 18,7% de toda a região Norte.

Outra classe de solos de grande representatividade é a dos Argissolos, que se distribuem por 26,6% da região, normalmente em relevos ondulados. Entre os Argissolos, a classe de maior ocorrência é o Argissolo Vermelho-Amarelo, distribuídos em aproximadamente 22% da região, sendo a classe de maior ocorrência individual do norte do Brasil. Nas áreas declivosas, sob relevos ondulados a montanhosos, ocorrem os Neossolos Litólicos, ocupando 165 mil km² (4,2% da região).

Os Alissolos se distribuem na depressão do Solimões e são originados de sedimentos pleistocênicos psamíticos. Ocupam 347,5 mil km², o que corresponde a 9% da região. Nesses mesmos ambientes são comuns os Plintossolos, ocupando 269 mil km² ou aproximadamente 7% da região. Já nas planícies fluviais ou flúvio-lacustre há a predominância de Gleissolos que se distribuem por 254 mil km², cerca de 6,5% da região.

As principais limitações, comuns na maioria dos solos da Amazônia, são a acidez elevada, a saturação alta por alumínio e a disponibilidade baixa de nutrientes. Estima-se que 90% de suas terras apresentam deficiência em fósforo, 75% toxicidade por alumínio, 50% baixa reserva de potássio, além do fato de que 50% da região estar sujeita a déficits hídricos elevados (Rodrigues, 1996). Entretanto, existem tecnologias que possibilitam contornar satisfatoriamente esses problemas, mas que refletem, necessariamente, no aumento dos custos com insumos. As limitações de ordem física para exploração agrícola intensiva das terras do norte do país são pouco representativas. Apenas 10% da área apresenta declividade superior a 20%. Entretanto, a elevada precipitação em algumas sub-regiões, acima de 2.000mm anuais, conjugada com solos de textura argilosa e drenagem deficiente, como Latossolos Amarelos e Plintossolos, dificulta ou mesmo inviabiliza o uso agrícola sustentável.

A ampliação da fronteira agrícola na região Amazônica, apesar da grande oferta de terras com potencial para suportar atividades agrícolas, deverá ser acompanhada de um incremento da difusão de tecnologias que permitam alcançar uma maior produtividade com sustentabilidade, contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico e a preservação dos recursos naturais da região.

Região Nordeste

A região Nordeste é tradicionalmente dividida em três zonas: Litorânea, Agreste e Sertão, as quais, totalizadas, ocupam 1.582 mil km². Estas duas últimas se caracterizam pelo clima semi-árido, abrangendo, aproxi-

madamente, 70% da área daquela região, bem como 63% da população nordestina. Uma característica peculiar do Nordeste brasileiro é a grande variabilidade de seus solos e condições ambientais, com diferentes vocações e potenciais para fins de produção. Considerando apenas duas grandes faixas – a úmida (Litorânea) e a semi-árida – seria possível caracterizar aproximadamente os solos de cada uma delas de acordo com Souza (1979). A primeira faixa revela solos bem diferenciados. Compreende grande parte do Maranhão, amplas áreas do Piauí e a faixa costeira que vai do Rio Grande do Norte até o sul da Bahia, incluindo os Tabuleiros Costeiros. Sobre ela repousa a economia agrícola do litoral úmido – a cana-de-açúcar, o cacau, as frutas, o arroz, etc. – em substituição às matas desaparecidas. Os solos aí são de profundidade variada, dotados de boa precipitação anual, e tiveram sua fertilidade reduzida graças ao uso agrícola contínuo e à grande pluviosidade, favorecendo a lixiviação e a erosão. Nestas condições, dominam os Latossolos que ocorrem em relevos plano e suave ondulado e ocupam 488 mil km², correspondendo a 31% da área total do Nordeste.

A Segunda, zona semi-árida (Agreste e Sertão), com índices de pluviosidade mais baixos, abrange várias áreas do interior do Nordeste. Em geral, os solos aí são mais rasos, dotados de boa fertilidade natural, tendo em vista a retenção de elementos minerais. Sua extensão compreende a maior parte do polígono das secas. Ocupando as áreas mais movimentadas, aparecem tanto os Argissolos com baixa reserva de nutrientes, distribuídos por 290 mil km² (18,4%), como os Luvisolos; esses, de elevada fertilidade natural, ocupam 107 mil km². Nestas condições ocorrem, também, os Neossolos, solos jovens que se diferenciam em Litólicos, Quartzarênicos, e Regolíticos, ocupando 28,5% da região nordeste (451 mil km²). Em relevo plano e suave ondulado, destacam-se os Planossolos e Plintossolos, solos mal drenados, freqüentemente utilizados com pastagens.

Os solos do Nordeste se diversificam segundo os variados fatores de formação que lhes deram origem. Há solos ricos, pobres e degradados pela erosão e pelo fogo. O uso irracional pela agricultura itinerante tem sido a causa mais importante de sua devastação. Isto tudo leva a afirmar que o Nordeste possui amplas áreas de solos plenamente satisfatórios e diversificados que, uma vez explorados, permitiriam alimentar uma grande população, desenvolvendo condições para que esta tenha renda mais alta e melhor nível de vida, diferente da realidade atual nesta região.

Centro-Oeste

A fisiografia e o clima quente e subúmido, a vegetação predominante de cerrados e de matas ao longo dos

cursos d'água ocupando chapadas e chapadões, dão ao Centro-Oeste uma fisionomia típica, estendendo-se por uma área total de 1.879.455km². A pecuária constituiu a atividade tradicional mais importante durante décadas na região, provavelmente devido ao seu isolamento até a transferência da capital do país do Rio de Janeiro para o Planalto Central Brasileiro, nos idos de 1960.

A ocupação do novo espaço, abertura de áreas para agropecuária, pesquisas direcionadas, melhor conhecimento do ambiente físico com o aumento de investimentos na região, construção de rodovias e a grande mobilização de empresas agrícolas do Sul e do Sudeste do país contribuíram para mostrar outra realidade. Dentre as mudanças mais significativas ocorridas, destaca-se a expansão da agricultura nas áreas de cerrados, em sua maior parte constituídas de grandes extensões de Latossolos de texturas variando de média a muito argilosa, em relevos altamente favoráveis à mecanização, de excelentes propriedades físicas e de fertilidade facilmente corrigida pela adubação e calagem. Com este potencial agrícola indiscutível, abriu-se uma nova fronteira para a produção de soja, milho, trigo, arroz, feijão, café, algodão e outras culturas climaticamente adaptadas, superando a importância da pecuária na região.

De acordo com o Delineamento Macroagroecológico do Brasil (Embrapa, 1992), o Centro-Oeste apresenta 31% de suas terras indicadas para preservação permanente, 3% para extrativismo e 66% para lavouras de ciclo curto e longo. Portanto, o potencial para pecuária é considerado nulo segundo os critérios do zoneamento agroecológico. Não obstante, consideráveis áreas são ocupadas com pastagens plantadas e naturais, revelando uma distorção de uso da terra, principalmente pelo avanço de pastagens sobre áreas indicadas para preservação. Se não são essas áreas de preservação invadidas, aquelas com vocações mais intensivas, atualmente se encontram em estado de subutilização com pastagens de má qualidade.

Os Latossolos dominam nas paisagens do Centro-Oeste. Distribuem-se em aproximadamente 35% da região, ocupando áreas aplainadas, geralmente sob vegetação de cerrado, de textura variando de média a muito argilosa, fertilidade baixa a média e elevado potencial agrícola (Carvalho Filho et al., 1991). Devido à sua média suscetibilidade à erosão, atualmente tem-se implantado sistemas de manejo adotando o cultivo mínimo e o plantio direto; técnicas amplamente difundidas e incentivadas por associações de produtores regionais (Freitas, 2001).

Outros solos comuns são os Argissolos, geralmente ocupando relevos mais dissecados, de fertilidade natural média a alta e, semelhante aos latossolos, apresentam considerável potencial agrícola. Distribuem-se em aproximadamente 20% da região Centro-Oeste.

Os Neossolos Quartzarênicos têm expressiva ocorrência na região. São amplamente distribuídos nas regiões Norte, Oeste, Centro e Sudeste do estado de Mato Grosso, Centro e Norte do Mato Grosso do Sul e Nordeste de Goiás, englobando aproximadamente 15% da superfície do Centro-Oeste brasileiro. Apresentam severas limitações ao uso agrícola, seja pela textura muito arenosa, fertilidade muito baixa, ou ainda devido ao alumínio em níveis de toxicidade, baixa capacidade de retenção de água ou elevada suscetibilidade à erosão. O desenvolvimento de processo erosivo nestes solos é rápido e tem início imediatamente após a intervenção antrópica.

Os Cambissolos, Neossolos Litólicos e Plintossolos Pétricos, são solos pouco intemperizados, rasos ou pouco profundos, cascalhentos, concrecionários, geralmente pedregosos, ocorrendo em relevos desde planos até fortemente ondulados, ocupam em torno de 17% da região Centro-Oeste. São de potencial agrícola praticamente nulo, com limitações de fertilidade, profundidade efetiva, impedimento ao emprego da mecanização e altamente susceptíveis à erosão, constituindo, em geral, as áreas onde se observam os altos índices de degradação quando cultivadas.

Outras áreas de características peculiares compreendem as planícies fluviais inundáveis, como o Pantanal Mato-Grossense e a Ilha de Bananal, onde predominam tipos de solos como Planossolos, Plintossolos, Gleissolos, Neossolos Flúvicos, Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos e Vertissolos. Estas áreas requerem manejo especial e culturas adaptadas às condições de hidromorfismo, em função do regime hídrico e da drenagem deficiente. Em caso de utilizá-las com sistemas produtivos, permanece o risco da proximidade do lençol freático e dos numerosos cursos d'água quando da aplicação de defensivos agrícolas e adubação, constituindo uma ameaça a contaminação de mananciais, com reflexos diretos ao meio ambiente. Áreas com estas características representam cerca de 10% da região Centro-Oeste e são indicadas para preservação, constituindo ambientes ecológicos frágeis.

Região Sul

Com uma extensão geográfica de 577.723km² é a menor das regiões brasileiras, com alta densidade populacional, clima subtropical e cobertura vegetal nativa de florestas e campos, atualmente desaparecidos quase por completo para dar lugar à exploração agropecuária e florestal mais desenvolvida do país.

A região mantém grande atividade comercial com os países do Mercosul e com outras regiões do Brasil, destacando-se, no setor agropecuário, como gran-

de produtora de milho, soja, trigo, arroz, além de destacar-se na indústria madeireira, celulose, manufaturados e a já conhecida indústria vinícola. Em grandes propriedades desenvolve-se a pecuária extensiva, atividade tradicional, onde se encontra um grande rebanho bovino, além de suíno e ovino, constituindo praticamente a metade do rebanho nacional.

Constituída de três estados, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, é uma região típica de planaltos e serras com terras férteis originadas, em grande parte, do derrame basáltico que se estende por toda a Bacia Sedimentar do Paraná. Na região predominam os Latossolos Vermelho-Amarelos, Vermelhos e Brunos, profundos, de excelentes propriedades físicas e de fertilidade facilmente corrigível pela adubação e calagem (Fasolo, 1991). São muito susceptíveis à erosão e as áreas cultivadas seguem recomendações técnicas de contenção da erosão, onde começam a surgir cultivos segundo o método do plantio direto e estudos para aumento da eficiência da aplicação de corretivos e adubos através de técnicas de agricultura de precisão. Outros solos, como os Nitossolos, Argissolos, Cambissolos e Chernossolos, de média a alta fertilidade natural são comuns na região Sul e respondem por grande parte da produção de grãos.

As planícies representam grandes extensões no sul do país, predominantemente no Rio Grande do Sul. A maior parte se encontra destituída de sua cobertura vegetal original, devido à utilização pelo homem com sistemas produtivos, principalmente, pecuária e orizicultura. Em virtude destas explorações, tais planícies foram submetidas a sistemas intensivos de drenagens, a ponto de não se legitimar as condições hídricas originais da grande maioria dos solos. Esta consideração é fortemente ratificada em situações onde se observam plantios de soja, o qual necessita rebaixamento definitivo do lençol freático. Solos como Gleissolos, Neossolos Flúvicos, Cambissolos (derivados de sedimentos fluviais), Planossolos, Plintossolos e Organossolos são os mais representativos desses ambientes, muito importantes na economia da região.

O uso intensivo do recurso solo é uma característica desta região que, aliado à mecanização agrícola, é responsável pelos altos índices de erosão hídrica, observados principalmente nos Estados do Rio Grande do Sul e Paraná. Em Santa Catarina, as serras dominam extensas áreas de relevo forte ondulado a montanhoso, fator restritivo à utilização dos solos com culturas anuais. Não obstante, técnicas de manejo adaptadas a relevos acidentados têm sido implementadas com bons resultados, tais como o preparo mínimo do solo, plantio na palha, não remoção de restos culturais e o cultivo em faixas e em curvas de nível, reduzindo significativamente as perdas por erosão.

Região Sudeste

Os latossolos abrangem aproximadamente 56% da região Sudeste e somados aos Argissolos, perfazem cerca de 78% desta importante região do país (Tabela 1), de elevado desenvolvimento social, técnico e cultural e responsável por setores estratégicos da cadeia produtiva brasileira. Parte desses ambientes, de solos profundos, muito porosos, bem drenados e situados em relevos de relativa planura de superfície, características inerentes aos Latossolos, dominam nas zonas de recarga dos aquíferos, contribuindo efetivamente para a sua capacidade de armazenamento de água; esta depende diretamente da facilidade de infiltração da água da chuva, daí a relevância dos Latossolos na manutenção e recarga dos aquíferos (Freitas, 2001).

Em termos gerais, há uma estreita relação entre os grandes domínios geológicos da região Sudeste e os principais tipos e uso dos solos, conforme exposto a seguir.

Nos domínios de rochas pré-cambrianas do embasamento cristalino, constituídos por complexos gnáissicos-graníticos-migmatíticos, região denominada por Ab'Saber (1970) de Mares de Morros, há uma predominância de Argissolos, Latossolos e Cambissolos. São solos, em sua maioria, de baixa fertilidade natural, e acidentados, no entanto, é a área de maior densidade rural do país, originalmente coberta por floresta tropical (Rezende & Resende, 1996). Na região Sudeste, os Mares de Morros envolvem predominantemente o Leste do Estado de São Paulo, o Sul e o Leste de Minas Gerais, o Estado do Rio de Janeiro e a maior parte do Espírito Santo (Ab'Saber, 1996). Essas áreas foram intensivamente ocupadas com lavoura cafeeira a partir da segunda metade do século XIX. Os nutrientes da mata original sustentavam a lavoura por algum tempo, no entanto, com o manejo inadequado dos cafezais e enfraquecimento das terras, essas eram transformadas em pastagens (Rezende & Resende, 1996). Atualmente, o parque cafeeiro dessas regiões montanhosas permanece significativo, representando aproximadamente 35% da cafeicultura nacional (Guimarães, 1996), embora sejam as pastagens plantadas mais extensivas, as quais, em geral, estão mal manejadas, com baixa capacidade suporte e degradadas.

A Bacia Sedimentar do Paraná é outra ocorrência geológica expressiva no Sudeste brasileiro, ocupando cerca de 40% Estado de São Paulo, predominantemente na sua porção Centro-Oeste, bem como o Oeste de Minas Gerais (região do Triângulo). Nesses ambientes predominam os arenitos cretácicos do Grupo Bauru, em sua maioria com cimentos ou nódulos carbonáticos (IPT, 1981). Uma estreita relação solo-relevo-uso atual pode ser genericamente verificada na região: latossolos de textura média e baixa fertilidade natural ocorrem nos topos em relevos aplainados, pre-

dominantemente cultivados com café, pastagens e menos freqüentes a culturas anuais, reflorestamento e fruticultura. Em seqüência, na parte intermediária das encostas, tem-se Argissolos de textura arenosa/média que se caracterizam por um manto arenoso superficial, geralmente transitando abruptamente para um horizonte inferior de textura média, as vezes argilosa, e de melhor fertilidade em relação aos latossolos. Esses solos predominam em relevos acidentados e são altamente susceptíveis aos processos erosivos lineares, sendo comuns o desenvolvimento de ravinas e voçorocas com pouco tempo de uso (Salomão, 1994). A vegetação primitiva praticamente não existe na região, com predominância de pastagens extensivas e degradadas nos locais de ocorrência dos Argissolos. Juntos, Latossolos e Argissolos, perfazem aproximadamente 70% dos solos da região Sudeste, sob domínio dos arenitos do Grupo Bauru.

Os derrames basálticos mesozóicos da Bacia Sedimentar do Paraná constituem outro grande domínio litológico do Sudeste. Restrito basicamente ao Estado de São Paulo, predominantemente na província geomorfológica denominada por Almeida (1964) de Depressão Periférica, é composto na sua maioria por Latossolos Vermelhos, Nitossolos e Argissolos Vermelhos; solos com elevado teor de óxidos de ferro e de fertilidade variada, predominando os de relativa pobreza em nutrientes. Esses domínios, principalmente em relevos planos ocupados com os Latossolos, são intensamente cultivados com cana-de-açúcar, que desalojou importantes áreas outrora ocupadas com café (Oliveira & Menk, 1984), embora esta cultura ainda permaneça em grandes extensões, predominantemente no leste paulista. Além dessas atividades, tais solos são aproveitados com citrus, culturas anuais, principalmente milho, algodão, soja, sorgo, com pastagens e, em menor extensão, reflorestamento. Os Latossolos Vermelhos, argilosos, muito porosos e com elevados conteúdos de ferro ($\text{Fe O} \geq 180\text{g/kg}$) provenientes do intemperismo das rochas³ básicas da Bacia Sedimentar do Paraná, ocupam aproximadamente 14% do Estado de São Paulo (Oliveira & Menk, 1984).

Finalmente, os domínios representados por seqüências metamórficas (pré-cambriano), englobam grupos e formações geológicas diversas e distribuem-se predominantemente por todo o Centro-Oeste do Estado de Minas Gerais. Genericamente, recobrem o embasamento cristalino e caracterizam-se por ocorrências de gnáisses variados, xistos, filitos, quartzitos, mármore, ardósias e rochas carbonáticas, bem como formações ferríferas localizadas, onde as explorações minerais são expressivas. A diversidade de solos nessa região reflete a diversidade litológica, no entanto, extensas áreas de Cambissolos e Latossolos com elevados teores de alumínio extraível, solos de baixa fertilidade

natural, são expressivos nos domínios do Grupo Bambuí, ocorrência geológica significativa no Estado mineiro. Esses locais são predominantemente destinados à pastagens extensivas, à culturas anuais (milho e feijão) e à fruticultura (bananicultura).

A suscetibilidade natural dos solos aos processos erosivos

A suscetibilidade natural dos solos à erosão é uma função da interação entre as condições de clima, modelado do terreno e tipo de solo, sendo um processo natural que pode ser intensificado pela ação antrópica. Da análise empírica da interação destes fatores, juntamente com a avaliação de estimativas experimentais de perdas de solo, foi possível estabelecer e classificar os solos em cinco classes de suscetibilidade natural à erosão das terras do país. As classes de suscetibilidade muito baixa e baixa englobam tanto os solos de baixadas, hidromórficos ou não, como aqueles de planalto, muito porosos, profundos e bem drenados, todos localizados em relevo de relativa planura da superfície.

Em condições mais favoráveis ao desenvolvimento de processos erosivos, destacam-se solos comumente arenosos ou com elevada mudança de textura em profundidade, bem como aqueles rasos, localizados, em geral, em relevos dissecados, configurando classes de suscetibilidade à erosão média, alta ou muito alta, dependendo, como relatado anteriormente, da interação entre os diversos fatores responsáveis pela suscetibilidade dos mesmos à erosão (Figura 2 e Tabela 2).

Com base nestas interpretações, as terras brasileiras podem situar-se, em sua maior porção, nas classes de baixa a alta suscetibilidade à erosão (84% das terras), porém com composições regionais distintas, como resultado das peculiaridades em relação aos variados ambientes edafoclimáticos e ao grau de suscetibilidade natural dos solos (Tabela 2 e Figura 2).

A região Norte se caracteriza pelos baixos níveis de suscetibilidade nas várzeas do rio Amazonas e seus afluentes, bem como nos baixos platôs, onde se desenvolvem solos argilosos ou muito argilosos, muito profundos, geralmente em relevo plano. Esses ambientes, sob domínio de Gleissolos, Neossolos Flúvicos, Latossolos Amarelos e Latossolos Vermelho-Amarelos, representam aproximadamente 46% dessa região do Brasil (Tabela 2). As terras com o maior potencial de erosão, distribuídas em aproximadamente 36% da região, ocorrem em relevos mais dissecados sob domínio de Argissolos, Luvissolos e Cambissolos.

No Nordeste do Brasil, 33% das terras apresentam suscetibilidade muito baixa e baixa, 34% média e 33% tem classes de suscetibilidade alta e muito alta (Ta-

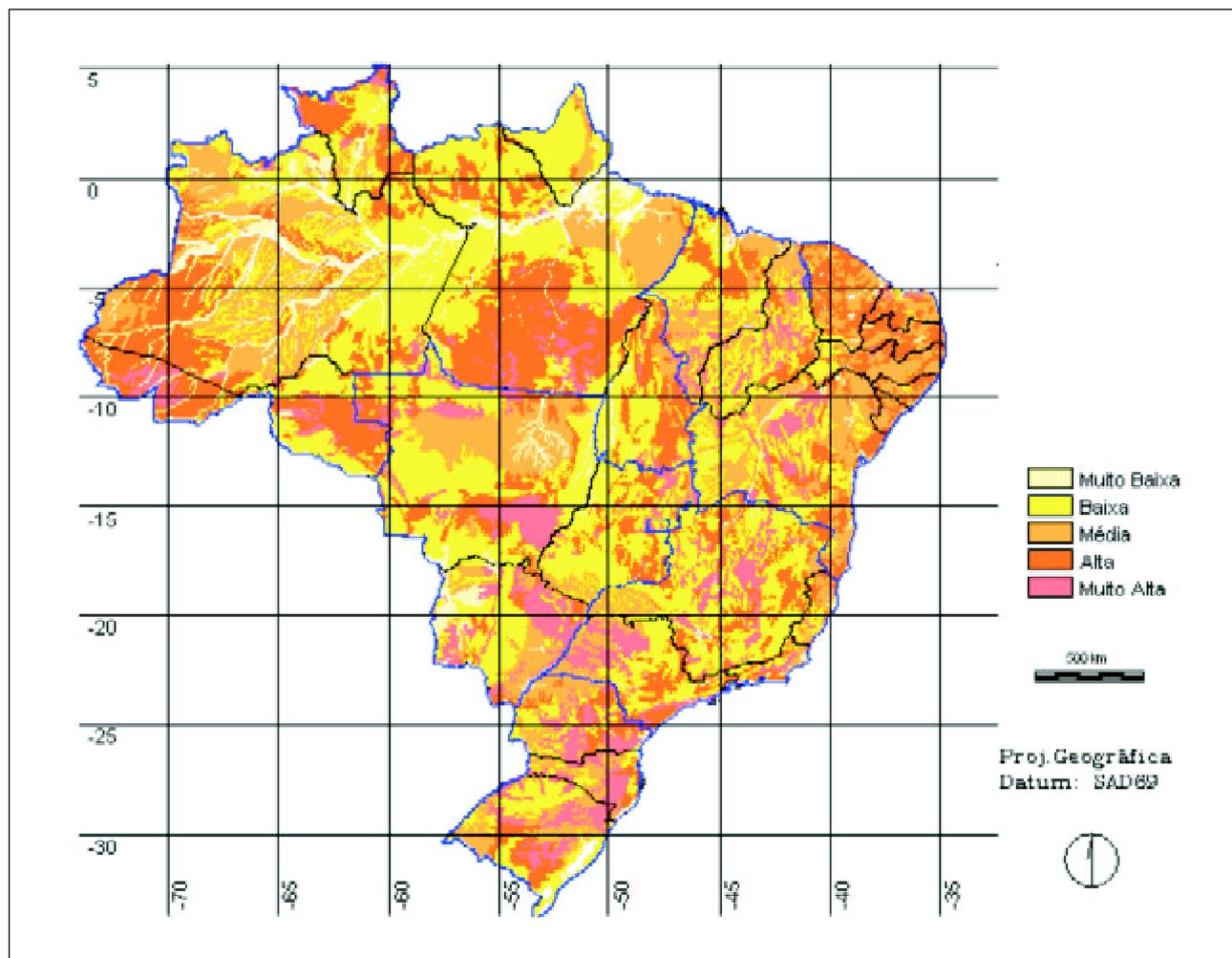


Figura 2. Mapa interpretativo da suscetibilidade natural dos solos à erosão hídrica.

Tabela 2. Extensão e distribuição percentual das classes de suscetibilidade natural dos solos à erosão.

Classes de Erosão	Regiões										BRASIL	
	N		NE		CO		SE		S			
	km2	%	km2	%	km2	%	km2	%	km2	%	km2	%
M.Baixa	306.533	8	38.389	3	82.518	5	7.493	1	5.690	1	440.623	5
Baixa	1.427.765	39	461.989	30	732.576	45	423.368	46	154.863	28	3.200.561	39
Média	647.286	17	517.856	34	319.543	20	125.002	14	151.257	27	1.760.944	21
Alta	1.141.371	31	349.041	23	229.260	14	189.422	21	82.124	15	1.991.218	24
M.Alta	198.114	5	155.860	10	256.177	16	168.970	18	164.859	29	943.980	11

bela 2). Solos como os Neossolos Quartzarênicos, Litólicos e Regolíticos são os com maior potencial de erosão devido à presença de conteúdos significativos de areia, associado, em alguns casos, a relevos dissecados. Embora as chuvas no semi-árido nordestino sejam de baixa duração e frequência, sua elevada intensidade em alguns locais favorece o escoamento superficial, desagregação e transporte dos solos, mesmo em relevos mais aplainados. Solos como os Luvisolos, em geral com maiores conteúdos de argila e em relevos bastante disse-

cados, representam as terras com elevada suscetibilidade à erosão. Já áreas expressivas de Latossolos, representando cerca de 30% da região, são aquelas representativas das terras com baixa suscetibilidade à erosão. A ocorrência de horizontes superficiais arenosos, bem como o aumento do teor de argila em profundidade torna os Argissolos e Planossolos medianamente suscetíveis à erosão nas condições climáticas características da região.

A região Centro-Oeste apresenta cerca de 70% de seus solos com suscetibilidade à erosão variando de muito

baixa a média, em decorrência da dominância de relevos aplainados do Planalto Central Brasileiro, associados a solos profundos e bem drenados, como os Latossolos. O restante das terras (30%) corresponde, em geral, aos solos com elevados teores de areia, como os Neossolos Quartzarênicos e alguns Latossolos de textura média, os quais apresentam fraca estruturação e são facilmente desagregados e carregados pelas águas da chuva, mesmo em relevo relativamente plano. Ressalta-se a ocorrência, nessa região, de severos processos erosivos lineares (ravinas e voçorocas) nas terras situadas em algumas cabeceiras de drenagem, resultando da conjugação de solos de fraca estruturação e relevo movimentado, como ocorre, por exemplo, nos chapadões da divisa dos Estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Mato Grosso, onde se originam diversos rios que formam as bacias do Prata e do Amazonas. A Tabela 2 mostra a região Sudeste com predominância de solos com baixa suscetibilidade aos processos erosivos (46%). Semelhante à região Centro-Oeste, a ocorrência expressiva de Latossolos em relevos aplainados, com elevados conteúdos de argila e porosos, condicionam a baixa suscetibilidade à erosão. As terras muito erodíveis correspondem a 40% da região e estão associadas a relevos dissecados e aos solos com elevados conteúdos de areia ou significativa diferença textural em profundidade, como ocorre, por exemplo, nos domínios dos arenitos do Grupo Bauru, predominantemente na região Oeste do Estado de São Paulo e nos relevos acidentados ao longo da Serra do Mar.

Para a região Sul, observa-se a predominância de solos com alta e muito alta suscetibilidade à erosão (Tabela 2), condicionados pela presença significativa de solos rasos, como os Cambissolos e Neossolos Litólicos, ou mesmo mais profundos, como os Argissolos, todos localizados em relevos acidentados das serras e planaltos sulinos. Os solos com suscetibilidade muito baixa e baixa perfazem 29% da região, geralmente associados aos planaltos e planícies sedimentares de relevos aplainados, onde ocorrem Latossolos e Planossolos respectivamente. Na classe de suscetibilidade média, destacam-se os Alissolos, Nitossolos e Chernossolos, em geral em relevo movimentado.

Referências Bibliográficas

- AB'SABER, A. N. Domínios morfoclimáticos e solos do Brasil. In: ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E. F. (Ed.) **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: SBCS; UFV, 1996. p.1-18.
- AB'SABER, A. N. **Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil**. São Paulo: USP-Instituto de Geografia, 1970. 26 p. (USP. Geomorfologia, 20).
- ALMEIDA, F. F. M. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**, São Paulo, n. 41, p.169-262, 1964.
- CARVALHO FILHO, A.; MOTA, P. E. F.; COSTA, L. D. da. **Solos da região Centro – Oeste**. Goiânia: Embrapa-SNLCS- Coordenadoria Centro Oeste, 1991. 1 v. Digitado.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Solos. **Delineamento macroagroecológico do Brasil**, escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro, 1992. 1 mapa color.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação, 1999. 412 p.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Mapa de Solos do Brasil**, escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro, 1981. 1 mapa color.
- FASOLO, P. J. **Situação atual do solo brasileiro nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Curitiba: Embrapa - SNLCS - Coordenadoria Regional Sul, 1991. 1 v. Digitado.
- FREITAS, P. L. de. Sistemas conservacionistas, baseados no plantio direto e na integração lavoura-pecuária, como instrumentos efetivos de manejo e conservação do solo, da água, do ar e da biodiversidade. In: REUNIÃO TÉCNICA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 2001, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Agência Nacional de Águas, 2001.
- GUIMARÃES, R. T. Desenvolvimento da Cafeicultura de Montanha. In: ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E. F. (Ed.) **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: SBCS; UFV, 1996. p. 251-260.
- IPT. **Mapa geológico do Estado de São Paulo**: escala 1:500.000. São Paulo: IPT- Divisão de Minas e Geologia Aplicada, 1981. v.1, 126 p.
- OLIVEIRA, J. B. de; MENK, J. R. F. **Latossolos roxos do Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1984. 132 p. (IAC. Boletim Técnico, 82).
- OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201 p.
- RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D. P. **Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações**. Brasília, DF: MEC; [Lavras]: ESAL; [Piracicaba]: POTAFOS, 1988. 81 p.
- REZENDE, S. B. de; RESENDE, M. Solos dos mares de morros: ocupação e uso. In: ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E. F. (Ed.) **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento**. Viçosa: SBCS; UFV, 1996. p. 261-288.
- RODRIGUES, T. E. Solos da Amazônia. In: ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E. F. (Ed.) **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: SBCS; UFV, 1996. p. 51-260.
- SALOMÃO, F. X. T. Solos do arenito Bauru. In: PEREIRA, V. de; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da. (Ed.) **Solos altamente suscetíveis à erosão**. Jaboticabal: UNESP-FCAV: SBCS, 1994. p. 51-55.
- SOUZA, J. G. **O Nordeste brasileiro: uma experiência de desenvolvimento regional**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 1979. 410 p.