

O SOLO E A SUSTENTABILIDADE AGRÍCOLA NO BRASIL: UM ENFOQUE PEDOLÓGICO

Maurício Rizzato Coelho, Ademir Fontana, Humberto Gonçalves dos Santos e Daniel Vidal Perez

A pujança atual e prognóstica da agricultura brasileira está inevitavelmente associada à expansão da fronteira agrícola no país em sistemas de produção baseados no agronegócio, que fazem uso de monoculturas cultivadas em grandes extensões de terra e que dependem do uso intenso de mecanização, petróleo, água, insumos agrícolas (fertilizantes químicos, defensivos agrícolas e sementes transgênicas) e do transporte por longas distâncias (FAO, 2014). Fazem uso intensivo do solo.

Esse cenário projeta o aumento da pressão sobre os recursos naturais, incluindo o solo, requerendo ações planejadas da sociedade científica brasileira para prover **(a) conscientização** da sociedade e, especificamente, das autoridades governamentais que ditam as políticas públicas agrícolas e ambientais, sobre a importância do uso responsável e da conservação do solo da qualidade de vida e do desenvolvimento sustentável do país, provedor de segurança alimentar, forragem, fibra e combustível para a população brasileira em crescente expansão; e **(b) informações técnico-científicas** para melhor compreender o sistema solo, seu comportamento, potencialidades, limitações e produtividade esperada frente às mudanças climáticas globais e à atual expansão da fronteira agrícola no país para áreas de solos frágeis e/ou pouco conhecidos, com vistas à adequada gestão territorial, evitando ou mantendo, dentro de limites sustentáveis, os processos de degradação do solo e ambiental.

Neste sentido, o presente texto constitui um meio de conscientização, pela informação, sobre o papel e importância do recurso solo para a sustentabilidade agrícola no país. O enfoque, no entanto, será de natureza pedológica. A Pedologia é uma subdisciplina da Ciência do Solo que estuda a distribuição, a gênese e evolução, a morfologia e a classificação dos solos como componente natural das paisagens, bem como aspectos relacionados à aptidão agrícola, zoneamentos e outras interpretações das terras para diversos fins. Questões como o atual nível e as lacunas do conhecimento sobre os solos brasileiros em relação à sua distribuição, aptidão agrícola e zoneamentos serão o foco principal, provendo os subsídios básicos às sociedades civil, científica e política do país para, em última análise, empreender tomadas de decisões mais acertadas de como preservar o solo e prevenir sua degradação.



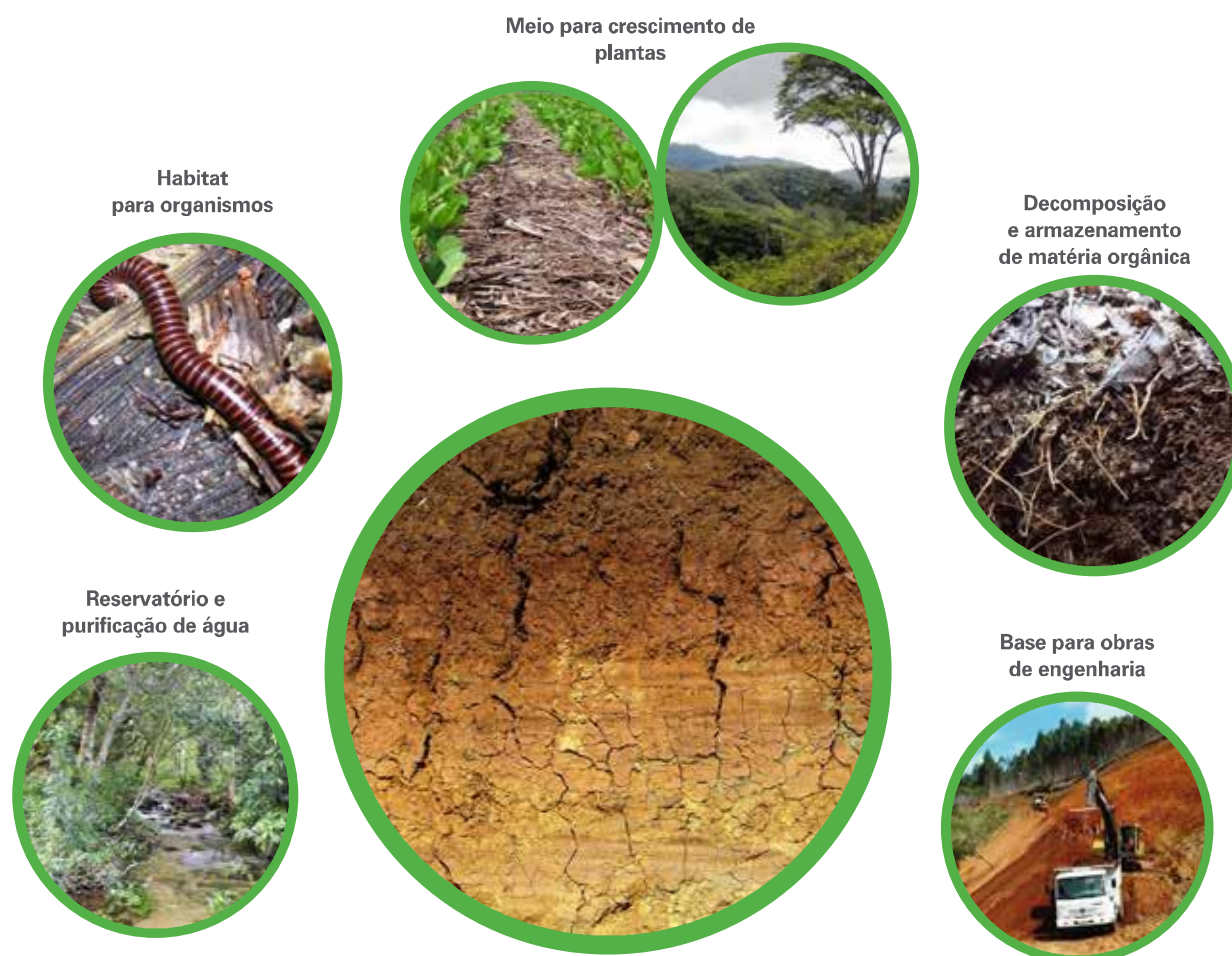


Figura 1. As cinco principais funções ecológicas do solo (adaptado de Brady & Weil, 2010)

O QUE É SOLO E QUAIS SÃO AS SUAS FUNÇÕES NO AMBIENTE

O solo, por ser objeto de estudo de diferentes áreas do conhecimento, como, por exemplo, a agronomia, a biologia, a engenharia civil e a arqueologia, apresenta muitos significados. Um deles é universalmente aceito: o solo é o material solto na superfície da Terra capaz de sustentar a vida. Diferentemente das rochas duras, a partir das quais são formados por diversos processos físicos, químicos e biológicos que as desintegram, **os solos são macios e apresentam características favoráveis ao crescimento das plantas, como a capacidade de armazenar e disponibilizar água e nutrientes.** O fato de o solo ser o meio para o crescimento das plantas torna-o um recurso imprescindível para a produção de alimentos e biomassa, garantindo a segurança

alimentar à nossa população, ou seja, garantindo a vida no planeta. **Portanto, a preservação e manutenção de sua capacidade produtiva é questão de soberania nacional.**

As muitas funções do solo podem ser agrupadas em cinco papéis ecológicos principais (Brady & Weil, 2010; Figura 1). Além funcionar como **(1) meio para o crescimento de plantas** (nativas e cultivadas) e, com isso, suprir alimentos à população, **(2) o solo é uma das principais reservas de biodiversidade do planeta**, constituindo a moradia de bilhões de microrganismos de centenas de espécies. A diversidade biológica do solo é maior que existe acima dele e é considerada a última fronteira para a investigação da biodiversidade na superfície terrestre, já que a maioria dos organismos do solo é desconhecida (Gardi et al.,

2014). A biota do solo contribui, direta ou indiretamente, para a decomposição da matéria orgânica e estruturação do solo, para o ciclo e liberação de nutrientes e água às plantas.

Dentre as demais funções do solo (Figura 1), destaca-se **(3) seu papel e potencial para sequestrar e armazenar o carbono como matéria orgânica**, contribuindo (se bem manejado) para reduzir o efeito estufa e as possíveis mudanças climáticas globais; **(4) sua influência no ciclo hidrológico do planeta** ao favorecer a filtragem, a captação e infiltração de água e, com isso, a recarga e qualidade dos aquíferos; e **(5) o fato de fornecerem não só a matéria-prima (argila, areia, etc.) para a construção de nossas casas e edifícios, mas serem a fundação**, a base para a maioria das estradas e outros tipos de construções.

TIPOS, POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES DOS SOLOS BRASILEIROS PARA A AGRICULTURA

Existem diversos tipos de solo na natureza (Figura 2; Tabela 1) que se diferenciam quanto às suas várias características, tais como: espessura (da superfície do solo em contato com a atmosfera até a rocha que lhes deu origem), cor (amarelos, vermelhos, vermelho-amarelos), quantidade e organização das partículas de que são compostos (argila, silte e areia), fertilidade (capacidade em suprir nutrientes, água e favorecer o crescimento das plantas), estrutura (agregados constituintes do solo resultantes da união das partículas que são compostos).

No entanto, ao contrário das árvores de uma floresta que são indivíduos, os solos variam gradualmente e de maneira contínua na paisagem, o que, muitas vezes, torna-se difícil de separá-los e compará-los. Para resolver esse problema desenvolveram-se vários sistemas de classificação de solos em todo o mundo que utilizam suas características comuns

para agrupá-los em categorias ou classes.

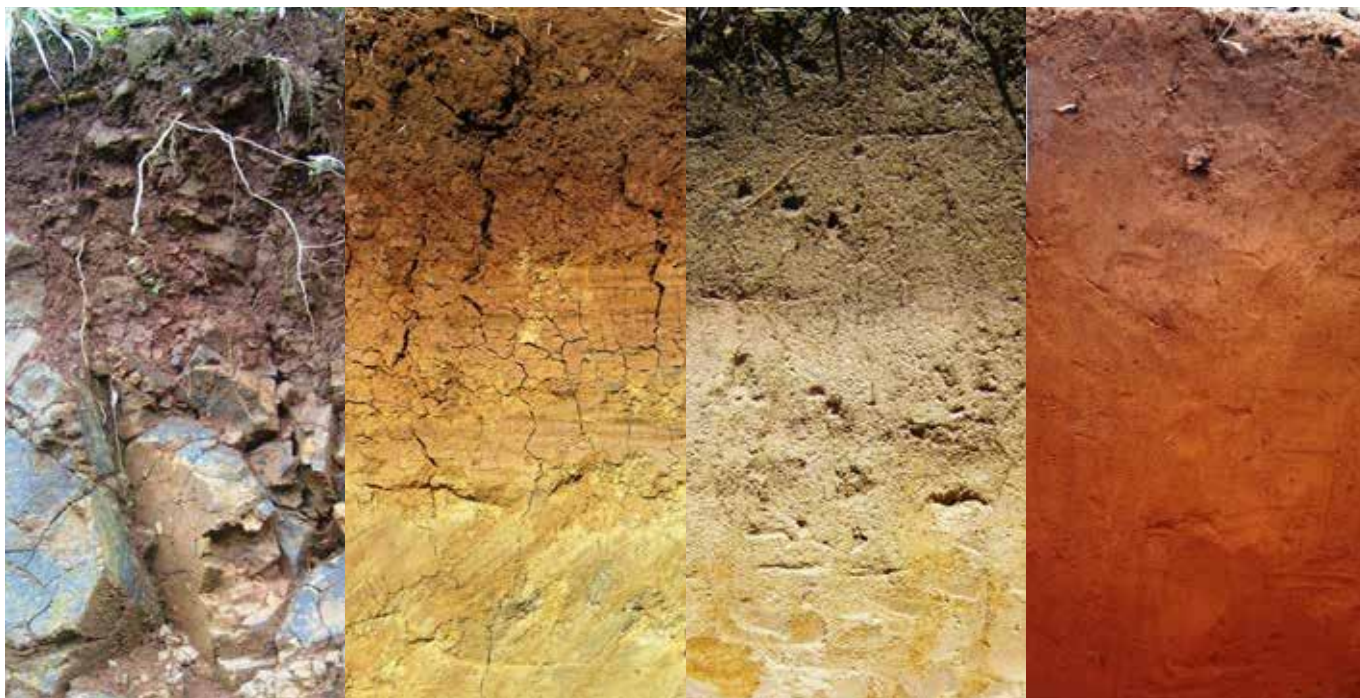
No Brasil, há o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS; Santos et al., 2013b), cujo objetivo é organizar todo o conhecimento atual sobre os solos brasileiros de tal modo que as características dos solos (Tabela 1) podem ser lembradas a partir das classes ou nomes criados, assim como compreender a relação entre eles para um determinado fim, como, por exemplo, a gestão dos solos.

Assim, cada indivíduo solo em uma paisagem é caracterizado por um conjunto de características únicas. Para identificá-lo ou nomeá-lo no campo, os cientistas cavam os solos (Figura 3), abrindo as denominadas trincheiras (dimensões aproximadas de 2x2x1m) ou os observam em cortes de estradas. Uma das faces da trincheira (ou o corte de estrada), denominada perfil de solo, é utilizada para descrever as características dos solos e coletar amostras que se destinam às análises nos laboratórios. Portanto, **o perfil de solo é considerado o indivíduo solo, a unidade básica de**

seu estudo e de sua classificação na paisagem.

A fim de tornar prático o uso da informação de solo, não basta apenas saber qual é o tipo de solo de determinado local: há também que se saber onde ele está, ou seja, qual a sua localização e como se distribui na paisagem. Qualquer projeto que envolva o uso dos solos se beneficiará do conhecimento de sua classificação e geografia, desde aqueles relacionados à fertilização em propriedades agrícolas até os zoneamentos agrícolas ou agroecológicos por culturas de municípios e Estados.

Através dos denominados levantamentos de solos é que são gerados mapas de solos de parcelas ou campos experimentais, de propriedades agrícolas, bacias hidrográficas, municípios, estados ou nações. Uma vez que os solos são delineados e suas características descritas em determinada área, os levantamentos de solos combinados com ferramentas de sistemas de informação geográfica computadorizadas oferecem informações imprescindíveis para todos os tipos de interpretação de



fotos: Ademir Fontana

Figura 2. Diferentes tipos de solo do Brasil que são reconhecidos e separados por suas características próprias, como cor; profundidade; presença de rachaduras e fragmentos de rocha; quantidade de matéria orgânica; quantidade e organização das partículas individuais (argila, silte e areia), dentre várias outras características

uso do solo (agrícola e não agrícola), a fim de subsidiar as tomadas de decisão de como utilizar e manejar a terra de maneira racional e sustentável, mitigando os riscos de erosão, degradação ambiental e de perdas das culturas. **Os levantamentos de solos são, em última análise, ferramentas de gestão territorial para diferentes usos (agrícola, urbano, geotécnico).**

A avaliação da aptidão agrícola das terras e os zoneamentos agrícolas, agroecológicos por culturas (cana-de-açúcar, por exemplo) e ecológico-econômico (ZEE) são exemplos de tipos de classificação das terras que interpretam os levantamentos de solos com o propósito concreto de gestão sustentável do recurso solo. Foram e são utilizadas pelo governo brasileiro para fornecer subsídios técnicos à formulação de políticas públicas de gestão territorial (aptidão agrícola), visando à expansão e produção sustentável de determinadas culturas (zoneamentos) em conformidade à legislação ambiental vigente.



Foto: Maurício Coelho

Figura 3. Trincheira utilizada para coletar amostras, descrever as características morfológicas do solo e classificá-lo ou nomeá-lo. A face da trincheira onde se coletam as amostras e se classifica o solo é denominada perfil de solo, sendo a unidade básica dos estudos em Pedologia

Tabela 1. Tipos de solos brasileiros, área de ocorrência, potencialidades e limitações pela metodologia FFOA (fortalezas, fraquezas, oportunidades e ameaças). O Latossolos e Argissolos são os solos mais representativos do Brasil, ocupando aproximadamente 60% do território brasileiro

CLASSE DE SOLO	ÁREA DE OCORRÊNCIA (%)	SITUAÇÃO EM CONDIÇÃO NATURAL		SITUAÇÃO EM CONDIÇÃO DE UTILIZAÇÃO	
		FORTALEZAS	FRAQUEZAS	OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
Argissolos	26,94	Bastante profundos	Baixa capacidade de retenção de nutrientes e elevada acidez	Podem ser muito produtivos, se fertilizados.	Alta susceptibilidade à erosão, quando situados em relevos acidentados (morros).
Cambissolos	3,67	Aqueles pouco desenvolvidos (rasos), em geral apresentam elevada reserva de nutrientes.	Profundidade variada. Muitos deles são de pequena espessura e, em geral, os mais profundos são de baixa fertilidade natural.	Dependendo de sua profundidade e condições de relevo, podem ter alta capacidade de retenção de água e facilidade de preparo do terreno para cultivo.	Alta suscetibilidade a erosão em áreas de relevo acidentado.
Chernossolos	0,44	Ricos em matéria orgânica e nutrientes.	Profundidade pequena ou moderada.	Elevado potencial produtivo para a agricultura.	Aqueles menos profundos têm o desenvolvimento de raízes limitado e baixa reserva de água.
Espodosolos	1,98	Ocupam ambientes planos e, em alguns solos, apresentam alta permeabilidade.	Composição arenosa; baixa reserva de nutrientes e de água. Ambiente frágil e altamente susceptível à degradação, se mal utilizados. Em áreas de Restinga, são intensivamente sujeitos à especulação imobiliária, mesmo sendo considerados como áreas de preservação permanente.	Facilidade de aplicação das práticas agrícolas (solos leves). Utilizá-los como área de reserva da flora e fauna em ambiente de Restinga, a fim de preservar este Bioma intensivamente impactado pelo crescimento das cidades e especulação imobiliária.	Perda de nutrientes e contaminação do lençol freático pela fertilização e aplicação de defensivos; pode ocorrer encharcamento; alta susceptibilidade à erosão hídrica e eólica.
Gleissolos	4,69	Ocupam ambientes planos e com presença permanente de água, ideal para o cultivo de arroz.	Baixa permeabilidade, havendo necessidade de drenagem e controle do nível de água. Alguns solos apresentam sais solúveis e ferro reduzido em níveis tóxicos às plantas.	Excesso de água favorece o cultivo alagado. Quando drenados, podem ser cultivados ou utilizados com pastagens.	Encharcamento e falta de oxigênio para as raízes. Em alguns solos, se drenados, podem acidificar muito devido à formação de ácido sulfúrico.

CLASSE DE SOLO	ÁREA DE OCORRÊNCIA (%)	SITUAÇÃO EM CONDIÇÃO NATURAL		SITUAÇÃO EM CONDIÇÃO DE UTILIZAÇÃO	
		FORTALEZAS	FRAQUEZAS	OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
Latossolos	31,61	Muito profundos, de boa permeabilidade e, de maneira geral, localizam-se em relevos planos e suaves ondulados. Podem ser intensivamente cultivados, se calcariados e fertilizados.	Baixos nível e capacidade de retenção de nutrientes; elevadas acidez e saturação por alumínio; elevada retenção de fósforo nos solos com elevado conteúdo de ferro.	Baixa susceptibilidade à erosão; plenamente mecanizável; a elevada saturação por alumínio pode ser facilmente corrigida com calcário devido à baixa quantidade real do elemento trocável.	Necessitam de aplicação de fertilizantes e correção de acidez. Manter a fertilidade e níveis adequados de matéria orgânica é o requerimento mais importante no uso e manejo dos Latossolos.
Luvissolos	2,85	Solos muito produtivos, com moderada a alta reserva de nutrientes.	Geralmente localizados em clima semiárido, havendo, portanto, deficiência hídrica ao cultivo agrícola na maioria dos meses.	São solos que toleram vários usos agrícolas, apresentando baixa exigência de fertilizantes.	Alta susceptibilidade à erosão em condições de relevo acentuado ou de chuvas torrenciais
Neossolos	13,24	Solos muito variados. Podem apresentar moderada reserva de nutrientes. Os de composição arenosa ocupam ambientes planos, apresentam alta permeabilidade e são fáceis de trabalhar. Solos rasos apresentam-se adequados à construção civil.	Podem ser rasos, com a rocha próxima à superfície e/ou com presença de pedras, limitando o aprofundamento das raízes. Apresentam baixa capacidade de retenção de água e os solos de textura arenosa são pobres em nutrientes e matéria orgânica.	Os solos rasos destinam-se principalmente ao uso com pastagens extensivas e florestas; aqueles de composição arenosa são fáceis de trabalhar e, se irrigados, podem ser cultivados mais intensivamente com menores riscos de compactação e de retenção de fósforo.	Apresentam alto risco de erosão, requerendo práticas conservacionistas para manejá-los, sobretudo, os solos arenosos; perda dos cultivos nos solos arenosos não irrigados e sujeitos a veranicos.
Nitossolos	1,14	Profundos, bem estruturados, com boa permeabilidade e capacidade de retenção de água; fertilidade muito variada, podendo apresentar alta reserva e retenção de nutrientes.	Podem ser ácidos e de baixa fertilidade natural.	Apresentam boa capacidade de armazenamento de água e baixa susceptibilidade à erosão	Aqueles ácidos necessitam de aplicação de fertilizantes e corretivos de acidez.
Organossolos	0,03	Alto conteúdo de matéria orgânica e alta capacidade de reter água e nutrientes; ocupam ambientes planos, com presença de água.	São solos encharcados e ácidos.	Importante em termos ambientais pelo seu papel na preservação de aquíferos, o que deve ser priorizado em relação ao seu uso agrícola	A drenagem e utilização aceleram a decomposição da matéria orgânica, havendo subsidência (perda de volume e retração) e liberação de gases de efeito estufa (CO ₂ e metano).
Planossolos	2,67	Ocupam ambientes de relevo plano, com ampla disponibilidade de água, na maioria dos casos.	Podem apresentar baixa fertilidade natural, excesso de sódio, de água e alta densidade do solo em subsuperfície que restringem o enraizamento.	Subsuperfície do solo impermeável favorece a manutenção e manejo da água no cultivo de arroz irrigado por inundação.	Risco de sofrer erosão quando arenosos em superfície.
Plintossolos	6,95	De maneira geral, ocupam ambientes de relevo plano e suave ondulado.	Baixa reserva e capacidade de retenção de nutrientes e água; restrição ao enraizamento pela presença de petroplintita ou plintita a pouca profundidade.	A presença de petroplintita e plintita em grande quantidade e em subsuperfície pode favorecer a maior permanência e disponibilidade de água às plantas cultivadas.	Quando drenados, a plintita irá se transformar irreversivelmente em petroplintita; risco de erosão nos solos arenosos em superfície situados em relevo suave ondulado.
Vertissolos	0,21	Alta reserva e capacidade de retenção de água e nutrientes	Solos de baixa permeabilidade e elevada densidade, dificultando o enraizamento; são pesados (muito argilosos) e de difícil manejo, sendo a faixa de umidade ótima para o seu preparo bastante estreita.	Podem ser altamente produtivos, se bem manejados, sobretudo, quanto ao manejo da água de irrigação.	Podem se tornar salinos, sódicos e compactados se mal manejados.

Fortalezas e fraquezas: características próprias do solo que o tornam adequado (fortalezas) ou o limitam (fraquezas) para agricultura;

Oportunidades: referem-se ao potencial do solo ao cultivo, considerando-se tanto fatores externos (uso e manejo do solo, por exemplo) como suas características próprias (profundidade, por exemplo);

Ameaças: risco de degradação do solo por efeito de fatores externos (uso e manejo, condições climáticas)

ESTADO DA ARTE SOBRE O CONHECIMENTO DOS SOLOS BRASILEIROS: ENFOQUE PEDOLÓGICO

Os avanços obtidos pela agropecuária brasileira em produtividade e espécies cultivadas, desde a segunda metade do século XX, permitem destacar o setor agrícola como eficiente, rentável e competitivo. Atualmente, o setor é responsável por cerca de 25% do PIB nacional, empregando 37% da população ativa e totalizando 42% do volume de exportação, principalmente de soja, milho, carnes, açúcar, café, álcool, sucos e algodão.

O Brasil é considerado um polo mundial de produção de biocombustíveis, algodão e madeira oriunda de reflorestamento. Estas conquistas estão relacionadas, em grande parte, aos levantamentos e às pesquisas em solos, tais como métodos de análises e ensaios agrônômicos com corretivos e fertilizantes, pesquisas em manejo e conservação dos solos. No entanto, apesar desse recurso ser cada vez mais reconhecido como fator preponderante para a manutenção da qualidade da vida e da prosperidade de um país, no caso do Brasil, o conhecimento atual dos solos brasileiros pode ser considerado incipiente dentro dos preceitos da sustentabilidade.

Exemplos concretos não faltam para atestar o grau de deficiência de informações de solos no país: (1) o maior acervo de informações de solos do Brasil (<http://www.sisolos.cnptia.embrapa.br/>) conta, atualmente, com 8.958 perfis e amostras cadastradas e disponíveis para consulta pública. Considerando-se apenas dados brutos (extensão territorial/número de perfis), tem-se uma densidade de amostragem de 1 perfil/ponto amostral para aproximadamente 100.000 ha do território brasileiro. A título de comparação, os Estados Unidos computam 61.476 perfis em seus bancos de dados (<http://ncsslslabdatamart.sc.egov.usda.gov/query.aspx>), fruto de 100 anos dedicados à Pedologia de maneira articulada, o que corresponde a uma densidade aproximada de 1 perfil para cada 15.000 ha; (2) a grande maioria dos levantamentos e mapas de solos existentes no país são gerais, cobrem grandes extensões territoriais e, portanto, foram divulgados em pequena escala de publicação (> 1:100.000). A figura 4 mostra que todo o país é mapeado na escala de apenas 1:1.000.000; que aproximadamente 8,6% do território brasileiro tem levantamento e mapas de solos publicados entre as escalas 1:100.000 e 1:250.000, e que somente 0,6% de seu território está mapeado em escalas mais detalhadas que 1:100.000.

A relação entre a escala de publicação do mapa e o detalhamento da informação de solos pode ser avaliada na figura 5. Quanto maior a escala de publicação do mapa, menor é o número de manchas ou tipos de solos que são identificados em determinada área, de tal forma que há estreita relação entre o detalhamento e utilidade da informação de solos e a escala de execução e publicação do mapa de solos: mapas mais detalhados (escalas maiores que 1:100.000; exemplo 1:10.000) são úteis para o planejamento de uso na escala de município e propriedade agrícola, enquanto aqueles mais generalizados (escalas menores que 1:100.000; exemplo 1:250.000) se prestam para maiores extensões territoriais, como grandes bacias hidrográficas e Estados.

Além da finalidade a que se destina, questões orçamentárias e o tempo requerido para execução dos levantamentos de solos devem ser considerados ao se definir a escala de trabalho. Obviamente, para uma mesma área, quanto mais detalhada a escala de publicação do mapa de solos, maiores são os custos e o tempo requeridos para executá-lo.

Os perfis de solos são as unidades básicas para o estudo, classificação, levantamento e interpretação dos solos para diversos fins. A grande extensão territorial e diversidade de ambientes e solos brasileiros - já atestada nos inúmeros trabalhos de levantamentos e pesquisas em solos desenvolvidos no país, associados à baixa densidade de perfis e a pequena área coberta pelos levantamentos de solos no Brasil em escalas mais detalhadas que 1:100.000 - evidenciam que há muito que se evoluir no conhecimento dos solos brasileiros. Decisões de como usar e manejar as terras sem apropriadas informações de solos conduzem ao ineficiente uso dos recursos naturais e à degradação ambiental.



Figura 4. Tipos e escalas de levantamentos de solos existentes no Brasil. Fonte: adaptado de Santos et al. (2013a)

DEMANDAS, OPORTUNIDADES E DESAFIOS DE PESQUISAS E PRODUTOS EM SOLOS

Devido ao desconhecimento detalhado das características dos solos brasileiros em escala compatível com as unidades agrícolas ou de microbacias hidrográficas (escalas iguais ou mais detalhadas que 1:50.000; exemplo 1:10.000), os processos de identificação e caracterização das potencialidades, limitações, distribuição geográfica e, em última análise, de gestão territorial com indicação de melhor uso e manejo dos solos têm apresentado insuficiências e fragilidades. Acresce-se a isso o fato de que as novas fronteiras agrícolas brasileiras (MATOPIBA, por exemplo) se desenvolvem cada vez mais em áreas de solos frágeis, arenosos e frequentemente considerados marginais para uso agrícola, o que exige forte atuação e investimento em pesquisa, em levantamentos de solos e adequação de uso e práticas agrícolas para que sejam utilizadas da forma mais conservacionista possível.

Frente à crescente perda de capacidade produtiva dos solos brasileiros ao longo de décadas de uso e manejo inadequados, ao aumento da percepção dos políticos e da sociedade em geral sobre a importância do recurso solo à vida no planeta e sua fragilidade, e ao estágio de desconhecimento sobre os solos brasileiros, há grande demanda atual por informações sobre esse recurso natural, o que constitui uma oportunidade de desenvolver pesquisa, inovação e geração de produtos em solos. Dentre essas oportunidades, atualmente há aquelas que demandam intensificação de linhas de pesquisa já adotadas pelas empresas e instituições brasileiras, avançando no conhecimento, bem como a ocupação de novos espaços a fim de solucionar os problemas emergentes do setor agrícola brasileiro.

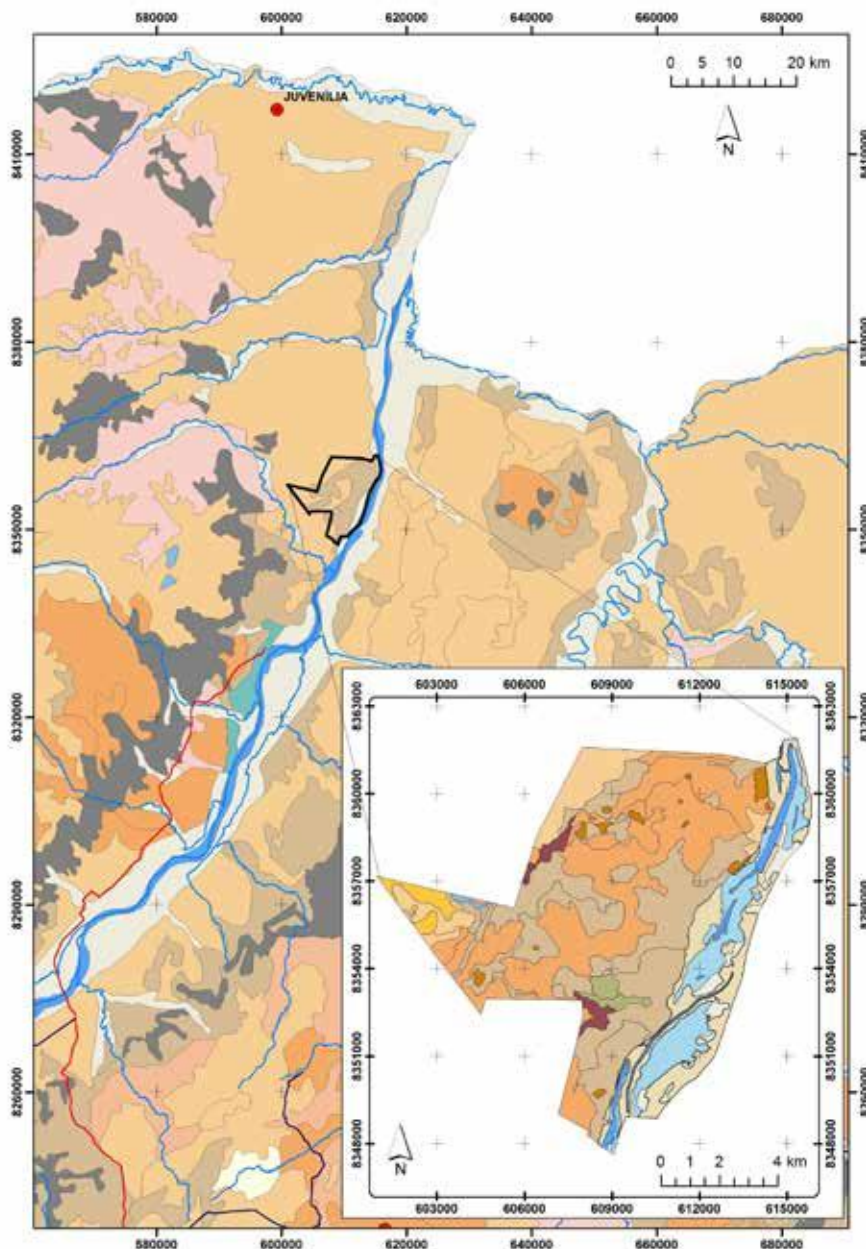


Figura 5. Mapas de solos do Estado de Minas Gerais (A) (Fonte: UFV - CETEC - UFLA - FEAM, 2010) e do Parque Estadual da Mata Seca (B), município de Manga (MG) (Fonte: Coelho et al., 2013). As diferentes escalas dos mapas proporcionam detalhes diferenciados sobre os tipos e distribuição de solos na paisagem: enquanto o Mapa de Minas Gerais, publicado em pequena escala (1:650,000) mostra 3 manchas ou tipos de solos, a mesma área mapeada em escala bem mais detalhada (1:30.000) apresenta 35 tipos diferentes de solos

Um conjunto de demandas de pesquisa, de produtos e serviços em Pedologia pode ser elencado como prioritário, a fim de ampliar a competitividade e sustentabilidade da agricultura brasileira. São elas:

1. Desenvolvimento de um programa nacional de levantamentos e interpretação dos solos em escalas compatíveis ao seu uso em propriedades agrícolas, microbacias e estados (escalas 1:100.000 ou mais detalhadas). Aos moldes do já estabelecido “Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil”, o proposto “Programa Levantamentos de Solos do Brasil” deverá ser articulado e executado por uma rede de instituições públicas de ensino, pesquisa e extensão brasileiras nas diferentes esferas governamentais (município, estado e federação), atuando integrados em áreas prioritárias do país, vislumbrando-se um período de 20 anos;

2. Desenvolvimento e adaptação de métodos e tecnologias de levantamento de solos mais rápidos, precisos e baratos em relação aos tradicionais. O elevado custo, o tempo requerido e a carência de profissionais em Pedologia estão dentre os maiores entraves para a execução dos levantamentos de solos no país. Nesse contexto, as instituições de ensino e pesquisa do país devem orientar suas atuações para a contratação e qualificação de profissionais em Pedologia, com experiência de campo e forte viés em (a) modelagem ambiental com o uso de novos programas geoes-tatísticos; (b) uso de sensores orbitais

de alta resolução espacial e espectral e de sensores proximais (de campo); (c) criação e uso de banco de dados de solos e ambientais. Todas as informações e dados podem ser compilados e processados em Sistemas de Informação Geográfica, possibilitando a geração de mapas mais precisos em um período de tempo compatível à sua demanda. O conjunto dessas tecnologias que devem ser utilizadas para aumentar a eficiência dos levantamentos de solos denomina-se Mapeamento Digital de Solos;

3. Adaptação ou desenvolvimento de métodos inovadores de análise do solo a partir de técnicas de análises que consumam menos reagentes, que sejam não destrutivas, mais rápidas, diretas e precisas em relação às tradicionais, tanto em campo como em laboratório e que considerem as peculiaridades dos solos e suas condições específicas de uso e manejo;

4. Geração de mecanismos colaborativos e permanentes para organização, sistematização e de operacionalidade de dados analógicos e digitais de solos do Brasil em bancos de dados de acesso público, com facilidade de extração, por meio de mecanismos amigáveis de recuperação da informação. A exemplo do “Web Soil Survey” do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, as informações estáticas contidas nos mapas e relatórios tradicionais impressos ou digitais dos levantamentos de solos e zoneamentos poderão ser incorporadas e substituídas por produtos advindos de levanta-

mentos de solos hospedados na web e disponível na internet, incorporando dinamicidade e mais ampla utilização à informação de solos, adequadas a muitos tipos de usuários;

5. Desenvolvimento ou adaptação de técnicas de geoprocessamento e de indicadores mínimos de qualidade do solo, integrando-os aos estudos de Pedologia a fim de quantificar (mapear) e qualificar (avaliar o estágio de degradação do solo) os estimados 200 milhões de hectares de solos brasileiros sob pastagem que se encontram em diferentes níveis de degradação, possibilitando, com isso, indicar tecnologias que tornem possível reinseri-los nos sistema produtivos agrícolas.

Essas demandas/oportunidades são desafios complexos que requerem um esforço integrado e articulado de pesquisadores, profissionais e instituições afeitas à Ciência do Solo no Brasil, a fim subsidiar as políticas públicas com vistas ao ordenamento territorial e desenvolvimento agrícola sustentável, considerando-se que o solo é um decisivo fator de produção agrícola e, com isso, prover a segurança alimentar e a qualidade de vida para as gerações futuras, com preservação ambiental.

MAURÍCIO RIZZATO COELHO, ADEMIR FONTANA, HUMBERTO GONÇALVES DOS SANTOS E DANIEL VIDAL PEREZ são pesquisadores da Embrapa Solos, Rio de Janeiro. E-mail para contato: ademir.fontana@embrapa.br ou mauricio.coelho@embrapa.br
A Bibliografia citada pode ser solicitada pelo e-mail: boletim@sbc.org.br