

VIDA TERRESTRE

CONTRIBUIÇÕES DA EMBRAPA

Gisele Freitas Vilela
Michelliny Pinheiro de Matos Bentes
Yeda Maria Malheiros de Oliveira
Débora Karla Silvestre Marques
Juliana Corrêa Borges Silva

Editoras Técnicas



Capítulo 5

Prevenção do avanço da degradação e recuperação de terras degradadas

Aluísio Granato de Andrade

Pedro Luiz de Freitas

Introdução

Neste capítulo, são apresentadas, de forma geral, as principais contribuições tecnológicas da Embrapa e parceiros para conter a degradação das terras, a aceleração dos processos erosivos, a desertificação, a arenização e a salinização e para recuperar terras degradadas em alinhamento à meta 15.3 (Nações Unidas, 2018): Até 2030, combater a desertificação, restaurar a terra e o solo degradado, incluindo terrenos afetados pela desertificação, secas e inundações, e lutar para alcançar um mundo neutro em termos de degradação do solo.

Conhecer as causas da degradação das terras, suas consequências para o meio ambiente e para a produção agropecuária e as alternativas tecnológicas para evitar seu avanço e recuperar as terras já degradadas estão entre os maiores desafios para a sustentabilidade da vida na Terra. Cerca de 33% das terras do mundo apresentam algum tipo de degradação (Status..., 2015). Para o Brasil, estima-se que cerca de 22% do território nacional estejam degradados, sendo a exploração agropecuária com uso de práticas inadequadas a principal responsável (Bai et al., 2008).

Em geral, a erosão acelerada vai agravando o quadro de degradação dessas terras que, em clima árido e/ou semiárido, favorece o processo da desertificação, principalmente no Semiárido nordestino, no Cerrado do Tocantins e no Norte do Mato Grosso e Minas Gerais. Já no Pampa gaúcho, o processo de arenização tem avançado em alguns municípios.

Diversas formas de erosão com intensidades variadas continuam a degradar as terras em várias regiões do País. Além de comprometer o potencial de produção agrícola e a resiliência dos diferentes ecossistemas, a erosão provoca também o assoreamento e a contaminação dos recursos hídricos, acarretando êxodo rural, enchentes, redução da capacidade de geração de energia hidroelétrica, aumento do custo para o tratamento da água e perda de biodiversidades terrestre e aquática. Assim, a erosão hídrica, que pode ser bastante acelerada pelo uso e manejo

impróprios das terras, deve ser considerada como um dos mais graves problemas ambientais da humanidade (Feng et al., 2010; Andrade; Chaves, 2012).

Atualmente, a maior parte das terras sob uso agropecuário no País (cerca de 173 milhões de hectares) está ocupada com pastagens. Apenas 10% dessas áreas adotam sistemas pastoris menos impactantes, como pousio, rotações e integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). A recuperação de pastagens degradadas é parte dos compromissos voluntários assumidos pelo Brasil na *Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas* de 2009 em Copenhague (COP15). Esses compromissos foram ratificados na Política Nacional sobre Mudança do Clima, sendo estabelecido, para a agricultura, o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC), que tem, entre suas metas, recuperar 15 milhões de hectares de pastagens degradadas até 2020.

Esse cenário torna a recuperação de terras com pastagens degradadas para a produção agropecuária sustentável uma das maiores oportunidades para aumentar a produção agropecuária nacional, sem a necessidade de conversão de novas áreas sob vegetação natural para a ampliação da fronteira agrícola. E ainda, além de gerar renda, essas terras degradadas, quando recuperadas adequadamente, possibilitarão também o fornecimento de serviços ecossistêmicos, como o controle da erosão, a regulação da recarga hídrica, o aumento do estoque de carbono no solo e a consequente mitigação da emissão de gases de efeito estufa (GEEs).

Contenção da degradação e da desertificação das terras

A falta de planejamento para uso das terras, o desmatamento indiscriminado – inclusive de áreas de preservação permanente (APPs), que apresentam alta importância ecológica e/ou suscetibilidade à degradação –, a exploração agrícola em terras com aptidão restrita ou sem aptidão e/ou de alta vulnerabilidade ambiental, o monocultivo, a aração e a gradagem na direção da vertente, o uso de queimadas, a falta e/ou o excesso da aplicação de fertilizantes e corretivos e o superpastoreio são as principais causas da formação de terras degradadas e/ou em processo de desertificação.

Entre as estratégias para evitar o avanço da degradação e a desertificação das terras, estão o melhor conhecimento do potencial e das limitações à produção agropecuária dos recursos naturais proporcionadas pela Embrapa, que disponibiliza

tecnologias para a caracterização e análise do potencial e das limitações das terras para a produção agropecuária em diferentes escalas geográficas, destacando-se: o [Manual de Métodos de Análise do Solo](#), o [Sistema Brasileiro de Classificação de Solos](#), o [Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras](#), o [Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação](#), o [Zoneamento Agrícola de Risco Climático](#), o [Zoneamento Agroecológico](#), o [Planejamento Conservacionista da Propriedade Agrícola](#) (programa Dia de Campo na TV), que visa a sua adequação ambiental e produtiva, a [Integração Participativa de Conhecimentos sobre Indicadores de Qualidade do Solo](#), entre outras (Ramalho Filho; Beek, 1995; Claessen, 1997; Barrios et al., 2011; Santos et al., 2013). Atualmente, está em andamento a construção de um Programa Nacional de Solos do Brasil que pretende dar continuidade aos estudos de levantamento e interpretação de solos em escalas que possibilitem realizar planejamentos mais eficientes para o uso adequado de terras.

Além de aumentar a eficiência das metodologias para análise, armazenamento e interpretação de dados para fins de planejamento de uso das terras, é necessário aumentar o uso dessas informações, seja para a formulação de políticas públicas, seja para atender à provisão de serviços ecossistêmicos e/ou ao aumento da produção agropecuária. Assim, mecanismos que incentivem a substituição de práticas degradantes por práticas de maior sustentabilidade (como as de base agroecológica), que visam redesenhar as paisagens degradadas para a construção conjunta de sistemas de produção diversificados, capazes de melhorar a geração de renda para o agricultor e os serviços ambientais para toda sociedade, têm se mostrado eficientes para não só evitar o avanço da degradação, mas também gerar produtos agropecuários de maior qualidade (Figura 1).

O Manual para o Pagamento por Serviços Ambientais Hídricos, lançado recentemente pela Embrapa, atua nessa abordagem (Fidalgo et al., 2017). Também têm sido realizadas e estão programadas novas ações relacionadas à formação de multiplicadores em educação ambiental em práticas de manejo e conservação do solo e da água e de recuperação de áreas degradadas, entre outras. Encontram-se em andamento estudos para melhorar a previsão de riscos climáticos extremos visando contribuir para aumentar a eficiência das ações de prevenção de secas, deslizamentos e inundações, além de possibilitar um melhor mapeamento das áreas de maior vulnerabilidade ambiental no País.

Além de tecnologias disponibilizadas pela Embrapa para caracterizar e planejar o uso das terras (para evitar o uso de terras de alta suscetibilidade à degradação e prever cenários climáticos extremos), várias outras tecnologias conservacionistas têm sido desenvolvidas para os diferentes ecossistemas. Dentre elas, citam-se:

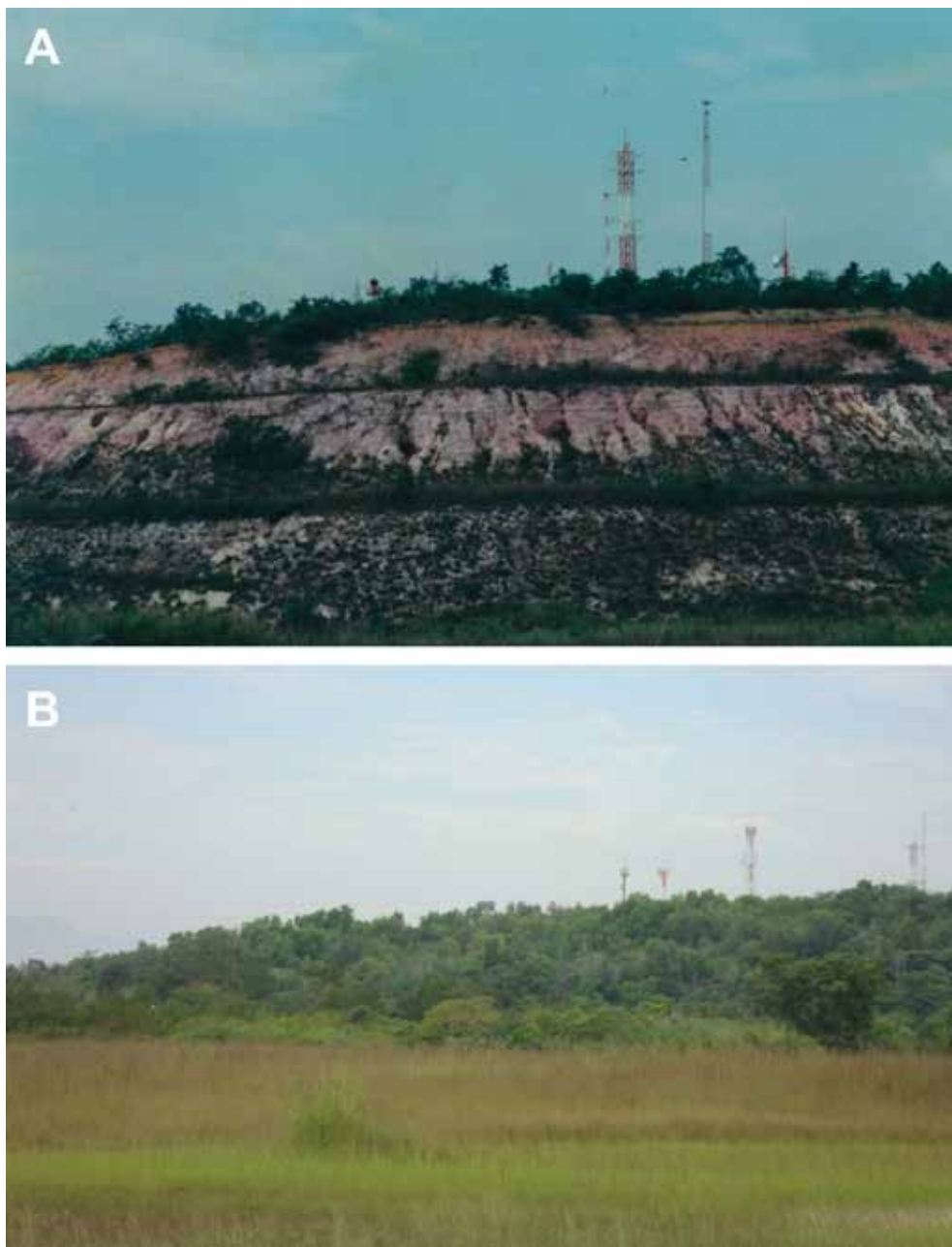


Figura 1. Área degradada devido à retirada de material terroso para a construção civil em 2003 (A) e em processo de recuperação após a aplicação de práticas mecânicas e vegetativas em 2005 (B).

Fonte: Andrade et al. (2005).

- A coleta, a seleção, o melhoramento e o armazenamento de recursos genéticos nativos.
- O manejo e a recuperação de Áreas de Proteção Permanentes (APPs).
- O diagnóstico do estado de degradação e/ou conservação das zonas de manejo nas áreas com potencial para a produção agrícola.
- O uso do sistema plantio direto (SPD), com rotação, consorciação e/ou sucessão de culturas e/ou criações em arranjos agroflorestais.
- O aproveitamento de resíduos.
- O ordenamento das águas pluviais superficiais, seja para auxiliar no controle da erosão, aumentar a retenção de água (com a construção das barraginhas), elevar o nível do lençol freático (através das barragens subterrâneas), desviar as águas a montante de voçorocas (através de terraços e bacias de captação) ou para rebaixar o nível da água em áreas sujeitas a encharcamento através de sistemas de drenagem alternativos.

Muitas ações de formação de multiplicadores em educação ambiental, de orientação de estudantes de pós-graduação e de colaboração na implantação, manejo e monitoramento de planos de recuperação de terras degradadas e programas de manejo e conservação do solo e da água têm sido realizadas, fazendo com que a Embrapa esteja presente nas principais ações para evitar o avanço da degradação em todas as regiões do País.

Em síntese, a degradação de terras pode ser evitada através da adoção de boas práticas agrícolas que utilizam as terras a partir de suas limitações e potencialidades e que mantêm ou melhoram as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Isso possibilita maior agregação do solo, evita sua compactação, aumenta o armazenamento de água e a disponibilidade de nutrientes essenciais para o crescimento vegetal e ainda amplia as possibilidades de geração de emprego e renda. Assim, é favorecida a sustentabilidade desses novos agrossistemas, sendo possível transformar o agente causador da degradação em agente de desenvolvimento rural sustentável. Nesses sentidos, como se destacou nesta seção, as contribuições da Embrapa para reverter os cenários de degradação de terras têm sido constantes.

Recuperação de terras degradadas

Para avaliar o nível de degradação das terras, a Embrapa tem desenvolvido e disponibilizado metodologias para análise e interpretação de imagens orbitais,

como o [Projeto Geodegrade](#), que mapeou as áreas de pastagens degradadas do Cerrado e indicadores de qualidade do solo, da água e da biodiversidade. Quando analisados em conjunto, esses dados permitem ampliar a eficiência das ações de recuperação a serem implementadas.

Nessas metodologias, as tecnologias são adotadas em duas etapas principais. A primeira consiste na divisão das áreas em glebas (zonas de manejo) o mais homogeneamente possível, de acordo com as características de relevo, topografia, cobertura vegetal, uso atual, produtividade das culturas ou capacidade de suporte (quando existentes) e histórico de exploração, práticas conservacionistas aplicadas, tipo e frequência dos processos erosivos e tipo de solo. Caso não se tenha um mapa de solos em escala adequada ao tamanho da propriedade, deve-se observar principalmente a cor, a textura, a estrutura e espessura dos horizontes diagnósticos superficiais e subsuperficiais e a profundidade efetiva de raízes.

A segunda etapa consiste no diagnóstico detalhado do estado de conservação e/ou degradação do solo em cada uma das zonas de manejo visando caracterizar e dimensionar os processos erosivos e a presença de resíduos (restos de culturas, corretivos e/ou fertilizantes, dejetos de animais, embalagens de agrotóxicos, sacos plásticos, etc.). Nessa etapa, recomenda-se também avaliar a taxa de infiltração de água no solo e a ocorrência de camadas compactadas, coletar amostras de solo para avaliação da granulometria e da fertilidade (análise de rotina com inclusão de carbono) e descrever a cobertura vegetal natural e/ou o uso atual e as práticas de manejo existentes. Depois de realizado o diagnóstico, um conjunto de práticas mecânicas, edáficas e vegetativas para a recuperação da capacidade produtiva do solo têm sido desenvolvidas para variadas condições ambientais e sistemas de produção.

As práticas mecânicas visam ordenar e dissipar a energia das águas do escoamento superficial e promover a infiltração de água e a retenção de sedimentos, destacando-se, entre elas, o terraceamento (Figura 2), as bacias de retenção, o cultivo em nível, os canais escoadouros e a subsolagem de áreas compactadas pelo superpastoreio e/ou excesso do tráfego de máquinas. As práticas edáficas referem-se ao manejo da fertilidade com aplicação adequada de adubos orgânicos e minerais, corretivos e condicionadores do solo que auxiliem no aumento da disponibilidade de água para as plantas em períodos de estresse hídrico. As práticas vegetativas correspondem à seleção e ao manejo de plantas (em rotação, consórcio ou sucessão) para fins de produção, proteção do solo, fixação biológica de nitrogênio, fornecimento de matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, descompactação biológica e estruturação do solo.



Foto: Joseani Mesquita Antunes

Figura 2. Terraços construídos para evitar o escoamento superficial em cultivo de trigo (*Triticum* sp.).

Esse conjunto de práticas promove a preservação e/ou a melhoria da estrutura do solo, o aumento da infiltração de água e do conteúdo de matéria orgânica do solo, a ciclagem de nutrientes e a manutenção do solo sempre com cobertura (viva ou morta) (Figura 3), o que faz aumentar sua resistência contra a erosão. Os SPDs, os sistemas agroflorestais, a integração lavoura-pecuária (ILP) e ILPF são bons exemplos de sistemas que contribuem para conservação e recuperação do solo. Nesse mesmo sentido, estão sendo desenvolvidas e disponibilizadas tecnologias de monitoramento e planejamento como as do Plano ABC (através do [Projeto GeoABC](#)), integrando interpretação de imagens orbitais e indicadores de qualidade do solo e da água.

Até mesmo áreas mineradas têm sido revegetadas através da implantação de mudas de leguminosas herbáceas, arbustivas e arbóreas inoculadas com bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos micorrízicos. Essa tecnologia tem se mostrado eficiente para revegetar áreas com alto grau de degradação (como voçorocas, encostas e taludes de corte e aterro e áreas contaminadas com petróleo) e para fornecer matéria orgânica rica em nitrogênio para consórcios e/ou sistemas agroflorestais. Além de plantas eficientes, têm sido desenvolvidas tecnologias para a



Figura 3. Plantio de milho (*Zea sp.*) sobre cobertura morta em Vitrine Tecnológica da Embrapa Milho e Sorgo.

identificação de características e propriedades dos solos degradados e posterior recomendação de práticas que possibilitem reconstruir sua fertilidade no sentido amplo, com melhorias em suas propriedades físicas, químicas e biológicas.

Para terras degradadas que apresentam potencial de recuperação para fins de produção agrícola, existe um conjunto de tecnologias que podem contribuir para reinseri-las na produção agropecuária sustentável. Dentre essas, destacam-se desde tecnologias para identificar a variabilidade das propriedades do solo através de sensores proximais e uso de *drones* para inspeções aéreas, de modo a separar melhor as zonas de manejo, até tecnologias de base agroecológica, como o uso de defensivos biológicos, o manejo de adubos verdes e a seleção e arranjo de culturas e criações em sistemas agroflorestais.

Considerações finais

Considerando a extensão territorial e a variabilidade das condições ambientais e socioeconômicas e de sistemas de produção agropecuária das diferentes regiões do País, a Embrapa tem um grande desafio: contribuir para aumentar a geração, a transferência e a inovação de tecnologias que possibilitem elevar o alcance dessa meta. Há tecnologias prontas para serem aplicadas capazes de reverter esse quadro e há capacidade técnica e operacional para promover a construção conjunta,

com diferentes segmentos da sociedade, de um amplo e permanente programa nacional de prevenção da degradação das terras, manejo e conservação do solo e da água e de recuperação de terras degradadas.

Os sistemas conservacionistas empregam a redução ou até a ausência do preparo do solo, o plantio em nível, a aplicação de fertilizantes e corretivos de acordo com a necessidade das culturas e interpretações da análise do solo, o consórcio, sucessão e rotação de culturas e a cobertura permanente do solo (com o uso de plantas de cobertura), a reciclagem de resíduos, a implantação de cordões vegetados, terraços, canais escoadouros e bacias de captação (quando necessários), a seleção de espécies vegetais, variedades e cultivares adaptadas às diferentes condições ambientais locais, o manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas, a diversificação da produção e a destinação adequada de resíduos inservíveis, entre outras práticas benéficas.

Para tornar as tecnologias disponíveis mais eficientes e desenvolver novas soluções para a recuperação de terras degradadas, os esforços da Embrapa devem ser voltados principalmente para:

- Selecionar e avaliar indicadores práticos e de baixo custo para detecção de diferentes níveis de degradação das terras através de imagens e em campo.
- Desenvolver tecnologias para recuperação de terras sob variados níveis de degradação.
- Avaliar os investimentos necessários e identificar as oportunidades para o recebimento de incentivos financeiros para a recuperação de terras sob variados níveis de degradação para produção agropecuária sustentável e prestação de serviços ambientais.
- Gerar dados consistentes sobre os benefícios econômicos e ambientais que podem ser obtidos com a transformação de terras degradadas em terras produtivas.
- Capacitar técnicos e produtores para ampliar a aplicação das boas práticas agropecuárias e contribuir, de forma mais efetiva, para alcançar a meta 15.3, assim como contribuir para vários outros ODS e suas respectivas metas, especialmente: erradicação da pobreza e da fome, agricultura sustentável, saúde e bem-estar, trabalho decente e crescimento econômico, ação contra a mudança global do clima, paz, justiça e instituições eficazes, parcerias e meios de implementação.

Referências

- ANDRADE, A. G. de; CHAVES, T. A. Manejo contra a erosão: para evitar a degradação do solo é preciso planejar as atividades de acordo com as fragilidades e potencialidades da área explorada. **Agro DBO**, p. 42-46, ago. 2012. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/67984/1/manejo-contr-a-erosao.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2018.
- ANDRADE, A. G. de; PORTOCARRERO, H.; CAPECHE, C. L. **Práticas mecânicas e vegetativas para o controle de voçorocas**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005. 4 p. (Embrapa Solos. Comunicado técnico, 33).
- BAI, Z. G.; DENT, D. L.; OLSSON, L.; SHAEPMAN, E. Proxy global assessment of land degradation. **Soil, Use and Management**, v. 24, n. 3, p. 223-234, 2008. DOI: 10.1111/j.1475-2743.2008.00169.x.
- BARRIOS, E.; COUTINHO, H. L. C.; MEDEIROS, C. A. B. **InPaC-S: integração participativa de conhecimentos sobre indicadores de qualidade do solo: guia metodológico**. Nairobi: ICRAF; [Brasília, DF]: Embrapa, CIAT, 2011.
- CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/169149/1/Manual-de-metodos-de-analise-de-solo-2-ed-1997.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2018.
- FENG, X.; WANG, Y.; CHEN, L.; FU, B.; BAI, G. Modeling soil erosion and its response to land-use change in hilly catchments Chinese Loess Plateau. **Geomorphology**, v. 118, n. 3-4, p. 239-248, June 2010. DOI: 10.1016/j.geomorph.2010.01.004.
- FIDALGO, E. C. C.; PRADO, R. B.; TURETTA, A. P. D.; SCHULER, A. E. (Ed.). **Manual para pagamento por serviços ambientais hídricos: seleção de áreas e monitoramento**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 78 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/160960/1/Manual-PSA-hidricos-2017.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2018.
- NAÇÕES UNIDAS. **Vida terrestre**: Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/ods15/>>. Acesso em: 26 mar. 2018.
- RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/150386/1/sistema-de-avaliacao-agr-terras-3a-edicao1995.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2018.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.
- STATUS of the world's soil resources. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2015. 32 p. (Main report).