

*Alúcio Granato de Andrade*

*Pedro Luiz de Freitas*

*John Landers*

## **Introdução**

O solo e a água são elementos fundamentais de sustentação dos sistemas agrícolas e naturais. Reverter o quadro de degradação de extensas áreas; otimizar o uso dos solos e da água, com potencial para aumentar a produção agrícola; contribuir para a mitigação de impactos ambientais e desenvolver novos insumos e sistemas de produção, capazes de promover a sustentabilidade ambiental, social e econômica pelas gerações presentes e futuras são alguns dos desafios para o manejo e a conservação do solo e da água para os diversos ambientes, usos e estado de degradação das terras.

Os primeiros esforços voltados à conservação do solo e da água, especialmente no Brasil, se concentraram nas práticas mecânicas de terraceamento, construção de curvas de nível e de canais escoadouros, plantio em nível ou em faixas e outros (SOBRAL FILHO et al., 1982). Durante algumas décadas, as práticas mecânicas adotadas no controle da erosão se mostraram insuficientes, especialmente na região sul do país (VIEIRA, 1994). Somente no início da década de 70 é que se percebeu a importância de manejar adequadamente o solo, evitando expô-lo aos efeitos das chuvas intensas do clima tropical e subtropical que predominam no Brasil, assim como a relevância da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento conservacionista. Compreendeu-se que a sustentabilidade da produção agrosilvipastoril, garantindo a segurança alimentar e a preservação ambiental, estão associadas ao planejamento do uso da terra e do manejo do solo e da água, com a adoção de sistemas conservacionistas. Igualmente, as

perdas econômicas e ambientais, causadas pela erosão hídrica, foram os fatores motivadores da viabilização do Sistema Plantio Direto – SPD(FREITAS, 2002).

A evolução da conservação do solo e da água por meio do manejo ocorreu de forma a viabilizar a agricultura brasileira, dando sustentabilidade aos sistemas de produção agrosilvipastoris. Mas, somente a partir do início deste século, técnicos e agricultores se deram conta de que, além de minimizar o impacto ambiental da agricultura, mitigando as perdas de solo, água, nutrientes e matéria orgânica, estariam também contribuindo para o sequestro de carbono e reduzindo a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEEs). Sendo assim, é necessário também desenvolver sistemas de produção capazes de se adaptar às mudanças climáticas, garantindo a produção de alimentos, fibras e agroenergia e a manutenção de serviços ambientais. Neste sentido, o capítulo 2 desta parte apresentará, de forma mais aprofundada, o panorama brasileiro em relação ao Manejo e Conservação do Solo e da Água no Contexto das Mudanças Ambientais.

Como as alterações ambientais vêm ocorrendo globalmente, seja em função das ações antrópicas ou naturalmente, é preciso que as alternativas de mitigação dos problemas enfrentados sejam discutidas no âmbito internacional, até porquê a população mundial demanda recursos naturais e alimentos continuamente, que os países de forma isolada, não conseguem ser autosuficientes, recorrendo à importação de vários produtos para suprirem à esta demanda. Como exemplo da interdependência entre os países, no caso do setor agrícola, o mercado exterior é que rege, muitas vezes, a forma de produção agrícola, pois o produto poderá ter maior ou menor valor agregado ou aceitabilidade na exportação em função do sistema de produção praticado. E as questões ambientais e sociais têm sido consideradas de forma crescente neste processo. Desta forma, o capítulo 3 desta parte abordará o panorama internacional do Manejo e Conservação do Solo e da Água no Contexto das Mudanças Ambientais, apresentando iniciativas, programas e agendas que vêm discutindo recentemente este tema, contribuindo de forma definitiva para a sustentabilidade do planeta.

## Sustentabilidade do solo

O aumento de áreas degradadas em regiões anteriormente produtivas tem sido constatado em diferentes regiões do Brasil. A erosão tem se apresentado sob todas as suas formas (laminar, sulcos e voçorocas), levando solo, sementes, adubos e agrotóxicos para os lagos, os rios até atingir o mar. O resultado é a perda de produção e o empobrecimento dos agricultores; o assoreamento e a contaminação dos corpos hídricos e o desmatamento para abertura de novas áreas de produção, causando perda da biodiversidade nos diferentes biomas brasileiros. Para evitar esta degradação é necessário planejar as atividades de produção agropecuária de acordo com a aptidão agrícola das terras, manejando o solo de acordo com suas fragilidades e potencialidades. Através de dados provenientes das mais diversas fontes do meio físico e biótico e de sistemas de informação capazes de integrar estes dados, é possível separar a paisagem em zonas, possibilitando planejar adequadamente o uso, a conservação e a recuperação das terras. Esta abordagem tem sido utilizada como importante instrumento de ordenamento territorial e planejamento de uso das terras. Exemplos como a inclusão do Zoneamento Agrícola na Política Agrícola Brasileira, do Programa do Zoneamento Ecológico-Econômico e a crescente demanda para realização de Zoneamentos Agroecológicos Estaduais vêm confirmando a importância de se desenvolver ações de planejamento em todas as regiões brasileiras.

Para o desenvolvimento de sistemas sustentáveis nas diferentes zonas agroecológicas é necessário a aplicação de técnicas conservacionistas adaptadas aos diferentes ambientes e sistemas de produção agropecuária, protegendo o solo e garantindo sua funcionalidade, como a troca de ar e calor, o armazenamento e a ciclagem de nutrientes, a decomposição da matéria orgânica, a regulação do fluxo de água, o movimento de materiais solúveis, servindo de filtro ou de tampão para elementos e compostos tóxicos.

Os sistemas conservacionistas associam a redução drástica do revolvimento do solo à rotação de diferentes usos e culturas; à manutenção permanente da cobertura do solo; ao manejo integrado de pragas, doenças e de plantas daninhas; à seleção de espécies vegetais e ao desenvolvimento de variedades e cultivares mais produtivas e

adaptadas; aos sistemas de adubação mais racionais; e à muitas outras tecnologias adaptadas aos diferentes sistemas de produção. Por serem desenvolvidos para as condições de solo e clima existentes em cada região, os sistemas conservacionistas vêm se tornando mais frequentes na paisagem, recuperando áreas degradadas e dando renda aos agricultores. Destacam-se, entre outros, os sistemas agroflorestais, a integração lavoura-pecuária-floresta e o sistema de plantio direto.

O manejo agroecológico desses sistemas privilegia práticas que garantem um fornecimento constante de matéria orgânica, fundamental para a construção da fertilidade do solo em seu sentido mais amplo. Ou seja, maneja-se o solo para estimular as atividades biológicas e para que cresçam plantas bem nutridas que forneçam alimentos balanceados e saudáveis. Este tipo de manejo procura priorizar o uso de recursos naturais renováveis, localmente disponíveis, diminuir a dependência do produtor por insumos externos e poupar recursos naturais não renováveis. Nesse contexto, o processo de fixação biológica de  $N_2$  é uma estratégia importante para o fornecimento de nitrogênio, favorecendo a produção das culturas sem a necessidade de aplicação de fertilizante químico. Estas práticas agrícolas sustentáveis serão expostas e aprofundadas ao longo do presente livro.

A ampliação de pesquisas e do uso de práticas agroecológicas, considerando o planejamento regional e local, de forma participativa, permitirá, cada vez mais, que pequenos e grandes agricultores, em sistemas de produção familiar e empresarial, produzam alimentos e matérias primas de qualidade, e ainda promovam a conservação dos recursos naturais e se mantenham em suas regiões de origem.

## **Perspectivas globais de mudanças climáticas**

A degradação ambiental, expressa como um declínio na qualidade da terra – solo, água, fauna e flora, ou na redução da produtividade potencial do solo, representa, especialmente através da redução do carbono total e da biomassa, uma preocupação importante sobre as emissões de GEEs para a atmosfera (ESWARAN et al., 2001).

No entanto, a grande variabilidade espacial e temporal do uso da terra e manejo do solo em diferentes ecossistemas, dificulta a

estimativa das emissões de GEEs reais (VERCHOT, 2007). Isto é especialmente problemático para a estimativa dos GEEs que não o CO<sub>2</sub> como o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e o metano (CH<sub>4</sub>) (VERCHOT et al., 1999; VERCHOT et al., 2000; DAVIDSON et al., 2000).

A valorização do preço das *commodities* contribuem para aumentar as pressões para o desmatamento, principalmente devido às atividades com pecuária, o que está promovendo o avanço da fronteira agrícola para regiões como a Amazônia (BANCO MUNDIAL, 2003). O desmatamento provoca além da perda da biodiversidade, erosão do solo, diminuição das taxas de infiltração da água e a consequente recarga dos aquíferos, contribuindo para agravar o aquecimento global (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2007). Entre 60% a 75% das emissões brasileiras de gás carbônico e metano na atmosfera são provenientes dos desmatamentos da floresta tropical, valores que colocam o país entre os cinco maiores emissores do mundo. Este padrão de emissões de gases do efeito estufa (GEEs) é diferente dos países mais industrializados, nos quais a queima de combustível fóssil é a principal fonte do gás. Tecnologias e maior conhecimento sobre os sistemas de produção agropecuária para os trópicos, ao lado de políticas públicas adequadas e o cumprimento da legislação ambiental, contribuem para a redução do desmatamento.

Outra fonte de preocupação é a quantidade e qualidade dos recursos hídricos, uma vez que a água constitui tanto um bem essencial à vida quanto um precioso insumo para diversas atividades econômicas. Entre os diversos usos econômicos e sociais que competem pela apropriação ou utilização dos recursos hídricos no Brasil, a agricultura consome a maior parte da água, seguida do setor industrial e depois pelas residências. Tais usos apresentam características bastante diferenciadas quanto aos efeitos que produzem sobre o ciclo hidrológico, bem como em relação aos mananciais utilizados e à forma de intervenção sobre eles.

Em relação à diminuição das reservas de petróleo e à possibilidade da escassez, aliada à crescente preocupação com a preservação do meio ambiente, os governos e organismos internacionais têm direcionado esforços na substituição dos combustíveis fósseis. A União Européia, por exemplo, convocou os 27 países membros a trocar pelo menos 10% do volume de combustíveis

fósseis usados em veículos por biocombustíveis até 2020. Mais do que isso, os líderes europeus se comprometeram a diminuir as emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) em 20% em relação aos níveis de 1990 no mesmo prazo. No programa de metas energéticas anunciadas no início de 2007, os EUA estabeleceram a substituição da gasolina consumida por biocombustíveis, podendo chegar a 20% em dez anos, como noticiado pela imprensa<sup>1</sup>. Com o uso crescente de recursos renováveis, abrem-se oportunidades da participação do Brasil no mercado de bioenergia.

Associe-se a isso, ainda, a demanda crescente pela produção de bioenergia. Dessa forma, tem havido uma expansão do consumo mundial de grãos, carne e leite que impactou diretamente os preços internacionais dos principais produtos e a rentabilidade do mercado agrícola. Assim, nos últimos anos, a importância do agronegócio para a geração de renda na economia mundial foi intensificada. Dados da *United Nations Conference on Trade and Development* (UNCTAD) mostram que o preço das *commodities* agrícolas cresceram 50% entre 2000 e 2006. Observando-se o panorama mundial com aumentos significativos da demanda por alimentos, agroenergia e outras matérias primas, identificam-se grandes oportunidades para o desenvolvimento da agricultura tropical.

## **O papel do Sistema Plantio Direto na mitigação da emissão dos GEEs**

Como um sistema de manejo do solo, o Sistema Plantio Direto incorpora uma mudança radical nas práticas agrônômicas, eliminando o revolvimento do solo e promovendo a agrobiodiversidade, através da rotação de culturas e de diferentes usos da terra, além de manter o solo coberto com culturas em crescimento ou com resíduos vegetais. A esses requisitos são associados, ainda, o manejo integrado de pragas, doenças e plantas invasoras (SALTON et al., 1999; FREITAS, 2002). Atende assim os princípios essenciais de sustentabilidade da agricultura nos trópicos e sub-tropicos (MACHADO; FREITAS, 2004; LANDERS et al., 2001). O manejo conservacionista visa a otimização do potencial produtivo das

---

<sup>1</sup> DO 'ouro negro' a uma nova matriz energética. Disponível em: <[http://veja.abril.com.br/idade/exclusivo/energias\\_alternativas/contexto1.html](http://veja.abril.com.br/idade/exclusivo/energias_alternativas/contexto1.html)>. Acesso em: 11 jun. 2010

plantas cultivadas com a melhoria das condições ambientais (BERNARDI et al., 2003).

Com base em dados obtidos em diferentes condições brasileiras, Bayer et al. (2006) estimaram, nas lavouras de grãos cultivadas em SPD, um acúmulo de carbono no solo da ordem de 350 kg/ha/ano, em uma profundidade de 20 cm, na região dos cerrados. Esse acúmulo pode chegar a 480 kg/ha/ano no Sul do Brasil. Aplicando os resultados na área da adoção do SPD no Brasil, Freitas et al. (2007) estimaram uma remoção de CO<sub>2</sub> da atmosfera da ordem de 29 a 40 milhões t/ano, o que os autores consideraram insignificante em comparação com as emissões anuais totais do planeta, na ordem de 29 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub>. Considerando o potencial de crescimento da agricultura brasileira, especialmente com a produção de etanol e biodiesel, é razoável projetar uma área de 100 milhões de ha com a adoção de SPD, com um sequestro de carbono da ordem de 128-176 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> por ano, o que corresponde a 3 a 13% de todo o CO<sub>2</sub> emitido atualmente pelo desmatamento e pela mudança do uso da terra, estimada em 1,4 a 4,4 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> por Lal (2004).

Em 2004, o SPD era adotado em mais de 95 milhões de ha em todo o mundo (DERPSCH, 2005). Cerca de 50% desta área era concentrada na América do Sul, principalmente no Brasil, Argentina e Paraguai. Nos EUA e Canadá eram encontrados 40% desta adoção, restando apenas 10% no resto do mundo. No Brasil a área ocupada com culturas anuais, especialmente grãos, onde houve a adoção total ou parcial do SPD era estimada em 25,5 milhões de ha no ano agrícola 2005/2006, dos quais 38% eram no Bioma Cerrado (FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 2010). A evolução da área de adoção do SPD é apresentada na Figura 1. Um balanço de emissão e sequestro dos GEEs nestas áreas indica uma expressiva redução na emissão de GEEs.

A principal contribuição da adoção do SPD para a mitigação da emissão de GEEs ocorre devido ao menor uso de fertilizantes, pesticidas e de óleo diesel (associado ao uso mais eficiente de máquinas, com menor manutenção). Soma-se a isto as condições sociais mais favoráveis encontradas e os menores índices de poluição do ar e da água.

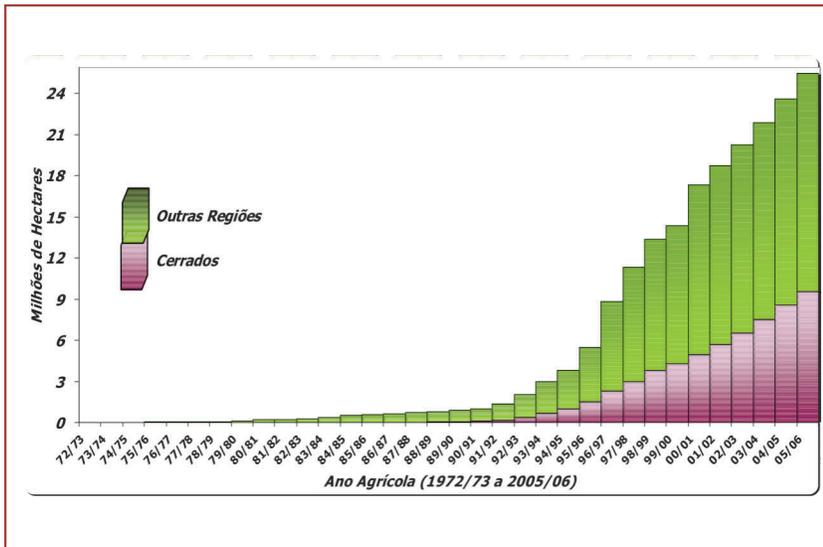


Figura 1. Evolução da área de adoção do Sistema Plantio Direto nos Cerrados e no Brasil (safras 1972/73 a 2005/2006)

Fontes: FEBRAPDP, 2010 e APDC – dados não divulgados.

O efeito da adoção do SPD na mitigação das emissões de GEEs, não somente de  $\text{CO}_2$ , é reconhecido. Assim, além da menor emissão de  $\text{CO}_2$  pelo sequestro de carbono no solo e na cobertura viva ou morta do solo, ocorre a redução no consumo de combustível, que pode chegar, em média a 60% bem como a preservação da vegetação nativa, pela mitigação do desmatamento. Tem-se ainda uma menor emissão de metano, pela gestão mais racional do gado e do arroz irrigado, e de óxido nitroso, pelo aumento da eficiência de fertilizantes, especialmente aqueles à base de nitrogênio. Neste caso, existem alguns trabalhos científicos publicados que relatam o aumento das emissões de  $\text{N}_2\text{O}$  no SPD, especialmente nos Estados Unidos e na Europa. Entretanto, as emissões de  $\text{N}_2\text{O}$  estão relacionadas com o manejo e o tipo de solo, especialmente com as propriedades relacionadas ao comportamento hídrico e à capacidade de redução de  $\text{N}_2\text{O}$  (HÉNAULT et al., 1998). Sendo necessário também o desenvolvimento de tecnologias e produtos condizentes com as particularidades dos solos tropicais, das quais se destacam, de forma geral, a baixa fertilidade natural, baixos teores de matéria orgânica, baixa capacidade de retenção de água e nutrientes para as plantas e a alta capacidade de imobilização de fósforo.

Estima-se que a queima de resíduos é responsável pela emissão anual de 26 Tg de NO<sub>x</sub>; 0,8 (0,3-1,6) Tg de N<sub>2</sub>O e 40 (20-80) Tg de CH<sub>4</sub> e 300-700 Tg de CO (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 1995). No Brasil, a adoção de princípios SPD na agricultura tem mitigado a maior parte das emissões de GEEs, estimada em 2,9 Tg, em 1990. 95% desta emissão é devido à queima da biomassa de cana-de-açúcar na produção de etanol e açúcar. Os esforços para mitigar a queima de biomassa através da adoção de colheita mecanizada (estimada em mais de 60% da área de plantio de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo), associada à rotação com culturas anuais ou pastagens na reforma do canavial e ao preparo reduzido em plantação de cana, são formas eficazes de mitigação das emissões de GEEs (SEGNINI et al., 2004; LA SCALA et al., 2006; LUCA et al., 2008).

Para a pecuária, as emissões de metano a partir de processos digestivos de todos os animais (especialmente ruminantes), têm sido estimada pela Agencia de Proteção Ambiental dos EUA (US-EPA) como sendo de 15% das emissões de metano ou total em todas as fontes. Há também uma importante contribuição de resíduos de animais em confinamento. No Brasil, as emissões de metano, representam mais de 95% das emissões totais de metano do país. Há uma grande variedade de práticas associadas ao manejo de pastagens, manejo do estrume e da alimentação, que podem reduzir as emissões e aumentar o sequestro de carbono (PRIMAVESI, 2007).

Há também o potencial de mitigação das emissões de GEEs através da mudança do uso da terra e da adoção de sistemas conservacionistas, tais como sistemas agroflorestais, integração lavoura - pecuária - floresta, entre outros, a serem apresentados e discutidos neste livro. Os sistemas baseados em SPD têm sido desenvolvidos e existe um grande esforço de difusão. A adoção de sistemas de recuperação de terras degradadas, principalmente pastagens de baixa capacidade de suporte e roturno à produção, são temas da atual política agrícola (BRASIL, 2008). Dados do final do século XX indicavam que, entre a Amazônia e o Cerrado, existiam aproximadamente 80 milhões de ha de pastagens quase todas degradadas ou em fase de degradação (SANO et al., 1999). Landers e Freitas (2001) propuseram um cenário onde a integração lavoura-pecuária, utilizando os princípios do SPD, tornam possível o aumento

de produção de grãos, fibras e de carne nas pastagens degradadas, com desmatamento zero, acomodando toda a expansão da demanda à atual fronteira agrícola para os próximos 20 anos ou mais.

Landers et al. (2001) estimaram os valores econômicos dos múltiplos impactos positivos gerados pela adoção de SPD. Os impactos econômicos considerados referem-se aos benefícios diretos aos agricultores (aumento de produtividade das culturas devido adoção do SPD e economia de energia de bombeamento em áreas irrigadas), bem como os benefícios indiretos em relação à redução das despesas públicas, decorrentes da redução dos efeitos da exploração agrícola ou da erosão do solo e do assoreamento (manutenção de estradas, tratamento de água, tempo e custos de dragagem do reservatórios e outros.). Os impactos ambientais também foram avaliados, incluindo a recarga de aquíferos, devido ao aumento da infiltração de água no solo, menor emissão de CO<sub>2</sub> pela economia de óleo diesel, e sequestro de carbono no solo e em resíduos mantidos na superfície. Os autores estimaram que, se o Brasil utilizasse corretamente o SPD nos 15 milhões de hectares em que a técnica ocupava quando dos estudos, o sequestro de carbono representaria um incremento de US\$ 1,5 bilhão por ano na economia nacional, a custo zero.

Há outros benefícios indiretos, tais como o aumento da variedade e do número de meso e micro-fauna do solo; a melhoria da estrutura, permeabilidade, capacidade de retenção de umidade e da estabilidade do solo e o aumento da ciclagem de matéria orgânica no solo; bem como o armazenamento de nutrientes, liberando-os gradualmente para as culturas. Dentro de alguns anos, essas práticas resultarão em um significativo aumento da produtividade do solo e aumento da eficiência de fertilizantes, implicando em uma redução substancial das emissões de GEEs em toda cadeia de produção de fertilizantes.

A adoção de princípios de agricultura conservacionista contribui para o aumento da biodiversidade e está ligada à fertilidade do solo e ao sequestro de carbono. A biodiversidade acima e no solo varia com as mudanças de uso da terra ao longo do tempo. Cerca de 1,6-2,0 bilhões de toneladas por ano são atribuídas ao desmatamento, mal manejo do solo e degradação da terra. Esta fonte de emissão pode ser mitigada pela intensificação da agricultura em terras já desmatadas,

reduzindo o desmatamento e melhorando as práticas agrícolas e florestais pela adoção de SPD.

Um fator chave para promover o aumento do estoque de carbono no solo é a forma como o SPD é realizado integrando as melhores práticas de manejo disponíveis para atingir um eficaz controle da erosão, de uma forma sustentável e competitiva (FREITAS et al., 2002).

Considerando a agricultura brasileira, um cenário otimista foi apresentado por Freitas e Manzatto (2002), com uma taxa anual de adoção de SPD de 21%, permitindo chegar a 100% da área total anual em cinco anos. Para alcançar esse objetivo, as seguintes assunções foram feitas:

- aceitação pela sociedade e governo da importância dos pagamentos de serviços ambientais aos agricultores e / ou os incentivos ao trabalho de pesquisa, serviços de extensão e de crédito agrícola;
- decodificação de conhecimentos de investigação existentes para uso por técnicos e agricultores;
- criação de unidades de demonstração participativa;
- incentivos para reflorestamento de áreas frágeis, identificados pela avaliação do risco de erosão e;
- zoneamento agroecológico para determinar o uso da terra aceitável, de acordo com classes de aptidão agrícola das terras, utilizando parâmetros modificados para incorporar SPD sustentável e sistemas de gestão da conservação.

Complementando este cenário, existe a possibilidade de garantir a segurança alimentar com a renovação de pastagens degradadas, estimadas em mais de 80 milhões de ha somente na área tropical do Brasil (SANO et al., 1999; CASSALES; MANZATTO, 2002).

No que tange ao desempenho do Brasil perante tratados internacionais, os quais estão entrando em fase de maior rigor para os países em desenvolvimento, fica clara a necessidade de reconhecimento financeiro de ações conservacionistas executadas pelos agricultores. Tecnologias já existentes e validadas, passíveis de serem adotadas e geradoras de impactos positivos, com ênfase à mitigação do aquecimento global e à perda de biodiversidade, teriam sua adoção muito mais desejável e factível. Para isto, é necessário o

estabelecimento de protocolos para o sequestro de carbono em solos agrícolas e, preparando para o futuro, os balanços de CO<sub>2</sub> equivalentes. Isto exige a formação de grupos de trabalho para a formulação de posições para cada um dos cinco biomas brasileiros. Outros serviços ambientais a serem considerados são: (a) controle de erosão e seus impactos; e, (b) o desmatamento evitado pela intensificação do uso da terra.

## Referências bibliográficas

BANCO MUNDIAL. **Causas do desmatamento da Amazônia brasileira**. Brasília: Banco Mundial, 2003. 100 p.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A.; DIECKOW, J. Carbon sequestration in two brazilian cerrado soils under no-till. **Soil and Tillage Research**, v. 86, n. 2, p. 237-245, apr. 2006.

BERNARDI et al. **Correção do solo e adubação no sistema de plantio direto nos cerrados**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. 22 p. (Embrapa Solos. Documentos, 46).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Agrícola e Pecuário 2008-2009**. Brasília: MAPA, 2008. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/images/MAPA/arquivos\\_portal/PAP%202008\\_09%20K.pdf](http://www.agricultura.gov.br/images/MAPA/arquivos_portal/PAP%202008_09%20K.pdf)>. Acesso em: 16 mai 2010.

CASSALES, F. L. G.; MANZATTO, C. V. Aspectos gerais da dinâmica de uso da terra. In.: **EROSÃO em terras agrícolas**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. p. 31-45.

DAVIDSON, E. A.; KELLER, M.; ERICKSON, H. E.; VERCHOT, L. V.; VELDKAMP, E. A cross-site test of a conceptual model of nitrous oxide and nitric oxide emissions from soils. **BioScience**, v. 50, p. 667-680, 2000.

DERPSCH, R. The extent of Conservation Agriculture adoption worldwide: Implications and impact. In: **WORLD CONGRESS ON**

CONSERVATION AGRICULTURE, 3., 2005, Nairobi, KY. **Proceedings**. Nairobi: [WOCAT], 2005.

ESWARAN, H.; LAL, R.; REICH, P. F. Land degradation: an overview. In: BRIDGES, E. M.; HANNAM, I. D.; OLDEMAN, L. R.; PENING DE VRIES, F. W. T.; SCHERR, S. J.; SOMPATPANIT, S. (Ed.). Responses to land degradation. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LAND DEGRADATION AND DESERTIFICATION, 2., 2001, Khon Kaen. **Proceedings**. New Delhi: Oxford Press, 2001.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA. Disponível em: <<http://www.febrapdp.org.br/>>. Acesso em: 18 mai. 2010.

FREITAS P. L. de; KLIEMANN, H. J.; BENITES, V. de M. Indicadores de qualidade do solo no sistema plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 8., 2002, Águas de Lindóia. [Anais...] Águas de Lindóia. : FEBRAPDP: SAA-SP, 2002. p. 101-103.

FREITAS, P. L. de; MARTIN-NETO, L.; MANZATTO, C. V. Solos: além de tudo, sequestro de carbono. **Agroanalysis**, v. 27, n. 4, p. E15-E16, abr. 2007.

FREITAS, P. L. de; MANZATTO, C. V. Cenários sobre a adoção de práticas conservacionistas baseadas no plantio direto e seus reflexos na produção agrícola e na expansão do uso da terra. In: USO agrícola dos solos brasileiros. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002.

HÉRNAULT, C.; DEVIS, X.; PAGE, S.; JUSTES, E. REAU, R.; GERMON, J. C. Nitrous oxide emission under different soil and land management conditions. **Biol. Fertil. Soils**, v. 26, p.199–207, 1998.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Second assessment: climate change report**. [Bracknell]: IPCC, 1995. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-1995/ipcc-2nd-assessment/2nd-assessment-en.pdf>>. Acesso em 18 mai. 2010.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2007: mitigation**. Cambridge: Cambridge Press, 2007. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

LA SCALA, N.; BOLONHEZI, D.; PEREIRA, G. T. Short-term soil CO<sub>2</sub> emission after conventional and reduced tillage of a no-till sugar cane area in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, v. 91, p. 244-248, 2006.

LAL, R. Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security. **Science**, v. 304, p. 1623-1627, 2004.

LANDERS, J. N.; BARROS, G. S.; ROCHA, M. T. de; MANFRINATO, W. A.; WEISS, J. Environmental impacts of zero tillage in Brazil: a first approximation. In: WORLD CONGRESS ON CONSERVATION AGRICULTURE, 1., 2001, Madrid. **Conservation agriculture: a worldwide challenge: proceedings**. Madrid: FAO: ECAF, 2001a. p. 317-26.

LANDERS, J. L.; FREITAS, P. L. de. Preservação da vegetação nativa nos trópicos brasileiros por incentivos econômicos aos sistemas de integração lavoura x pecuária com plantio direto. In: SIMPÓSIO SOBRE ECONOMIA E ECOLOGIA, 2001, Belém, PA. [**Anais...**]. Belém, PA: [s. n.], 2001b.

LUCA, E. F. de; FELLER, C.; CERRI, C. C.; BARTHÈS, B.; CHAPLOT, V.; CAMPOS, D. C.; MANECHINI, C. Avaliação de atributos físicos e estoques de carbono e nitrogênio em solos com queima e sem queima de canavia. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**. Viçosa, v. 32, n. 2, 2008.

MACHADO, P. L. O. de A., FREITAS, P. L. de. No till farming in Brazil and its impact on food security and environmental quality. In: LAL, R.; HOBBS, P.; UPHOFF, N.; HANSEN, D. **Sustainable Agriculture and the Rice-Wheat System**. New York: Marcel Dekker Inc., 2004. p. 291-310.

PRIMAVESI, O. **A pecuária de corte brasileira e o aquecimento global**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. 43 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 72).

RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, L. C. **Aptidão agrícola das terras do Brasil**: potencial de terras e análise dos principais métodos de avaliação. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1999. 36 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

SALTON, J. C.; FABRÍCIO, A. C.; MACHADO, L. A. Z.; URCHEI, M. A.; OLIVEIRA, H.; MELO FILHO, G.; HERNANI, L. C.; BROCH, D. L.; FREITAS, P. L. de; MUSSURY, R. M.; RICHETTI, A. Environmental impact of intensive grain and beef production systems in the brazilian western region. In: KEATING, B. A.; MCCOWN, R. L. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SYSTEMS APPROACHES FOR AGRICULTURAL DEVELOPMENT, 3., 1999, Lima. **Advances in farming systems analysis**: proceedings. Lima: IPC, 2001. 1 CD-ROM.

SANO, E. E.; BARCELLOS, A. O., BEZERRA, H. S. **Área e distribuição espacial de pastagens cultivadas no cerrado brasileiro**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 3).

SEGNINI, A.; MILORI, D. M. B. P.; GALETI, H. V. A.; SIMOES, M. L.; SILVA, W. T. L.; CERDEIRA, A. L.; BOLONHEZI, D.; MARTIN-NETO, L. Evaluation of carbon sequestration in brazilian area sugar cane under different tillage systems. In: INTERNATIONAL MEETINGS OF IHSS, 12., 2004, Águas de São Pedro. **Humic substances and Soil and Water Environment**: Anais. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2004. p. 14-16.

SOBRAL, F. R. M.; MADEIRA NETTO, J. S.; FREITAS, P. L. de; SOUZA, R. L. P. de. **Práticas de conservação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1980. 88 p. (EMBRAPA-SNLCS. Miscelânea, 3).

VERCHOT, L. V. DAVIDSON, E. A; CATTÂNIO, J. H; ACKERMAN, I L. Land-use change and biogeochemical controls of methane fluxes in soils of

eastern Amazonia. **Ecosystems**, v. 3, p. 41-56, 2000.

VERCHOT, L. V. **Opportunities for climate change mitigation in agriculture**: a report to the UNFCCC Secretariat: Financial and Technical Support Programme. Nairobi: World Agroforestry Centre, 2007. 69 p. Disponível em:

<[http://unfccc.int/files/cooperation\\_and\\_support/financial\\_mechanisms/application/pdf/verchot.pdf](http://unfccc.int/files/cooperation_and_support/financial_mechanisms/application/pdf/verchot.pdf)>. Acesso em 20 mar. 2010.

VERCHOT, L. V. DAVIDSON, E. A; CATTÂNIO, J. H; ACKERMAN, I L.; ERICKSON, H. E.; KELLER, M. Land-use change and biogeochemical controls of nitrogen oxide emissions from soils in eastern Amazonia. **Global Biogeochemical Cycles**. v. 13, p. 31-46, 1999.

VIEIRA, M. J. Embasamento técnico do sub-programa de manejo e conservação dos solo-Paraná Rural. In: PARANÁ. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. **Manual técnico do subprograma de manejo e conservação do solo**. 2. ed. Curitiba: IAPAR: SEAB, 1994.