

# INFLUÊNCIA DOS SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NA SUSTENTABILIDADE DE SOLOS DO CERRADO

Adriana Monteiro da Costa<sup>1</sup>; Miguel Marques Gontijo Neto<sup>2</sup>, Ramon Costa Alvarenga<sup>2</sup>

Professora Adjunta, Departamento de Geografia - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, e-mail: drimonteiroc@yahoo.com.br; Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo, e-mail: mgontijo@cpnms.embrapa.br; ramon@cpnms.embrapa.br

## Introdução

A sustentabilidade tem sido um tema recorrente em diversos discursos e segmentos da sociedade. O conceito de “sustentabilidade” surgiu em meados da década de 80 e passou a ser empregado com frequência, assumindo dimensões econômicas, sociais e ambientais, buscando embasar uma nova forma de desenvolvimento (Deponi & Almeida, 2002).

A sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola é tema que desperta crescente interesse em várias áreas da ciência, em decorrência da crescente preocupação com o tipo de uso dos recursos naturais e com sua degradação. A agricultura sustentável pode ser definida como aquela capaz de produzir alimentos e fibras de forma eficiente, rentável e segura, de modo a atender uma crescente demanda mundial, sem degradar os recursos naturais e o meio-ambiente (OCDE, 1995).

Estimativas mostram que em 2011, a população mundial será superior a 7 bilhões de habitantes e em 2026 passará dos 9 bilhões. O crescimento da população leva a um aumento na demanda por alimentos, vestuário, madeira, recursos energéticos, dentre outros e com ele surgem grandes questionamento acerca da disponibilidade de alimentos suficiente para toda essa população. Alia-se a isso o fato de que a população já existente e em constante desenvolvimento, torna-se cada vez mais exigente e consumista aumentando ainda mais esta demanda e conseqüentemente a pressão sobre o meio ambiente. O grande desafio será conciliar produção dos bens necessários à população com a sustentabilidade ambiental.

A maior parte dessa nova população estará localizada nos países mais pobres e/ou em desenvolvimento e é justamente nestes locais onde estão grande parte das terras ainda agricultáveis do mundo. No entanto, o aumento na oferta de produtos, depende fundamentalmente da existência de terras aptas para exploração agrícola, pecuária e florestal não só em quantidade como também em qualidade o que tem sido um grande desafio. Nas últimas décadas o que se tem presenciado é o aumento de produção por área plantada o que tem permitido uma maior rentabilidade e maior aproveitamento das terras agrícolas. Contudo, para garantir alimentos, recursos energéticos e demais bens a toda

essa população é necessário investimentos em pesquisas e em novas tecnologias que permitam não só aumentar a produtividade como também que priorizem a produção racional e sustentável.

Nas últimas décadas tem-se presenciado grande impacto negativo no meio ambiente em virtude do uso e ocupação desordenada de diversas áreas. Como consequência da expansão das fronteiras agrícolas de forma desordenada destaca-se o desmatamento acelerado, degradação dos solos, pastoreio excessivo, avanço de processos erosivos, mudanças no clima e poluição dos cursos d' água.

O Brasil destaca-se no cenário agrícola mundial sendo atualmente o segundo maior produtor de alimentos do mundo e vem se tornando a grande aposta para contribuir para o crescimento mundial nos próximos anos. Segundo a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) a oferta de alimentos no mundo deve crescer 20% nos próximos 10 anos e o Brasil precisa crescer 40% para permitir este crescimento mundial.

O grande desafio do Brasil é compatibilizar este crescimento à conservação ambiental, ou seja, buscar alternativas de desenvolvimento sustentáveis para a produção agrícola, pecuária, madeireira, recursos energéticos, etc. O crescimento econômico brasileiro também trouxe consigo impactos negativos a vários ecossistemas brasileiros, dentre eles o Cerrado. Segundo Marouelli (2003) o Cerrado representa não só para o Brasil como também, para o mundo uma das últimas alternativas viáveis e com alto potencial de produção agrícola. Isso tem levado, nas últimas décadas, à incorporação de grandes áreas do Cerrado, até pouco considerada como região inóspita à produção agrícola, ao processo produtivo.

O Cerrado é o segundo maior Bioma brasileiro, menor apenas que a Amazônia e é, após a Mata Atlântica, o que mais tem sofrido as consequências do uso e ocupação humana desordenada. Segundo o relatório dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS) (Brasil, 2010) o Cerrado teve sua cobertura vegetal reduzida em 48,37% passando de 2.038.953 km<sup>2</sup> para 1.052.708 km<sup>2</sup>, sendo que 85.074 km<sup>2</sup> (4,18% do total) foram destruídos entre 2002 e 2008. A grande devastação dessas áreas deve-se principalmente ao uso agrícola intensivo e à prática de atividades pecuárias extensivas de baixo nível tecnológico que degradam os solos levando à sua exaustão.

Estima-se que aproximadamente 54 milhões de hectares do Cerrado são ocupados por pastagens cultivadas (Sano et al., 2008), tendo Minas Gerais a segunda maior área sob Cerrado com pastagens cultivadas no Brasil. Atualmente estima-se que cerca de 70 a 80% das pastagens cultivadas apresentam algum tipo de degradação (Marchão et al., 2007).

O grande aumento das áreas de pastagens degradadas na região do Cerrado traz como conseqüências alterações na qualidade do solo. O uso de sistemas intensivos de exploração pecuária sem utilização de práticas de manejo adequadas tem levado à perda de qualidade dos solos com reflexos na produtividade das pastagens, na rentabilidade do produtor e, conseqüentemente, na sustentabilidade desses sistemas.

A degradação das pastagens traz como conseqüência redução nos teores de matéria orgânica do solo, levando a uma maior emissão de C-CO<sub>2</sub> atmosférico em detrimento ao seu seqüestro na pastagem e no solo. Segundo Neves et al. (2004) a transformação de sistemas naturais em áreas agrícolas tendem a aumentar a emissão de C-CO<sub>2</sub> atmosférico, devido à rápida perda de carbono orgânico do solo, em decorrência da maior facilidade de decomposição ocasionada pela combinação de calor e umidade e do constante.

É sabido que sistemas de produção bem manejados, que preconizam o não revolvimento do solo, a rotação de culturas e a manutenção de palha na superfície, tendem à um maior acúmulo de material orgânico do solo e conseqüentemente ao maior seqüestro de carbono no solo. Contudo destaca-se a necessidade de manutenção de elevada cobertura do solo, aporte contínuo e abundante de resíduos vegetais e rotação de culturas (Mielniczuk, 1988) para que o balanço entre aporte e perda de material orgânico seja positivo.

O Balanço entre a emissão e seqüestro de carbono no solo consiste em um parâmetro importante para inferir sobre a dinâmica do carbono nos diferentes sistemas de produção e pode ser avaliado através do conhecimento do estoque de carbono no solo. O menor teor de carbono orgânico estocado está diretamente relacionado com o aumento da emissão de CO<sub>2</sub> (Neves et al., 2004).

A adoção de sistemas de manejo de culturas e de pastagem que levem à um maior aporte de material orgânico ao solo e conseqüentemente à melhorias dos atributos do solo e ao maior estoque de carbono tornam-se fundamentais para sustentabilidade dos sistemas dos agrossistemas.

Alguns trabalhos têm mostrado resultados positivos e promissores do sistema de integração lavoura-pecuária (SILP) na melhoria de renda e nos aspectos sociais para o produtor. Contudo, a quantificação das melhorias ambientais proporcionada por este sistema ainda são incipientes.

Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar os efeitos do sistema de integração lavoura-pecuária na sustentabilidade de solos do Cerrado, através da mensuração dos teores e estoque de carbono no solo sob sistema de integração lavoura-pecuária e sob pastagem contínua comparativamente à área de referência sob Cerrado nativo.

## Hipóteses

1. A integração lavoura-pecuária é mais sustentável que monocultivos contínuos, melhorando a qualidade dos solos.

2. Os sistemas de integração lavoura pecuária contribuem para o seqüestro e estoque de carbono no solo.

## Materiais e Métodos

O trabalho será realizado em uma área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, cujas coordenadas geográficas são latitude 19°28'S, longitude 44°15'W e altitude de 732 m. O clima é Aw (Köppen), ou seja, típico de Savana, com inverno seco e temperatura média do ar do mês mais frio superior a 18 °C. O solo é classificado com Latossolo Vermelho Distrófico típico (LVd), textura muito argilosa, relevo suave ondulado.

A área experimental consistirá de um Sistema de Integração lavoura-pecuária implantado em dezembro de 2005, numa área de 24 hectares, dividida em 4 glebas de 6 ha cada, em sistema de rotação de culturas sob plantio direto. A influência dos sistemas de integração lavoura-pecuária será avaliada ao longo de 8 anos. Serão estudados seis tratamentos que consistiram de quatro sistemas de produção em área de Sistema de integração lavoura-pecuária de corte (SILP); uma de pastagem contínua de *Brachiaria decumbens*, sem manejo da fertilidade há mais de 10 anos e uma área de Cerrado nativo utilizado como referência (Tabela 1).

Tabela 1- Sistemas de uso e manejo do solo da área estudada – 2005 a 2013

Sistemas	Ano agrícola							
	05/06	06/07	07/08	08/09	09/10	10/11	11/12	12/13
S1	Soja	Sorgo silagem + capim	Sorgo silagem + capim	Soja	Milho grão + capim	Sorgo silagem + capim	Pastagem	Soja
S2	Milho grão + capim	Pastagem	Pastagem	Milho grão + capim	Sorgo silagem + capim	Pastagem	Soja	Milho grão + capim
S3	Pastagem	Soja	Soja	Sorgo silagem + capim	Pastagem	Soja	Milho grão + capim	Sorgo silagem + capim
S4	Sorgo silagem + capim	Milho grão + capim	Milho grão + capim	Pastagem	Soja	Milho grão + capim	Sorgo silagem + capim	Pastagem
S5	Pastagem contínua							
S6	Cerrado nativo							

As amostragens de solo serão realizadas através da abertura de mini-trincheiras e coletas amostras nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm. Serão avaliados os atributos do solo: densidade do solo, teor de carbono orgânico do solo e estoque de carbono. Para análise de densidade do solo serão coletadas amostras indeformadas de solo, com auxílio de anel volumétrico com capacidade de 50 cm<sup>3</sup> (Embrapa, 1997).

O teor de carbono orgânico total do solo (COT) será determinado pela oxidação da matéria orgânica com K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> em meio sulfúrico, conforme Yeomans & Bremner (1988), com fonte externa de calor, utilizando bloco digestor a 170 °C por 30 minutos. O excesso de dicromato, após a oxidação, foi titulado com solução de sulfato ferroso amoniacal (Fe (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O) de 0,2 mol L<sup>-1</sup>.

O estoque de carbono em cada camada de solo estudada será calculado pela expressão (Freixos et al., 2002):

$$EstC = \frac{(CO_{total} * Ds * e)}{10}$$

Em que:

EstC = estoque de carbono orgânico na camada estudada (Mg ha<sup>-1</sup>);

CO<sub>total</sub> = carbono orgânico total (g kg<sup>-1</sup>);

Ds=densidade do solo da camada estudada (kg dm<sup>-3</sup>);

e = espessura da camada estudada (cm).

Para avaliação da tendência em acumular ou perder carbono orgânico em relação ao sistema de referência, será calculada a variação do estoque de carbono das área de SILP e pastagem contínua em relação ao Cerrado nativo (Δ EstC, Mg ha<sup>-1</sup>) conforme Neves et al. (2004).

As amostras de solo coletadas serão georreferenciadas visando o monitoramento dos atributos do solo ao longo do tempo.

O delineamento experimental utilizado será o de blocos casualizados em esquema fatorial 6x3x5, sendo 6 tratamento, 3 repetições e 5 profundidades de amostragem. Os dados foram submetidos à análise de variância e suas médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando-se o software Sisvar 4.0 (Ferreira, 2000).

### **Agradecimentos**

À Universidade Federal de Minas Gerais e à FAPEMIG pelo apoio financeiro para participação no evento.

## Referências bibliográficas

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores de Desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

DEPONTIL, C.; ALMEIDA, J. Indicadores para avaliação da sustentabilidade em contextos de Desenvolvimento rural local. In: Anais do VI Congresso da Associação Latino-americana de Sociologia Rural (ALASRU), Porto Alegre, novembro de 2002. (CD-Rom). Disponível em: <http://www6.ufrgs.br/pgdr/arquivos/430.pdf>. Acesso em: 26 de abril 2011.

EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: EMBRAPA – CNPS, 1997. 212p.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. Programas e Resumos... São Carlos: UFSCar, 2000. p.235.

MARCHÃO, R. L.; BALBIBO, L.C.; SILVA, E.M da.; SANTOS JÚNIOR, J de D. G dos.; SÁ, M.A.C de.; VILELA, L & BECQUER, T. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v.42, n.6, p.873-882. jun. 2007.

MAROUELLI, R. P. O desenvolvimento sustentável da agricultura no Cerrado Brasileiro. Brasília: FGV, 2003. Disponível em <http://www.iica.org.br/Docs/Publicacoes/PublicacoesIIICA/RodrigoMarouelli.pdf>. Acesso em: 26 de abril 2011.

MIELNICZUK, J. Desenvolvimento de sistemas de culturas adaptadas à produtividade, conservação e recuperação de solos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 21., Campinas, 1988. A responsabilidade social da ciência do solo. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1988. P. 109-116.

NEVES, C.M.N.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; MACEDO, R.L.G.; TOKURA, A.M. Estoque de carbono em sistemas agrossilvipastoril, pastagem e eucalipto sob cultivo convencional na região noroeste do Estado de Minas Gerais. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.28, n. 5, p. 1038-1046, 2004.

OCDE (Organisation de Coopération et Développement Économiques). Créer des emplois pour le développement rural: de nouvelles politiques. Paris: Service des Publications OCDE, 1995. 142 p.

SANO, E.E., ROSA, E., BRITO, J.L.S., FERREIRA, L.G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v.43, n.1, p.153-156, jan. 2008.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, New York, v.19, p.1467-1476, 1988.