

**POTENCIAL DE SEQÜESTRO DE CARBONO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO
ENVOLVENDO PASTAGENS E AGRICULTURA SOB PLANTIO DIRETO**
**CARBON SEQUESTRATION POTENTIAL UNDER NO-TILLAGE
IN CROP-LIVESTOCK INTEGRATION SYSTEMS**

Salton, J.C. (salton@cpao.embrapa.br)

Summary

The use of crop-livestock integration systems in wide scale is recent in the Brazilian agriculture, once it was only become possible with the development of the No-Till System (NT). Thus the several forms of integrating crops systems with the livestock, the most important forms are: (i) the use of annual cultures of autumn/winter, as the oat and the pearl millet for grazing, occupying the period between two summer crops, and (ii) the rotation, with cycles of 2 or 3 years, between soybean and permanent pastures of the *Brachiaria* or *Panicum*. In a predominant way, the first and the second system are used in the Center-south in the Central areas of Brazil, respectively.

Such management systems promote countless benefits, from the economic diversification of farms to improvements in attributes of the soil. The main characteristic of these systems is the possibility of increasing the concentration of soil organic matter (SOM), which would supplying the necessary conditions for the manifestation of emergent properties, as the enlargement in resistance to erosion, increments in infiltration rate and retention of water in the soil, increases in the capacity of cations retention, in the stock of nutrients, in the adsorption and complexation of elements, in the cycling processes of chemical elements, in biological activity and diversity of the soil and in the resistance to disturbances.

Under the aspect of C sequestration, the temporary pastures of autumn/winter does not generally present important contribution, once it is dependent of the amount of vegetable mass (aerial components and roots of the plants) that the system add to the soil. The usual management form used with animals results in overgrazing, resulting in little dead material covering the surface. In this situation it is probable that the system presents a negative balance of carbon, because the contribution of carbon through animal excreta does not overcome the emissions of CO₂ and CH₄.

The rotation system - pasture of *Brachiaria* with soybean, comes as an important alternative for the production of vegetable mass above-ground and bellow-ground contributing with the C sequestration. Results of experiments conducted in Mato Grosso do Sul state have shown rates of C sequestration, for the first 5 cm of the soil, of approximately 0,2 Mg C ha⁻¹ yr⁻¹ for NT and 0,8 Mg C ha⁻¹ yr⁻¹ under soybean/*B. decumbens* rotation system. The presence of the pasture, isolated or in rotation with crops in NT, results in a larger amount of stable macro-aggregates (> 2mm) and consequent larger protection of SOM. The contribution of pastures for the increase in SOM is given by the largest contribution of organic material in the particulate organic matter form (~10%).

This system fit very well to the Centro-Oeste region of Brazil, where there are more than 45 million hectares with cultivated pastures and more than 9 million ha with soybean. Just with the partial adoption of practices, like the soybean/pasture rotation in NT, in half of the area of the Centro-Oeste region and improvements in the management of the pastures in just 1/3 of the total area of the region, it would be easily captured more than 8 Tg C yr⁻¹.

Introdução

A utilização em larga escala, de sistemas de produção envolvendo lavouras de grãos com pastagens é algo recente na agricultura brasileira, apenas obtendo destaque com a expansão do Plantio Direto (PD), responsável pelo surgimento de novas possibilidades e alternativas para compor sistemas agropecuários mais eficientes e apropriados aos recursos regionais. Entre tais sistemas, destaca-se a integração da produção de grãos com a pecuária de corte, que além de diversificar as atividades, é capaz de promover consideráveis elevações na produtividade, oportunizando maiores retornos financeiros aos agricultores. Esta forma de produção, quando utilizada adequadamente, possibilita importantes ganhos ambientais advindos da redução do uso de insumos, de combustíveis e das perdas por erosão do solo. Também pode ser importante mecanismo de seqüestro de carbono atmosférico e sobretudo, fundamental para melhoria da qualidade do solo, pois ao aumentar o teor de matéria orgânica do solo (MOS), estará fornecendo as condições necessárias para a manifestação de

propriedades emergentes como a maior resistência à erosão, maior taxa de infiltração e retenção de água no solo, aumentos na capacidade de retenção de cátions, no estoque de nutrientes, na adsorção e complexação de compostos, na ciclagem de elementos químicos, na atividade e diversidade biológica do solo e na resistência a perturbações (Vezzani, 2001; Mielniczuk, 2003).

A integração de lavoura-pecuária pode ser realizada, entre outras formas, com pastagens temporárias, através da utilização do período de entressafra (outono-inverno), ou com pastagens permanentes rotacionadas com lavouras, em ciclos de 2 a 3 anos.

Pastagens de outono-inverno

Uma forma muito utilizada na região Centro-sul do país é o cultivo de espécies forrageiras intercaladas com lavouras de soja, as quais são utilizadas de forma direta pelos animais em pastejo. Nesta situação predomina o cultivo de aveia nas regiões de clima mais frio (outono-inverno) e de milheto ou sorgo nas áreas de clima mais quente (safrinha).

MORAES et al. (2002), destacam a necessidade de adoção de tecnologias mais avançadas para a produção pecuária no sul do Brasil e sugerem que a integração com a lavoura, através da utilização de pastagens anuais de inverno, possa resultar em melhor aproveitamento dos recursos naturais e em ganhos econômicos para os agricultores. Contudo, apontam possíveis problemas de compactação superficial do solo com o uso contínuo deste sistema. De fato, aumentos da densidade do solo foram observados na camada superficial do solo por diversos autores (ALEGRE & LARA, 1991; TREIN et al, 1991; BOENI et al, 1995; SALTON et al, 2001), os quais relacionam a intensidade de tais alterações, ao manejo dos animais e a ocorrência de chuvas prolongadas durante o período de pastejo. A utilização de aveia para pastejo, na entressafra da soja, em PD, não afetou o rendimento de grãos de soja em um ano sem ocorrência de déficit hídrico. Contudo, em ano que houve falta de chuvas, verificou-se maior produtividade de soja quando a aveia foi manejada para manutenção de maior oferta de forragem (CASSOL, 2003).

O maior problema da utilização da aveia para pastejo, está na manutenção, após a retirada dos animais, de adequada quantidade de massa vegetal sobre o solo, de forma que não seja prejudicada a condução do PD. O manejo incorreto da pastagem, com superpastejo, resulta em insuficiente quantidade de material vegetal sobre o solo, favorecendo a ocorrência de erosão e na redução da matéria orgânica do solo. Este processo de degradação do solo foi verificado para as condições do sudoeste do Paraná por ASSMANN et al, 2002, com reduções significativas no teor de matéria orgânica do solo, em sistema integrado com soja em PD. Neste sentido, FLORES (2004) avaliou, diferentes alturas de pastejo de aveia+azevém, em sistema integrado com soja em PD, no planalto do Rio Grande do Sul. Após o final do ciclo de pastejo, em novembro de 2002, a quantidade total de biomassa existente era de 1,85 Mg ha⁻¹; 5,4 Mg ha⁻¹ e 6,05 Mg ha⁻¹, respectivamente para as alturas de 10 cm, 40 cm e sem pastejo. Tais diferenças contudo, não foram determinantes em promover alterações significativas no teor de carbono no solo após a colheita da soja (maio de 2003), até a profundidade de 25 cm. Nesta situação, é importante considerar o tempo necessário para a ocorrência de alterações significativas e o aporte de carbono via dejetos dos animais, que é inversamente proporcional à altura de pastejo. Para a região Centro-Oeste do Brasil, SALTON et al (2001), apontaram algumas sugestões para contornar tais problemas, entre as quais, utilizar as coberturas (aveia, milheto) como forrageira de forma programada e escalonada, proporcionando um intervalo de algumas safras entre novo uso e cultivar espécies de rápido crescimento vegetativo (milheto), logo após o término do pastejo, semeado por ocasião das primeiras chuvas (final de agosto/início de setembro), com objetivo de restabelecer a palhada sobre a superfície do solo.

Este sistema, embora possa proporcionar bom resultado econômico, pode não ser sustentável quando houver excessivo pastejo da forrageira, comprometendo severamente o PD. Com a ausência de cobertura morta na superfície, é provável que o sistema apresente um balanço negativo de carbono, pois o aporte de material orgânico ao solo (parte aérea e raízes das plantas) depende da forma de manejo dos animais. A contribuição de um determinado sistema agropecuário para seqüestrar carbono atmosférico será correspondente ao saldo entre a entrada de C no sistema via fotossíntese e dejetos de animais, e as saídas do sistema via produtos, respiração, oxidação, fermentação, erosão, etc. conforme sintetizado no modelo conceitual apresentado na Figura 1.

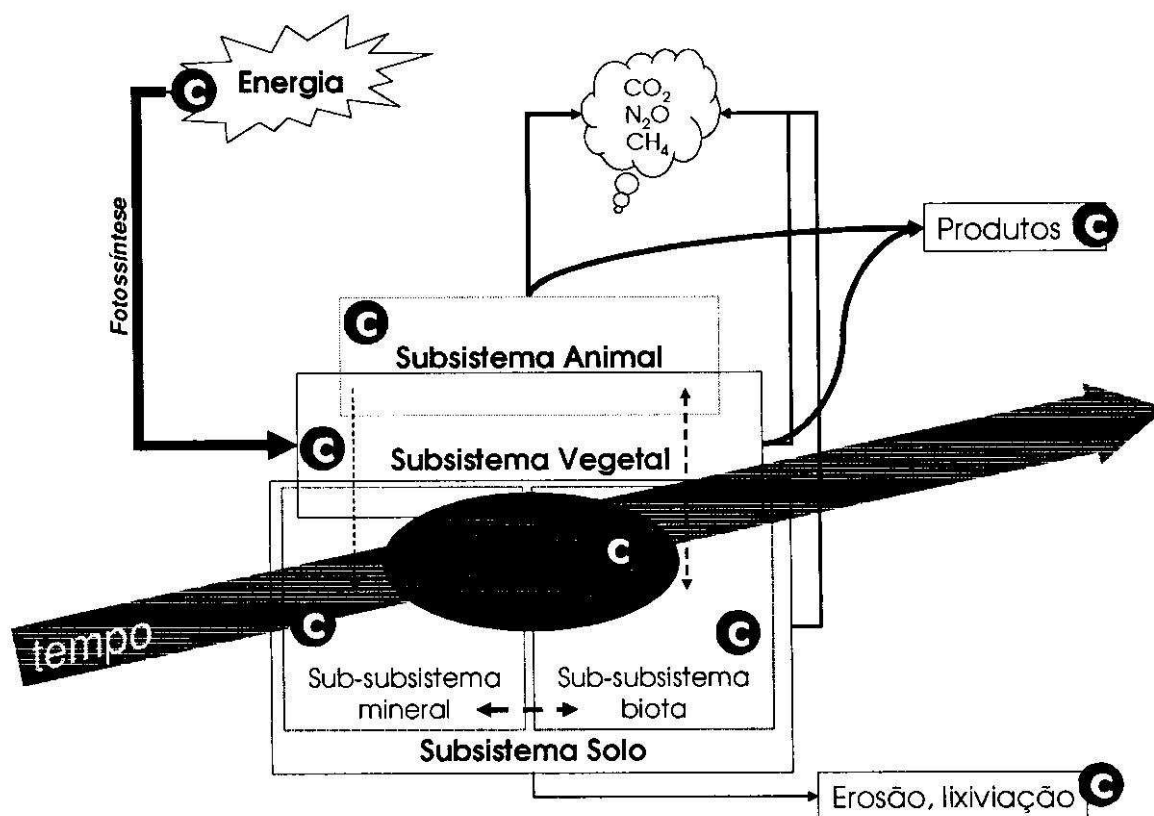


Figura 1 – Modelo conceitual do sistema de produção agropecuário, onde o fluxo de energia é representado pelo fluxo de carbono que inicia com a transformação da energia luminosa através da fotossíntese no subsistema Vegetal. A parte não transformada em produto (grãos, carne) ou perdida para a atmosfera, pode ser armazenada no subsistema Solo como matéria orgânica (MOS), proporcionando a formação de macro-agregados estáveis que resultam na auto-organização do sistema (múltiplas e complexas interações) em níveis de ordem crescentes, oportunizando a manifestação de propriedades emergentes (altamente desejáveis e relacionadas com a produtividade e qualidade dos sistemas). Como os fluxos (entradas e saídas) são dinâmicos ao longo do tempo o nível de organização do sistema obedece à continuidade e intensidade destes fluxos, que sendo positivos proporcionam aporte de energia para sua manutenção em um nível de ordem superior, desta forma com maior sustentabilidade.

Pastagens permanentes em rotação com lavouras

A utilização de sistemas de rotação entre lavouras de grãos e pastagens perenes é prática relativamente comum em algumas regiões como na Austrália, Uruguai e Argentina. No Brasil, a rotação de pastagens com lavouras de arroz irrigado é tradicional, sendo relativamente novo, o cultivo de soja em rotação com pastagem perene. MEDEIROS (1984) relata a importância da pastagem e do PD para o controle da erosão, aumento da quantidade de carbono no solo e melhorias nas propriedades físicas do solo, citando o trabalho de MEDEIROS et al. (1981), realizado no Rio Grande do Sul, no qual foram obtidas boas produtividades de soja, quando cultivada em PD, sobre pastagem de pensacola estabelecida cinco anos antes. Cita a técnica de semeadura direta sobre a pastagem, como promissora e capaz de introduzir grande flexibilidade entre a criação animal e o cultivo de grãos.

Posteriormente, TOMASINI et al. (1987), obtiveram ótimos resultados com a semeadura de soja e trigo diretamente sobre campo bruto melhorado, no Rio Grande do Sul, destacando o acúmulo de matéria orgânica proveniente dos dejetos animais e seu efeito na neutralização do alumínio tóxico. Com a seqüência de cultivos de grãos, verificaram queda nos teores de MOS, o que foi atribuído à ausência de animais em pastejo. No referido trabalho, o melhoramento imposto à pastagem original limitou-se a introdução de espécies forrageiras em plantio direto (aveia, azevém, trevos e cornichão), calagem superficial 10 anos antes e ao manejo dos animais com pastoreio rotativo. As produtividades

de soja obtidas foram de 3,3 e 2,6 Mg ha⁻¹ e de trigo 3,2 a 3,5 Mg ha⁻¹, respectivamente para os anos 1985 e 1986.

A introdução de pastagens pode resultar no aumento do teor de MOS, como verificado por DIAZ-ROSELLO (1992), que avaliou o efeito de sistemas de rotação de pastagens e cultivos de grãos em preparo convencional (PC) por 28 anos no Uruguai e constatou o aumento da MOS em 0,5% pelo efeito das pastagens. Em ambiente tropical, com o uso da rotação de pastagem de braquiária com lavoura de soja, após um ciclo de rotação de dois anos, já ocorre aumento na quantidade de agregados estáveis maior que 2 mm (SALTON et al., 1999), elevação do teor de MOS (FABRÍCIO et al., 1999), além de resultar em maior produção de carne por hectare (MACHADO et al., 1999).

Enquanto as florestas armazenam a maior quantidade de carbono na parte aérea das plantas, as pastagens apresentam a maior parte armazenado abaixo da superfície, no solo e no sistema radicular, sendo a concentração maior na superfície e decrescendo com a profundidade. Existe grande potencial das pastagens para acumular carbono no solo, SHUNKE (2000), em pastagem de *B. decumbens* em Mato Grosso do Sul, demonstrou que a massa seca das raízes alterou-se de 6,8 Mg ha⁻¹ para 7,7 Mg ha⁻¹ e da liteira de 10,9 Mg ha⁻¹ para 12,4 Mg ha⁻¹ com a utilização de adubação com fósforo e potássio. O correto manejo das pastagens, ou a adequação da carga animal à oferta de forragem, é fator decisivo quando se pretende obter adequada produtividade. A capacidade de produção animal é resultado direto da produção vegetal, assim pode-se esperar que o manejo da pastagem possa ser relacionado com a capacidade da pastagem em seqüestrar carbono da atmosfera. Variações observadas nestas relações podem ser atribuídas a diferenças no clima, atributos de solo, posição na paisagem e composição da comunidade de plantas.

As áreas com pastagens na região Centro-Oeste são formadas predominantemente por espécies do gênero *Brachiaria*, principalmente a *B. decumbens* e *B. brizantha*, sendo a última mais exigente em fertilidade do solo, mas com maior potencial de produção de massa verde. SILVA et al. (2004) avaliaram pastagens cultivadas quanto ao armazenamento de carbono em Latossolos argilosos dos Cerrados e verificaram em até 1 m de profundidade, que o acúmulo variou entre 97,1 a 113,0 Mg ha⁻¹. Nesta avaliação as espécies que proporcionaram maior acúmulo foram o *Panicum maximum*, *B. brizantha* e *Paspalum atratum*, concentrando-se nas camadas superficiais, com cerca de 50% até 40 cm de profundidade.

Estima-se que cerca de 60% das áreas com pastagens no Centro-Oeste estejam em elevado grau de degradação, nesta situação o acúmulo de carbono no solo é significativamente prejudicado. LILIENFEIN et al. (2003), ao comparar duas pastagens de *B. decumbens*, em condição "degradada" e "produtiva" verificaram entre outras variáveis, que os teores de carbono no solo (0 a 15 cm) foram de 22 e 27 g kg⁻¹, respectivamente. A integração lavoura-pecuária foi desenvolvida inicialmente para suprir de forragem o rebanho em períodos críticos através de suplementação alimentar e para recuperar as pastagens degradadas com o uso de corretivos e adubos custeados pela agricultura (SALTON et al., 2001). A rotação de pastagens com lavouras, viabilizada pela rapidez e menor custo financeiro do plantio direto da cultura sobre a pastagem, apresenta-se como uma importante alternativa para a produção de massa vegetal sobre o solo, como também através do abundante sistema radicular produzido pelas pastagens. Como esta região possui mais de 45 milhões de hectares com pastagens cultivadas e uma expressiva atividade pecuária, há facilidade de integração da produção animal com a agricultura.

Em experimentos conduzidos em Mato Grosso do Sul, verificaram-se expressivos aumentos no teor de MOS pelo uso de pastagem de braquiária, em rotação com soja, com ciclos de dois anos, alterando de 30 para quase 40 g kg⁻¹ na camada 0 a 5cm, no período de apenas 3 anos (FABRÍCIO & SALTON, 1999). A quantificação dos estoques de carbono no solo, é importante para avaliar a capacidade dos sistemas de produção, em seqüestrar carbono da atmosfera e assim contribuir para a redução do efeito estufa. A Figura 2 apresenta a evolução dos estoques de C na camada superficial de um Latossolo argiloso de Dourados (MS), submetido durante 8 anos a diferentes sistemas de produção, observa-se claramente o efeito da pastagem no aumento do carbono no solo em comparação aos sistemas PD e PC com a ausência da pastagem. Nesta Figura, observam-se ainda as taxas de seqüestro de C, as quais são muito superiores nos sistemas contendo pastagem, e o efeito da rotação braquiária/soja, que possibilita a existência de plantas na fase inicial de crescimento, que apresentam maior taxa de crescimento (e seqüestro) que a mesma pastagem já implantada há vários anos.

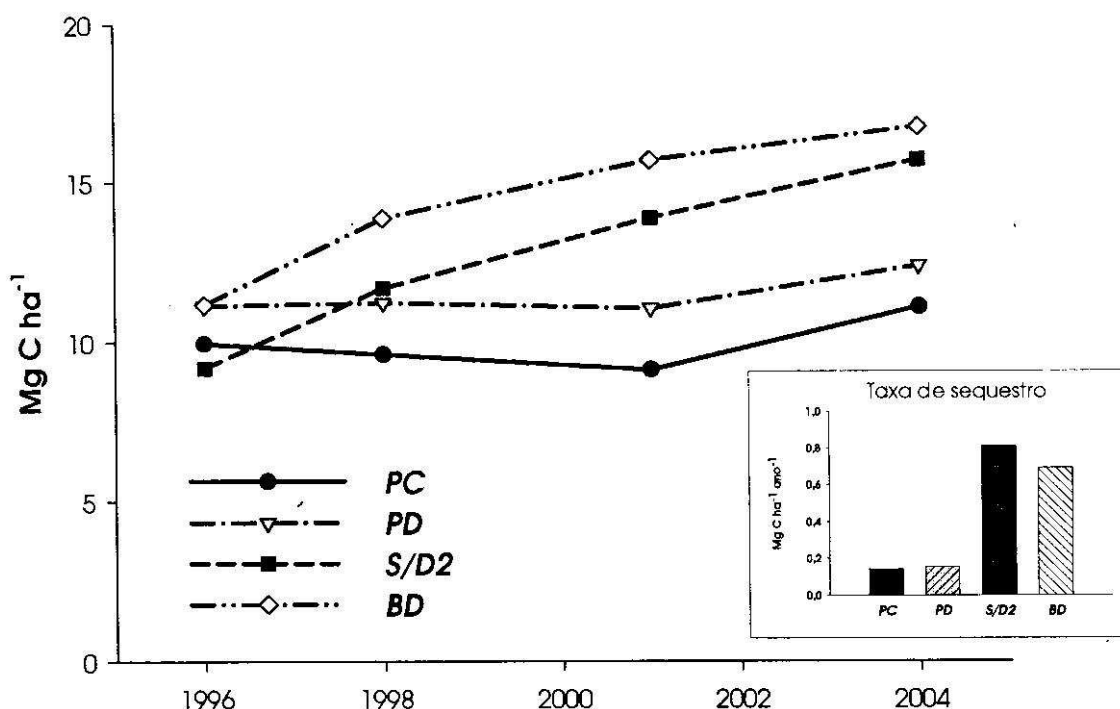


Figura 2 - Evolução do estoque de carbono na camada 0 a 5 cm de um Latossolo Vermelho Distroférico Típico de Dourados, MS submetido a diferentes sistemas de produção agropecuários e as respectivas taxas de seqüestro anual de carbono, tendo como referência os estoques de 1996. (PC: soja/aveia em preparo com grades, PD: soja/aveia em plantio direto, S/D2: rotação soja/pastagem de *B. decumbens* com ciclos de 2 anos, BD: pastagem permanente com *Brachiaria decumbens*).

A taxa anual de seqüestro de carbono pode ser calculada por comparação com o estoque existente no início do experimento, como no caso da Figura 2. Mas, como isto não é possível na maioria das vezes, utiliza-se o estoque existente no mesmo solo sob vegetação natural, ou o sistema tradicionalmente utilizado em cada região. Na Figura 3 está apresentado o estoque de carbono para a camada 0 a 20 cm do solo, onde se verificam diferenças entre os sistemas, sendo o maior estoque observado na vegetação natural (VN), seguidos pela pastagem contínua (BD), rotação pastagem-lavoura (S/D2) e lavoura contínua (PD). Em uma análise geral, fica evidente o efeito das pastagens em aumentar os estoques de carbono, mesmo quando em sistemas de rotação com lavouras. O sistema de lavoura contínua apresenta menor estoque, decorrente do menor aporte de material vegetal ao solo, em comparação com o sistema rotacionado com pastagem. Também estão apresentados as taxas médias de seqüestro de carbono, que foram calculadas tomando-se o PD como referência. A rotação soja/pastagem em ciclos de dois anos, apresentou taxa de 0,43 $\text{Mg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ em comparação a 0,84 e 1,09 $\text{Mg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ respectivamente para o BD e VN, desta forma fica evidente o elevado potencial de sistemas que incluem pastagens em reter carbono no solo.

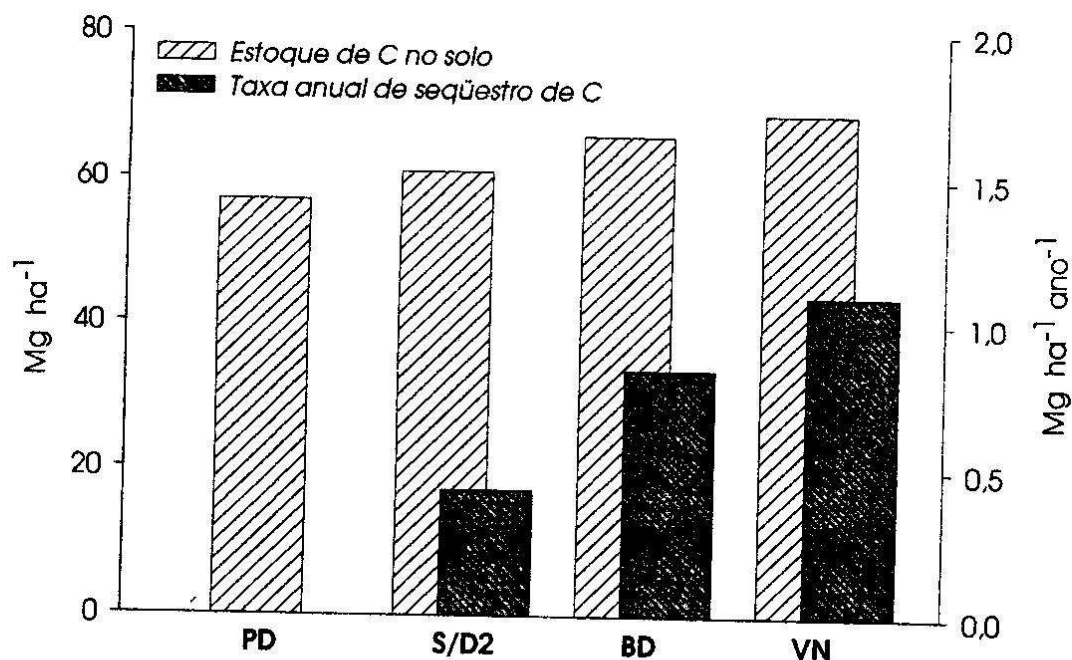


Figura 3 - Estoques de carbono na profundidade 0 a 20 cm de um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de produção conduzidos por 11 anos em Maracaju (MS), e taxas anuais de seqüestro de C, estimadas a partir destes estoques, utilizando-se como referência o sistema de agricultura PD. VN: Vegetação natural, PD: soja/aveia em plantio direto, BD: pastagem permanente com *Brachiaria decumbens*, S/D2: rotação soja/pastagem de *B. decumbens* com ciclos de 2 anos.

Com a utilização de técnicas de fracionamento físico da MOS, é possível classificar e quantificar os estoques de carbono e melhor conhecer sua dinâmica no solo. Geralmente, a fração presente em maior quantidade corresponde a MOS associada aos minerais do solo, que devido sua composição química e formas de proteção, constitui-se na fração mais estável, não lábil e menos dependente das práticas de manejo. Outra fração, correspondente à da MOS particulada, é a parte lábil e mais instável, que embora ocorra em menor quantidade é extremamente afetada pelas práticas de manejo, podendo por esta razão, ser utilizada como indicador da qualidade do solo. A Figura 4 apresenta os estoques das frações, existentes nos sistemas de manejo utilizados em Maracaju (MS), onde se verificam diferenças significativas. O estoque de C na fração de MOS particulada (C-MOP), foi superior na VN, intermediário nos sistemas com pastagens devido ao contínuo aporte de material vegetal senescente e inferior no sistema apenas com lavoura. O PC geralmente se posiciona com menor quantidade de C-MOP, devido a menor produção vegetal e a maior taxa de decomposição pela incorporação dos resíduos. Os estoques de carbono na MOS associada aos minerais do solo (C-MOM) apresentaram diferenças significativas, com valores superiores para o VN, seguido pelos sistemas com pastagens e por fim os sistemas apenas com lavouras de grãos. Com base nestes dados pode-se estimar que o aporte de material orgânico ao solo é fundamental para os estoques de C e que, os sistemas com presença de pastagem resultarão em maiores quantidades em ambas as frações. Pode-se verificar ainda, o efeito do tempo (11 anos) na acumulação de C no solo a capacidade deste solo armazená-lo de forma estável.

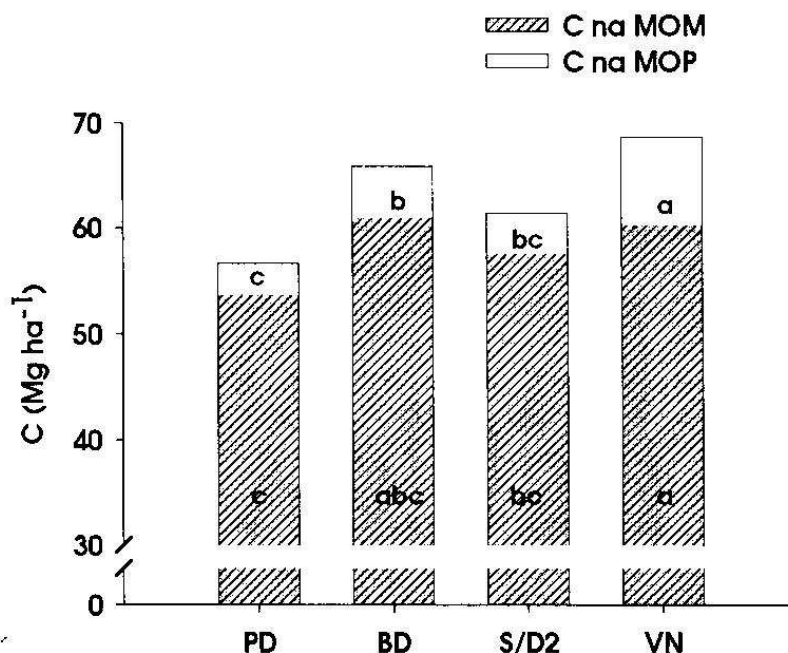


Figura 4 – Estoques de carbono na matéria orgânica particulada (MOP) e na matéria orgânica associada aos minerais do solo (MOM), na profundidade 0 a 20 cm, sob sistemas de produção durante 11 anos de duração em Maracaju, MS. VN: Vegetação natural, PD: soja/aveia em plantio direto, BD: pastagem permanente com *Brachiaria decumbens*, S/D2: rotação soja/pastagem de *B. decumbens* com ciclos de 2 anos, letras diferentes nas colunas indicam diferença significativa para a variável entre tratamentos, por Tukey a 5%.

O processo de formação e manutenção da estrutura do solo é extremamente dinâmico, envolvendo intensas e numerosas relações entre a MOS e os demais constituintes do solo, clima e práticas de manejo. Uma forma de aferir estas relações é através da medida da quantidade da massa do solo que se encontra em agregados de diferentes tamanhos, sendo que a presença de elevada quantidade de macro-agregados (> 2 mm) indica maior nível de organização do sistema, situação em que se manifestam algumas propriedades emergentes, como maior infiltração de água, aeração, resistência à erosão, entre outras. A capacidade dos agregados do solo manterem-se do tamanho original quando submetidos a ações adversas, constitui-se em uma propriedade importante para a manutenção da estrutura do solo e permitir a expressão de sua qualidade. Na Figura 5 observa-se a distribuição percentual das classes de agregados e constata-se que os sistemas com pastagem e o VN apresentaram significativamente maior quantidade de agregados grandes ($> 4,76$ mm) em relação ao PD, ocorrendo o inverso nas classes com tamanho inferior à 1mm. O sistema sem a participação de pastagem apresentou maior porcentagem de agregados pequenos, indicando que a massa de solo que constitui os agregados grandes ($> 4,76$ mm) foi proveniente destas classes. Evidencia-se assim o efeito da pastagem, seja permanente ou em rotação com lavoura, no processo de formação de macro-agregados e a conseqüente proteção da MOS nestes agregados.

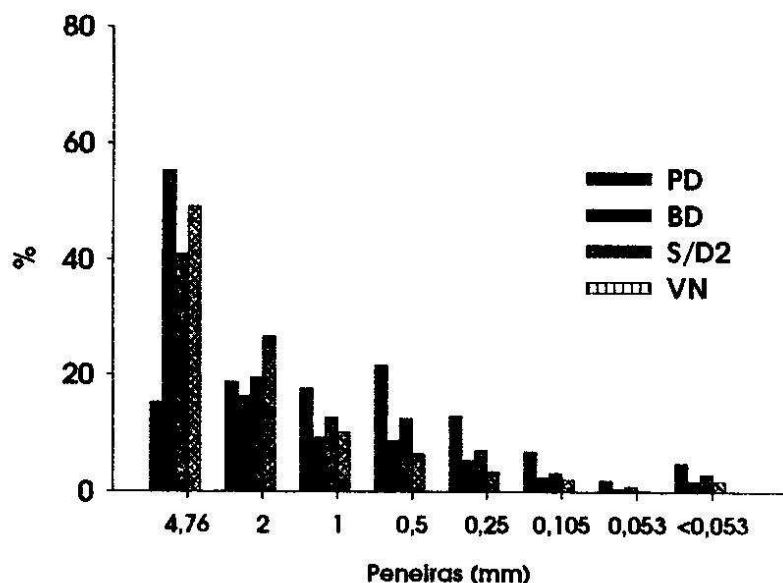


Figura 5 – Distribuição da massa de um Latossolo vermelho distroférico típico, em classes de tamanho de agregados estáveis em água, na profundidade de 0 a 5 cm, sob sistemas de produção durante 11 anos de duração em Maracaju, MS. VN: Vegetação natural, PD: soja/aveia em plantio direto, BD: pastagem permanente com *Brachiaria decumbens*, S/D2: rotação soja/pastagem de *B. decumbens* com ciclos de 2 anos.

A rotação de lavouras e pastagens em PD pode proporcionar significativa contribuição no seqüestro de carbono, pois além das quantidades armazenadas no solo, deve-se considerar o volume não consumido de formas diretas e indiretas, provenientes do melhor uso de insumos industrializados (adubos, fungicidas, etc) e menor consumo de combustível. Também deve ser considerada a ausência de perdas por erosão, maior produtividade dos cultivos (maior eficiência), melhor qualidade de forragem para os animais e conseqüente maior produtividade animal (menor emissão de metano).

No Brasil, com vastas áreas com lavouras e pastagens, a simples adoção de determinadas práticas pode significar grande quantidade de carbono retirada da atmosfera. Utilizando-se os valores apresentados nas Figuras 2 e 3 podemos quantificar o potencial de seqüestro de C. Na hipótese de adoção do sistema de rotação soja-pastagem, em apenas em metade da área cultivada com soja na região Centro-Oeste (~10 milhões de hectares), poder-se-ia atingir cifras de 2,2 Tg de C ano⁻¹ considerando apenas a camada 0 a 20 cm (5.000.000 ha x 0,43 Mg C ha⁻¹ ano⁻¹). Em outra situação possível, pode-se estimar a quantidade adicional de C incorporado ao solo através da melhoria das pastagens, que apresentam taxas de seqüestro em torno de 0,8 Mg de C ha⁻¹ano⁻¹ quando bem manejadas e taxa inferior a 0,4 Mg de C ha⁻¹ano⁻¹ quando em degradação. Se considerarmos a adoção de medidas para melhoria das pastagens (ajuste de carga e adubação) em apenas 1/3 das áreas de pastagem da região Centro-Oeste, atingiríamos a 6,0 Tg de C ano⁻¹ (15.000.000 ha x 0,4 Mg de C ha⁻¹ ano⁻¹).

Práticas como o PD, rotação de culturas, uso de leguminosas, adubação e manejo de pastagens, entre outras, proporcionam efetiva contribuição para um balanço positivo de carbono. O seqüestro de carbono pelos sistemas agrícolas deve ser considerado como um ganho adicional, decorrente da utilização de tecnologias adequadas cuja principal finalidade é a de produzir de forma sustentável.

Referências bibliográficas

- ALEGRE, J. C.; LARA, P. D. Efecto de los animales em pastoreo sobre las propiedades físicas de suelos de lá región tropical húmeda de Perú. *Pasturas Tropicales*, Cali, v.13, n.1, p. 18-23, 1991.
ASSMANN, T.S.; CASSOL, L.C.; ASSMANN, A.L. Manejo da fertilidade do solo (ciclagem de nutrientes) em sistemas de integração lavoura-pecuária. In: Encontro de Integração Lavoura-

- Pecuária no sul do Brasil, 2002, Pato Branco. **Anais...** Pato Branco, PR: CEFET-PR, 2002. p.61-84.
- BOENI, M.; BASSANI, H.J.; REINERT, D.J.; SCAPILI, C.; RESTLE, J. Efeito do pisoteio animal durante o pastejo de inverno sobre algumas propriedades físicas do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa. **Resumos expandidos...** Viçosa: UFRV, 1995. v.1, p.160-161.
- CASSOL, L.C. **Relação solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície.** 2003. 157 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- DIAZ-ROSELLÓ, R. Evolución de la materia orgánica en rotaciones de cultivos con pasturas (Organic matter evolution in crops and pastures rotations). *Revista INIA-Uruguay Inv. Agr.* 1, Tomo I, p. 103-110, 1992.
- FLORES, J.P.C. **Atributos de solo e rendimento de soja em um sistema de integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo em plantio direto com aplicação de calcário na superfície.** 2004. 74f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- GARCIA-PRÉCHAC, F.; ERNST, O.; G. SIRI-PRIETO, G.; TERRA, J. A. Integrating no-till into crop-pasture rotations in Uruguay. **Soil & Tillage Research.** Vol.77, p 1-13, 2004.
- HAYNES, R.J.; BEARE, M.H. Aggregation and organic matter storage in Meso-thermal, Humid soils. In: CARTER, M.R.; STEWART, B.A. Structure and organic matter storage in agricultural soil. 472 p, 1996.
- MEDEIROS, R.B. Efeito das pastagens nas rotações agrícolas. In: Simpósio de manejo do solo e plantio direto no sul do Brasil, 1 e Simpósio de Conservação de Solo do Planalto, 3, **Anais**, Passo Fundo, Universidade de Passo Fundo, 1984.
- MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F.; FERNANDES, F. F.; DEBARBA, L. Manejo do solo e culturas e sua relação com o seqüestro de carbono e nitrogênio pelo solo. In: **Tópicos em Ciência do Solo**, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Vol III, p. 209-248, 2003.
- MORAES, A.; PELISSARI, A.; ALVES, S.J.; CARVALHO, P.C.F.; CASSOL, L.C. Integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. In: Encontro de Integração Lavoura-Pecuária no sul do Brasil, 2002, Pato Branco. **Anais...** Pato Branco, PR: CEFET-PR, 2002. p.3-42.
- SALTON, J.C.; FABRÍCIO, A.C.; IERNANI, L.C. Rotação lavoura pastagem no sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n 208, p.92-99, 2001.
- SALTON, J.C.; FABRÍCIO, A.C.; URCHET, M.A.; OLIVEIRA, H.; BROCH, D.L.; FREITAS, P.L.; MUSSURY, R.M.; RICHETTI, A.; MELO Fº, G.; MACHADO, L.A.Z. Impacto ambiental de sistemas intensivos de produção de grãos e de carne bovina na região oeste do Brasil. In: DIAZ ROSSELLO, R. **Siembra directa en el cono sur.** Montevideo, Prociur, p 43-53. 2001.
- TOMASINI, R.G.A.; VELLOSO, J.A.R.O.; AMANTINO, J.K.; AMBROSI, I. Campo bruto melhorado: grãos, solo e vida. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, Documentos, 6/87, 22p. 1987.
- TREIN, C. R.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Métodos de preparo do solo na cultura do milho e ressemeadura do trevo na rotação aveia+trevo/milho, após pastejo intensivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, n.1, p. 105-111, jan./abr.1991.
- VEZZANI, F. M. **Qualidade do sistema solo na produção agrícola.** PPG-Ciência do Solo, Porto Alegre, UFRGS. Tese de Doutorado, 2001.