

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/331165173>

[Edição 118] O carbono como moeda de troca oportunidades para remuneração dos agricultores pelos serviços ambientais do plantio direto

Article · February 2010

CITATIONS

0

READS

35

2 authors:



[Rodrigo Da Silveira Nicoloso](#)

Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA)

88 PUBLICATIONS 972 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Telmo Jorge Carneiro Amado](#)

Universidade Federal de Santa Maria

258 PUBLICATIONS 3,716 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



soil carbon [View project](#)



Soil electrical conductivity as a tool for delimitation of management zones in precision agriculture [View project](#)

O carbono como moeda de troca: oportunidades para remuneração dos agricultores pelos serviços ambientais do plantio direto

Telmo J. C. Amado¹ & Rodrigo S. Nicoloso²

A agricultura é ao mesmo tempo fonte e dreno de gases de efeito estufa da atmosfera. A predominância de um destes processos está relacionada, principalmente, às práticas de manejo de solo e culturas adotadas pelos agricultores. Enquanto fonte, a agricultura futuramente poderá estar sujeita, assim como o setor industrial, a limitações de emissões de gases de efeito estufa estabelecidas por acordos internacionais ou legislação nacional. Situação semelhante ao atualmente estabelecido por lei para as áreas de preservação permanente (APP). Por outro lado, enquanto dreno, quando o carbono é armazenado na forma de matéria orgânica do solo em áreas de agricultura, pastagens e culturas perenes, ou na forma de madeira na silvicultura, estes setores poderão ser beneficiados por estas mesmas regulações ambientais e remunerados pelos serviços ambientais prestados (Amado et al., 2008).

Na última década, a agricultura tem experimentado uma fase de transição, na qual se reforça seu caráter de múltiplos propósitos ao invés de um único objetivo específico. Assim, além de produzir alimentos e fibras em quantidade e qualidade compatível com a demanda de consumo, sendo acessível mesmo aquelas camadas da população com menor poder aquisitivo, a agricultura contemporânea tem papel de destaque como fonte de energia renovável, na manutenção da qualidade de recursos naturais e ainda como opção de mitigação de gases de efeito estufa (Rice & Reed, 2007). Neste contexto, é previsível e desejável que os serviços ambientais prestados pelos

agricultores passem a ser remunerados pela sociedade nos próximos anos. Para tanto, a agricultura necessitará de adaptações no processo produtivo, cujos custos não podem recair exclusivamente sobre os já sobrecarregados ombros dos agricultores nacionais. Os serviços ambientais beneficiam a sociedade como um todo e, portanto, os custos envolvidos na adaptação do setor produtivo devem ser compartilhados, possibilitando aos agricultores incentivos para o desenvolvimento de uma agricultura com bases sustentáveis e de menor impacto ambiental. Neste enfoque ambiental-ecológico a obtenção de elevados rendimentos ou o retorno econômico não devem ser os únicos critérios de avaliação do desempenho da atividade agrícola, haverá a necessidade de uma abordagem holística do sistema produtivo. Portanto, fazer-se-á necessário a avaliação dos impactos ambientais verificados em todas as etapas da produção.

A crescente concentração de gases de efeito estufa na atmosfera e suas consequências na elevação da temperatura média do planeta e nas mudanças climáticas é um dos principais desafios da sociedade contemporânea. Em junho de 2006, 189 nações incluindo os Estados Unidos referendaram a Convenção de Mudanças Climáticas das Nações Unidas (UNFCCC), a qual tem como principal objetivo estabilizar a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera, de maneira a reduzir os impactos negativos da atividade humana sobre o clima (Houghton, 2007). Neste contexto, o detalhamento do ciclo global do carbono passa a ser crítico

¹Engenheiro agrônomo, Doutor, Bolsista CNPq, Depto. Solos, UFSM, Santa Maria, RS
E-mail: tamado@smail.ufsm.br

²Engenheiro agrônomo, Doutor, Bolsista CAPES/PNPD, Depto. Solos, UFSM, Santa Maria, RS

tico para entender como as emissões antrópicas de gás carbônico (CO₂) se traduzem em incrementos nas concentrações da atmosfera, do ecossistema terrestre e dos oceanos. A atmosfera é o principal destino das emissões recebendo cerca de 46% do CO₂ emitido, enquanto que os ecossistemas terrestres e os oceanos absorvem, respectivamente, 29% e 26%. Com isto, a concentração média global de CO₂ na atmosfera aumentou de 315,98 ppm em 1959 para 390,09 ppm em agosto de 2010 (www.co2now.org, 2010).

Atualmente, todos os países empenham-se em quantificar suas principais fontes de emissão de CO₂ para a atmosfera. Estima-se que a agricultura mundial produza 5, 47 e 84% das emissões antropogênicas de CO₂, metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) (Rice, 2006). No Brasil, a participação do setor agrícola é muito maior, devido ao menor nível de industrialização, matriz energética mais limpa e elevada taxa de desmatamento e expansão da fronteira agrícola, alcançando 75, 91 e 94% das emissões totais de CO₂, CH₄ e N₂O (Cerri & Cerri, 2007). Recentemente, Cerri (2010) revisou as emissões de CO₂ do setor agrícola para 51,9% do total das emissões brasileiras. No entanto, entre as estimativas para o setor agrícola brasileiro estão incluídas as emissões oriundas do desmatamento, queimadas e mudança do uso da terra que são grandes fontes de CO₂. Exemplificando, na agricultura americana, onde o desmatamento não é um componente importante, a emissão de gases de efeito estufa corresponde por 6 % das emissões (Greenhouse gas working group, 2010). Por outro lado, como dreno a agricultura americana pode potencialmente contribuir para mitigar 15% das emissões, porém atualmente contribui com modestos 4% (Johnson et al., 2009). Bayer (2007) estimou que a agricultura pode contribuir com a mitigação de 20 a 30% das emissões brasileiras. O elevado potencial da agricultura brasileira está associado à grande extensão territorial, a possibilidade de fazer fotossíntese (processo primário de incorporação de carbono no ecossistema terrestre) durante todo o ano na maior parte do território nacional e a possibilidade de incluir culturas de cobertura e pastagens na rotação de culturas de

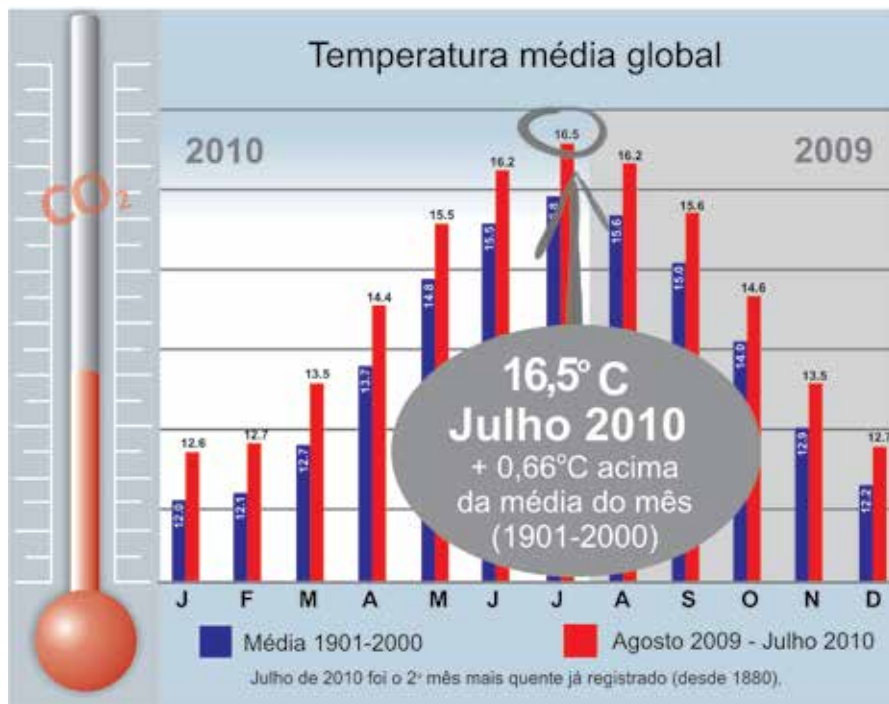


Figura 1. Incremento da temperatura do planeta nos últimos doze meses.
Fonte: www.CO2now.org

grãos. Além disto, o Brasil possui uma grande área de pastagens degradadas que podem potencialmente ser utilizadas para o sequestro de C no solo, desde que recuperadas e reincorporadas ao processo produtivo.

Para que o potencial pleno de captura e mitigação de gases de efeito estufa seja alcançado na agricultura existe a necessidade de estímulos políticos e econômicos a adoção de práticas com menor impacto ambiental. Analisando as estimativas brasileiras de emissões de gases de efeito estufa relacionadas à agricultura conclui-se que existe necessidade de frear o desmatamento, estimular a adoção de sistemas conservacionistas como o plantio direto, rotação de culturas e o uso de plantas de cobertura de solo, reduzir as perdas de N₂O, através da maior eficiência da fertilização nitrogenada, e ainda diminuir as emissões de CH₄, associadas à drenagem de pantanos, bovinocultura e a cultura do arroz irrigado.

Os resultados de emissão de gases de efeito estufa são expressos em CO₂e (CO₂ equivalente), pois existe a necessidade de considerar, além do CO₂, um balanço completo dos três principais gases de efeito estufa (CO₂,

N₂O e CH₄), cujo efeito integrado resulta no potencial de aquecimento global (PAG). A forçante radiativa (capacidade de reter calor na atmosfera) destes três gases é consideravelmente diferente, sendo que para cada tonelada de CH₄ emitida há uma correspondência de emissão de 23 t CO₂e, enquanto cada tonelada de N₂O equivale a 296 t CO₂e. Existe uma estreita relação entre o aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera e o incremento da temperatura média da terra. Para exemplificar isto, o mês de julho de 2010 foi o segundo mês mais quente desde 1880 (www.co2now.org) conforme apresentado na Figura 1.

O influxo de carbono nos ecossistemas terrestres (sequestro de carbono) pode ser alcançado por práticas que aumentem o aporte de carbono, através da fotossíntese, e diminuam as perdas associadas à decomposição da matéria orgânica do solo (MOS) e de N₂O e CH₄. Durante o ciclo das culturas, as plantas absorvem CO₂ da atmosfera e incorporam no seu tecido vegetal, através do processo da fotossíntese. Parte deste carbono é liberado novamente para a atmosfera, através da respiração do agroecossistema (de-



Figura 2. Formação de agregados no entorno das raízes, um importante mecanismo de estabilização do carbono em solos.



Figura 3. Camada de palha (resíduos vegetais) protegendo os agregados superficiais sob sistema plantio direto contínuo. Fortaleza dos Valos (RS), 2008. Foto: Telmo Amado.

composição da palhada e raízes senescentes e da MOS, respiração de raízes vivas, etc.), mas parte é armazenada nas plantas, resíduos vegetais, fauna e MOS. Portanto, no sistema solo-planta-atmosfera o carbono está constantemente sendo ciclado (Amado et al., 2008). O princípio do sequestro de carbono no ecossistema terrestre consiste em aumentar a permanência deste elemento em outros compartimentos que não a atmosfera (MOS na agricultura e pastagens e MOS e madeira para bens duráveis na silvicultura). Uma linha de pesquisa interessante é aquela que aborda os mecanismos de estabilização do carbono no solo. Entre estes mecanismos, a maioria dos pesquisadores considera a proteção física do carbono oriundo dos resíduos vegetais no interior dos agregados do solo como a principal forma de estabilização em solos agrícolas. O carbono ocluído no interior dos agregados é de difícil acesso aos microrganismos e suas enzimas e por isto tem um maior tempo de residência no solo. Desta forma, a formação e a preservação dos agregados é um processo chave no sequestro de carbono. Quanto a formação de agregados, os agricultores ao utilizarem pastagens e culturas de cobertura, que possuam sistema radicular bem desenvolvido, estimulam a sua formação no entorno das raízes

(Figura 2). Destaca-se ainda a necessidade de contínuo aporte de resíduos culturais, que estimula a atividade biológica resultando em bioprodutos como a glomalina, que serve como agente cimentante destas importantes estruturas. Além do sequestro de carbono, os agregados são importantes na aeração, infiltração de água, controle da erosão e por isto são considerados indicadores da qualidade do solo (Vezzani et al., 2001).

Tão importante quanto a formação é a preservação dos agregados, que pode ser obtida pela mínima mobilização do solo, que minimiza a ruptura física dos agregados pelos implementos agrícolas, e pela manutenção de uma camada de palha de pelo menos 5 cm de espessura. Desta forma, os impactos das gotas de chuva não atuarão diretamente sobre estes agregados. Além do que, as condições de temperatura e umidade serão favoráveis a preservação dos agregados, com reflexos positivos na física e biologia do solo.

Recentes avanços no entendimento do impacto da ruptura física dos agregados na emissão de CO_2 tem sido obtidos com a utilização de câmaras para medição direta de fluxo deste gás. Graças a um acordo multi-institucional entre a Fundacep (CCGL), setor de manejo e conservação do solo

e laboratório de micrometeorologia da UFSM, com o apoio do CNPq, foi possível instalar equipamentos, como câmaras de solo e torre de covariância dos vórtices em um experimento com histórico de 25 anos de condução sob plantio direto (Figura 4).

O objetivo central deste projeto é gerar o “footprint” do carbono no sistema plantio direto no planalto do Rio Grande do Sul. Será possível fazer um inventário de balanço de carbono para cada cultura utilizada no sistema plantio direto. Além disto, o projeto tem por objetivo identificar as principais fontes de emissão de CO_2 na agricultura. Um dos resultados recentes é apresentado na Figura 5. Nesta Figura, observa-se que o fluxo de CO_2 foi sempre maior no preparo convencional do que no plantio direto. Os picos de fluxo de CO_2 , sob preparo convencional, foram observados após a aração e gradagem, com um pico secundário no momento da semeadura. Já no plantio direto os fluxos foram menores e observados quando do uso do rolo-faca e na semeadura. Além da menor perda de C no plantio direto, este sistema apresenta maior influxo de CO_2 devido a maior produção de fitomassa pelas plantas de cobertura de solo e culturas de grãos que também apresentam maior produtividade sob plantio direto do que sob preparo



Figura 4. Câmara de solo (a direita) e torre micrometeorológica (a esquerda) com os pesquisadores Jackson Fiorin (direita) e Telmo Amado (esquerda). Cruz Alta (RS), 2010. Foto: Rodrigo Nicoloso.

convencional, e ainda, pela maior taxa de conversão do C aportado em MOS (Campos, 2006).

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios de potencial de sequestro de carbono por práticas agrícolas, no entanto, destaca-se que os valores podem variar consideravelmente em função do clima e tipo de solo. Entre estas, destaca-se o potencial do plantio direto em mitigar a emissão de gases de efeito estufa, por diminuir o con-

sumo de óleo diesel em valores entre 60 a 70%, e aumentar o estoque de carbono no solo, dependendo da rotação de culturas utilizada, em relação ao preparo convencional.

Um aspecto importante é reduzir as perdas de nitrogênio por N_2O na agricultura. Este gás tem um efeito de aquecimento global 310 vezes maior do que o do CO_2 . As perdas de N_2O se intensificam em situações em que elevadas doses de fertilização nitrogenada

mineral são aplicadas, aumentando a concentração de nitrogênio mineral no solo com ocorrência de elevada umidade do solo. Neste caso, as bactérias na ausência de oxigênio utilizam o nitrogênio resultante da nitrificação como aceptor de elétrons, este processo pode causar a perda do nutriente para a atmosfera. Estima-se que em torno de 1% da quantidade aplicada como fertilizante mineral possa ser perdida por este processo. A percentagem

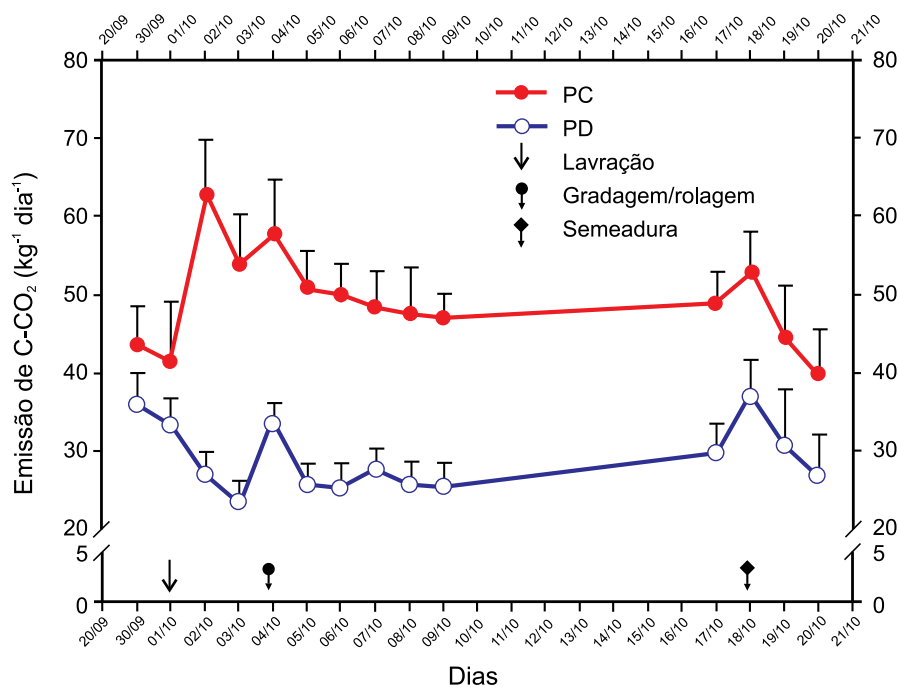


Figura 5. Fluxo de CO_2 em sistemas de preparo do solo durante o período de 21 dias. Fonte: Pes, 2009.

Tabela 1. Potencial de práticas de manejo em promover o sequestro de carbono atmosférico.

Práticas de Manejo	Mg C ha ⁻¹ ano ⁻¹	Mg CO ₂ ha ⁻¹ ano ⁻¹
Plantio Direto	0,30 - 0,70	1,1 - 2,6
Eliminação do pousio	0,10 - 0,35	0,4 - 1,3
Uso de culturas de cobertura	0,10 - 0,35	0,4 - 1,3
Manejo de pastagens	0,03 - 0,07	0,1 - 0,3

Fonte: Rice & Reed (2007).

pode parecer baixa, mas em muitas situações pode comprometer uma boa proporção do sequestro de C sob plantio direto. Assim, estratégias que incrementem a eficiência de uso do nitrogênio são muito importantes para reduzir as emissões. Entre elas, destacam-se o parcelamento da fertilização nitrogenada, o correto diagnóstico procurando ajustar a demanda da cultura com a oferta do nutriente, utilização da taxa variada como na agricultura de precisão e a utilização de leguminosas como culturas de cobertura (Greenhouse gas working group, 2010).

Urquiaga et al. (2010) apresentaram um importante trabalho sobre estratégias de sequestro de carbono em solos agrícolas, destacando que em solos tropicais o déficit de nitrogênio é um fator a ser considerado. Assim, a utilização de leguminosas como culturas de cobertura que melhoram o

balanço de nitrogênio, através da fixação biológica, é um dos pré-requisitos para obtenção de elevadas taxas de sequestro de carbono. O consórcio de espécies também representa uma oportunidade de incrementar e diversificar o aporte de resíduos vegetais ao solo. No Sul do Brasil, os consórcios de aveia preta + ervilhaca, aveia preta + ervilhaca + nabo forrageiro ou centeio + ervilhaca tem sido uma alternativa de aporte concomitante de carbono e nitrogênio ao solo.

O uso de pastagens tem se verificado outra excelente oportunidade para o acúmulo de C no solo, sendo comparável ou muitas vezes superior aos sistemas exclusivamente agrícolas. No Brasil Central, a utilização de brachiaria e milho tem proporcionado elevado aporte de matéria seca, além de sistema radicular profundo. D'Andréa et al. (2004) verificaram que

o solo sob pastagem cultivada de *Brachiaria decubens* apresentava estoque de C na camada 0-0,40 m de profundidade do solo 14% maior do que o solo sob vegetação nativa do cerrado, estoque superior inclusive às áreas agrícolas sob PD avaliadas que também apresentavam estoques similares ou até 12% maior do que sob vegetação nativa. Em outro estudo comparando sistemas de manejo do solo e culturas no Cerrado, Corazza et al (1999) verificaram que a taxa de seqüestro de C de áreas agrícolas após 15 anos sob PD foi de 1,43 Mg C ha⁻¹ ano⁻¹ na camada de 0-1,0 m de profundidade do solo, enquanto que sob PC houve perda de C com taxa de -0,32 Mg C ha⁻¹ ano⁻¹ na mesma camada. No mesmo trabalho, verificou-se que o uso de pastagem de braquiária apresentou taxa de acúmulo de C no solo de 0,92 Mg C ha⁻¹ ano⁻¹ após o 18º ano de



Figura 6. Presidente Ivo Mello visita a propriedade do Sr Merle Holle, agricultor do Kansas, que comercializa créditos de carbono obtidos com o sistema plantio direto. Foto: Telmo Amado.

seu estabelecimento. No entanto é importante ressaltar que a qualidade da pastagem tem papel preponderante na dinâmica do C no solo. Boddey et al. (2001) observaram que o estoque de C na camada 0-1,0 m de um solo do Sul da Bahia sob pastagem degradada foi cerca de 32% inferior ao estoque de C de um solo sob pastagem de *Brachiaria humidicola* bem manejada e também 27% menor do que uma área de mata secundária adjacente. Neste sentido, a recuperação da extensa área de pastagens degradadas existente no Brasil Central (mais de 100 milhões de ha) pode ser também interessante no que diz respeito à mitigação do efeito estufa, pelo acúmulo de C no solo sob as pastagens, mas também pela reincorporação destas áreas ao processo produtivo e a redução da pressão de desmatamento nas fronteiras agrícolas. Pelo exposto constata-se que a agricultura tem um conjunto de opções para contribuir com o controle dos gases de efeito estufa, ao mesmo tempo em que mantém sua principal atividade fim, qualificando-se assim como uma importante opção para o mercado de carbono. As adaptações no sistema de produção para atender os serviços ambientais podem ser custeadas pelo desenvolvimento de um mercado de créditos de carbono.

O crédito de carbono pode ser definido como uma tonelada de carbono permanente ou temporariamente armazenada no solo ou na vegetação (captura), ou ainda emissões de gases de efeito estufa que foram evitadas (mitigação), expressas em CO₂e, induzidas pelo aprimoramento de práticas de manejo agrícola. Os mercados de carbono podem ser classificados como: obrigatório (regulatório) e voluntário. O primeiro estabelece um valor pré-determinado de reduções de emissões a serem alcançadas, enquanto o segundo depende da adoção de produtores espontaneamente a um programa de sequestro de carbono, portanto não tem um valor pré-definido de redução. Quando existe uma meta de redução, os preços praticados pela tonelada de carbono sequestrado são geralmente superiores ao praticado pelo mercado voluntário (Ribera & McCarl, 2009).

O preço da tonelada de carbono no mercado americano tem flutuado bastante, variando em 2009 de U\$ 2

a 10 por ha (Johnson et al, 2009). Em um cenário de baixo preço do carbono, como o atualmente praticado, a agricultura destaca-se em relação ao reflorestamento. Com um preço do carbono entre U\$ 13 a 15 existe um equilíbrio entre as duas opções e o reflorestamento passa a ser economicamente favorável em relação ao solo agrícola somente no cenário de preço mais elevado (U\$ 30 a 34/ t de CO₂e).

Atualmente, o principal mercado de créditos de carbono em solos agrícolas incluindo o sistema plantio direto é o da Chicago Climate Exchange (CCX), que foi iniciado em 2003. A quantidade de créditos de carbono comercializados em 2008 foi de aproximadamente de 100 milhões de toneladas de CO₂e (Ribera & McCarl, 2009). A CCX estabeleceu diretrizes gerais para os interessados em participar deste mercado com destaque que a quantidade mínima a ser comercializada deva ser de 10.000 toneladas de CO₂e. Esta quantidade pode requer uma área aproximada de 12.500 ha de plantio direto, tornando-se uma opção praticamente inviável para um agricultor individual (Ribera & McCarl, 2009). Uma alternativa prática para atingir esta quantidade de toneladas de carbono sequestrado envolve um agregador, o qual reúne um conjunto de produtores interessados em comercializar créditos, de modo que o total atinja a quantidade mínima requerida.

Os contratos de carbono são por cinco anos. Neste contrato, o agricultor concorda em utilizar o sistema plantio direto continuamente por cinco anos, deixar pelo menos 2/3 dos

resíduos culturais na superfície do solo, e a soja e o algodão não podem ser plantados mais do que 2 anos no período de cinco anos, salvo que sejam rotação com culturas de cobertura (Ribera & McCarl, 2009). Os contratos podem ser renovados sempre por termo de cinco anos, porém se não cumpridos os agricultores estão sujeitos a penalidades. A remuneração é anual e a comercialização dos créditos depende da flutuação do preço no mercado.

Além do mercado americano, existem outros mercados de carbono como o europeu (EU ETS – European Union Greenhouse Gas Emission Trading Scheme), Canadá, Austrália e Nova Zelândia. Cada mercado possui suas características próprias não havendo ainda uma padronização internacional. O mercado de carbono da Nova Zelândia, por exemplo, contempla principalmente o manejo de pastagens, enquanto o americano, canadense e australiano contempla o sistema plantio direto na produção de grãos.

Recentemente o ministério da agricultura brasileira lançou o programa agricultura de baixo carbono (ABC) visando enfrentar o duplo desafio de estimular o crescimento da agricultura ao mesmo tempo que mantém ou reduz as emissões de gases de efeito estufa (Rossi, 2010). Portanto, o governo brasileiro estruturou um programa cujo objetivo principal é implementar alternativas de baixa emissão de carbono, visando alcançar a meta de mitigação das emissões de gases de efeito estufa assumida de forma voluntária na conferência das partes (COP 9), reu-



G P S

OUTRACK
GUIDANCE

Agricultura de Precisão
Pulverização / Mapeamento
Distribuição de Fertilizantes e Calcário
Levantamento de Áreas

All COMP
Equipamentos de Precisão

Fone: (51) 2102.7100
www.allcompgps.com.br
comercial@allcompgps.com.br
Av. Pernambuco, 1207, Porto Alegre/RS

nião sobre biodiversidade promovida pelas Nações Unidas em 2010.

No programa ABC do governo brasileiro destacam-se o estímulo a adoção do sistema plantio direto na palha, a substituição de fertilizantes nitrogenados minerais pela fixação biológica e a recuperação de áreas degradadas. Pela adoção do sistema plantio direto em 8 milhões de ha, passando da atual área de 25 milhões de ha para 32 milhões prevê-se uma redução de 16 a 20 milhões de toneladas de carbono até 2020. Pelo estímulo a fixação biológica de nitrogênio na produção de grãos, com ênfase a soja, prevê-se uma redução de pelo menos 16 milhões de toneladas de carbono. Finalmente, a recuperação de 15 milhões de hectares de áreas com pastagens degradadas contribuiria com uma redução de 101 milhões de toneladas de carbono equivalente (Rossi, 2010).

A eficiência do sistema plantio direto, segundo o ministério da agricultura, está associado a redução de 90% nas perdas de solo, redução de 60 a 70% no uso de combustíveis fósseis e incremento de 1% no teor de matéria orgânica na camada superficial do solo, no horizonte de dez anos. Com isto, estima-se a retirada de 130 milhões de toneladas de carbono atmosférico. Para estimular a adoção de práticas de manejo que sustentem a agricultura de baixo carbono, o plano agrícola e pecuário 2010-2011 estará disponibilizando de forma pioneira 2 bilhões de reais para o financiamento com limite de 1 milhão de reais por projeto (Plano.. 2010). O programa financia a ampliação de sistemas de integração de agricultura com pecuária ou de integração lavoura-pecuária-floresta, correção, adubação e implantação de práticas conservacionistas de solos, implantação e manutenção de florestas comerciais, recomposição de áreas de preservação ou de reservas florestais e outras práticas que envolvam uma produção sustentável e orientada para baixa emissão de gases de efeito estufa (Plano... 2010).

Este plano é um importante estímulo aos agricultores que utilizam o sistema plantio direto e juntamente com o desenvolvimento de um mercado de sequestro de carbono podem representar novas perspectivas para a esperada remuneração dos agricultores pelos serviços ambientais.

Referências

- AMADO, T.J.C.; RICE, C.W.; FABRIZZI, K. & NICOLOSO, R.S. O solo agrícola e o mercado internacional de carbono. p. 625-636. In: Fundamentos da matéria orgânica ecossistemas tropicais & subtropicais. Porto Alegre, 2008.
- BAYER, C. Desafios no manejo da material orgânica do solo e seqüestro de C na agricultura conservacionista. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, XXXI. Gramado, 2007. Disponível em www.ufrgs.br/cbcs.
- BODDEY, R.M.; ALVES, B.J.R.; OLIVEIRA, O.C. & URQUIAGA, S. Potencial para acumulação e seqüestro de carbono em pastagens de Brachiaria. In: LIMA, M.A.; CABRAL, O.M.R. & MUGUEZ, J.D.G. (Org.). Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2001, p.213-229.
- CAMPOS, B. C. Dinâmica do carbono em Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo de solo e de culturas. Santa Maria, 2006. 190f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2006.
- CERRI, C. C. ; CERRI, C. E. P. Agricultura e aquecimento global. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, p. 40-44, 2007.
- CERRI, C.C. Entendo o efeito estufa: o ciclo do carbono relacionado à atividade agrícola. In: Dinâmica do carbono na agricultura e as implicações ambientais (Painel). 120 Encontro Nacional de Plantio Direto na Palha. Foz do Iguaçu, 23 a 25 Junho de 2010. FBPD, 2010.
- CORAZZA, E.J.; SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S. & GOMES, A.C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado. R. Bras. Ci. Solo, 23:425-432, 1999.
- D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURI, N. & GUILHERME, L.R.G. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. Pesq. Agropec. Bras., 39:179-186, 2004.
- Earth's CO2 Home Page. Disponível em <<http://www.co2now.org>>. Acessado em 15/05/2010.
- GREENHOUSE GAS WORKING GROUP, 2010. Agriculture's role in greenhouse gas emissions & capture. Greenhouse Gas Working Group Rep. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI. (Disponível em <https://www.agronomy.org/files/science-policy/ghg-report-august-2010.pdf>).
- HOUGHTON, R.A. Balancing the Global Carbon Budget. Annu. Rev. Earth Planet. Sci. 35:313-347, 2007.
- JOHNSON, R.; RAMSEUR, J.L. & GORTE, R.W. Estimates of carbon mitigation potential from agricultural and forestry activities. CRS Report for Congress. June, 19, 2009. 22p.
- JOHNSON, R. Climate change: the role of the U.S. agriculture sector and congressional action. CRS Report for Congress, July, 31, 2009. 36p.
- KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o sistema santa fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (eds.) Integração lavoura-pecuária. Santo Antônio de Goiás; Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.407-459.
- PES, L. Z. Fluxo de gases de efeito estufa em sistemas de preparo do solo e rotação de culturas. Dissertação de mestrado, PPGEA, UFSM. 2009
- RIBERA, L.A. & MCCARL, B.A. Carbon Markets: A Potential Source of Income for Farmers and Ranchers. AgriLife Extension. Texas A&M System, 2009. 8p.
- RICE, C. Introduction to special section on greenhouse gases and carbon sequestration in agriculture and forestry. J. Environ. Qual. 35:1338-1340, 2006.
- RICE, C. & REED, D. Soil carbon sequestration and greenhouse gas mitigation: a role for American agriculture. Kansas State University (KSU). March 2007. Agronomy Department, 35p.
- ROSSI, W. Os desafios da agricultura brasileira. Como manter a produtividade no campo e o respeito ao meio ambiente. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento, 2010. 5p.
- URQUIAGA, S.; ALVES, B.J.R.; JANTALIA, C.P.; BODDEY, R.M. Variações nos estoques de carbono e emissões de gases de efeito estufa em solos das regiões tropicais e subtropicais do Brasil: uma análise crítica. Informações agrônomicas 130:12-21, 2010.
- VEZZANI, F. M. & MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 33:743-755, 2009.