



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Contribuições dos Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) para uma Agricultura de Baixa Emissão de Carbono

Luiz Carlos Balbino¹; Luiz Adriano Maia Cordeiro²; Gladys Beatriz Martínez³

¹Embrapa Cerrados, Caixa Postal 08223, CEP: 73310-970, Planaltina, DF, E-mail: luizcarlos.balbino@cpac.embrapa.br;

²Embrapa Sede, CEP: 70770-901, Brasília, DF, E-mail: luiz.cordeiro@embrapa.br,

³Embrapa Amazônia Oriental, CEP 66095-100, Belém, PA, gladys@cpatu.embrapa.br

Artigo recebido em 25/10/2011 e aceito em 20/11/2011

RESUMO

A crescente concentração atmosférica de Gases de Efeito Estufa (GEE) é tida como a principal responsável pelo aquecimento global, o que pode levar a mudanças no clima. Esta nova realidade climática pode afetar negativamente a agricultura e outras atividades econômicas. Durante a COP-15, em Copenhague, Dinamarca, o governo brasileiro assumiu um compromisso voluntário de redução das emissões de GEE projetadas para 2020, entre 36,1% e 38,9%, estimando assim uma redução da ordem de 1 bilhão de Mg de CO₂ eq. A Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF), bem como outras tecnologias sustentáveis, podem ser adotadas para contribuir para mitigar emissões de GEE da agropecuária, e ao mesmo tempo promoverem a retenção de carbono na biomassa e no solo.

Palavras - chave: mitigação, retenção de carbono, gases do efeito estufa.

Contributions of the Crop-Livestock-Forest Integration Systems (iLPF) for a low Carbon Emission Agriculture

ABSTRACT

The increasingly greenhouse gases (GHG) concentration in the atmosphere is pointed as the main cause of the Global Warming and it can lead to climate change. This new climate scenario can adversely affect agriculture and other economic activities. In the last COP-15, in Copenhagen, Denmark, the Brazilian government committed to reducing GHG intensity by 36.1% and 38.9% by the year 2020. It is estimated that about 1 billion Mg CO₂ equivalent will be sequestered from the atmosphere. The Crop-Livestock-Forest Integration, as well others sustainable technologies, can be adopted to contribute to mitigate GHG emissions from agriculture, while promoting the retention of carbon in biomass and soil.

Keywords: mitigation, greenhouse gases, retention of carbon.

1. Introdução

O aumento da concentração atmosférica de alguns Gases de Efeito Estufa (GEE), principalmente o gás carbônico (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), comprovadamente os principais responsáveis pelo aquecimento global, tem levado vários países a se preocuparem com as

consequências desse fenômeno.

Segundo vários autores, o aquecimento da atmosfera está ocorrendo de forma não-natural e por interferência humana, o que pode levar a mudanças no clima. Nas últimas décadas, tem sido observado aumento na frequência e intensidade de secas, inundações, furacões, ciclones, derretimento de geleiras, aumento do nível do mar, dentre outras. Esta

* E-mail para correspondência: luizcarlos.balbino@cpac.embrapa.br (Balbino, L. C.).

nova realidade climática pode afetar negativamente a agricultura e outras atividades econômicas (Pachauri e Reisinger, 2007; Marengo, 2007; Assad *et al.*, 2008).

Muitas soluções têm sido apresentadas para atenuar os efeitos deste problema. No caso específico da agricultura, a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF), dentre outras tecnologias sustentáveis, podem ser adotadas para mitigar emissões de GEE, e em contrapartida promoverem a retenção de carbono na biomassa e no solo.

O objetivo deste trabalho é de apresentar o conceito, histórico, benefício e contribuições da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) para a Agricultura de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura, em função dos compromissos assumidos pelo Brasil para mitigação da emissão dos GEE e da adaptação às mudanças climáticas.

2. Desenvolvimento

2.1 Integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF)

2.1.1 Conceito de iLPF

A iLPF é uma estratégia de produção sustentável, que integra atividades agrícolas, pecuárias e florestais, realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado, e busca efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema, contemplando a adequação ambiental, a valorização do homem e a viabilidade econômica (Balbino *et al.*, 2011). A iLPF envolve sistemas produtivos diversificados,

de origem vegetal e animal, realizados para otimizar os ciclos biológicos das plantas e dos animais, bem como dos insumos e seus respectivos resíduos.

A iLPF pode contribuir para a recuperação de áreas degradadas, manutenção e reconstituição da cobertura florestal, promoção e geração de emprego e renda, adoção de boas práticas agropecuárias (BPA), melhoria das condições sociais, adequação da unidade produtiva à legislação ambiental e valorização de serviços ambientais oferecidos pelos agroecossistemas, tais como: (i) conservação dos recursos hídricos e edáficos; (ii) abrigo para os agentes polinizadores e de controle natural de insetos-pragas e doenças; (iii) fixação de carbono; (iv) redução da emissão de GEE; (v) reciclagem de nutrientes; e (vi) biorremediação do solo.

Assim, a iLPF tem como principal objetivo a mudança do sistema de uso da terra, fundamentando-se na integração dos componentes do sistema produtivo, visando atingir patamares cada vez mais elevados de qualidade do produto, qualidade ambiental e competitividade. Portanto apresenta-se como uma estratégia para maximizar efeitos desejáveis no ambiente, aliando o aumento da produtividade com a conservação de recursos naturais no processo de intensificação de uso das áreas já desmatadas no Brasil.

2.1.2 Histórico e Benefícios da iLPF

Segundo Kichel e Miranda (2001), as principais vantagens do uso da Integração

Lavoura Pecuária (iLP) são: recuperação mais eficiente da fertilidade do solo; facilidade da aplicação de práticas de conservação do solo; recuperação de pastagens com custos mais baixos; facilidade na renovação das pastagens; melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo; controle de pragas, doenças e plantas daninhas; aproveitamento do adubo residual; maior eficiência na utilização de máquinas, equipamentos e mão-de-obra; diversificação do sistema produtivo; e, aumento da produtividade do negócio agropecuário, tornando-o sustentável em termos econômicos e agroecológicos.

O aumento de produtividade dos componentes lavoura e animal em sistemas de iLP é resultante da interação de vários fatores e, muitas vezes, de difícil separação. Além da melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, a quebra de ciclos bióticos (pragas, doenças) contribui para aumentar a produtividade do sistema. A redução do uso de agroquímicos em razão da quebra dos ciclos de pragas, doenças e plantas daninhas é outro benefício potencial ao meio ambiente dos sistemas mistos, como a iLP (Vilela *et al.*, 2008).

A inclusão do componente “florestal” aos subsistemas lavoura e pastagens representa um avanço inovador da iLP, surgindo o conceito de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF). Desta forma, podem-se classificar quatro modalidades de sistemas distintos de “integração”: (i)

Integração Lavoura-Pecuária ou Agropastoril: sistema de produção que integra o componente agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão; na mesma área e em um mesmo ano agrícola ou por múltiplos anos; (ii) Integração Pecuária-Floresta ou Silvipastoril: sistema de produção que integra o componente pecuário e florestal, em consórcio; (iii) Integração Lavoura-Floresta ou Silviagrícola: Sistema de produção que integram o componente florestal e agrícola, pela consorciação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas (anuais ou perenes) e (iv) Integração Lavoura-Pecuária-Floresta ou Agrossilvipastoril: sistema de produção que integra os componentes agrícola, pecuário e florestal em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área. O componente “lavoura” restringe-se ou não a fase inicial de implantação do componente florestal.

A adoção de sistemas de iLPF pode trazer melhorias significativas na sustentabilidade socioeconômica e ambiental das propriedades. Além de efeitos positivos sobre a renda do produtor rural somam-se benefícios mais amplos à sociedade, pelo aumento da oferta de alimentos, fibras e energia e favorecimento para a consolidação de um ambiente macroeconômico mais estável, ou pela menor pressão exercida sobre os recursos físicos da propriedade. Permitindo o aumento dessa oferta sem promover novos desmatamentos, enquanto áreas agrícolas em degradação ou degradadas, de baixa produtividade seriam recuperadas por

atividades “mais eficientes”, como lavouras, produtos madeireiros e não madeireiros ou pecuárias produtivas.

O conjunto de práticas de iLPF é um poderoso mecanismo de desenvolvimento para regiões que possuem áreas e solos em degradação. Possibilita a recuperação sustentável do potencial produtivo desses locais e incrementos de eficiência em regiões com tecnologia mais avançada, ao potencializar o efeito de manejos, como Sistema Plantio Direto (SPD) e a rotação de culturas. A iLPF propicia grandes vantagens para ambas as realidades, desestimulando o desmatamento de áreas e valorizando a produção por meio das boas práticas agropecuárias e certificação.

Os sistemas de iLPF devem ser adequadamente planejados, levando-se em conta os diferentes aspectos socioeconômicos e ambientais das unidades de produção. Eles podem ser adotados por qualquer produtor rural (pecuarista e/ou agricultor), independente do tamanho do estabelecimento agropecuário. Evidentemente, a forma e a intensidade da adoção do conjunto de tecnologias que compõem a iLPF dependerão, entre outros fatores, dos objetivos e da infraestrutura disponível de cada produtor. O pecuarista, por exemplo, pode utilizar o consórcio ou a rotação de culturas graníferas com forrageiras, para a implantação de pastagens ou para sua recuperação, no caso de estarem degradadas. Pode também implantar o sistema silvipastoril, visando a exploração

de produtos madeireiros e não-madeireiros, além dos produtos da pecuária. Por outro lado, o agricultor pode utilizar o consórcio ou a rotação de culturas graníferas com forrageiras, para produzir cobertura morta de boa qualidade e em grande quantidade para o SPD da safra seguinte. Por fim, aquele produtor que deseja exercer as atividades integradas pode utilizar a iLPF para implantar um sistema agrícola sustentável, utilizando os princípios da rotação de culturas e do consórcio entre graníferas, forrageiras e espécies arbóreas, de forma a produzir, na mesma propriedade, grãos, carne ou leite e produtos madeireiros e não-madeireiros ao longo de todo ano.

A adoção da iLPF pode ser facilitada pela adequada distribuição espacial das árvores no terreno, visando práticas de conservação do solo e água, favorecimento do trânsito de máquinas e, a observância de aspectos comportamentais dos animais. Para tanto, o arranjo espacial mais simples e eficaz é o de “aléias”, onde as árvores são plantadas em faixas (linhas simples ou múltiplas) com espaçamentos amplos. Os produtores que desejem privilegiar a produção de madeira podem utilizar aléias mais estreitas ou maior número de linhas em cada faixa (mais árvores/ha); enquanto que os que preferem a atividade agrícola e/ou pecuária utilizam espaçamentos maiores, ou seja, aléias mais largas (menos linhas em cada faixa) (Sharrow, 1998; Porfírio-da-Silva, 2006; Porfírio-da-Silva, 2007; Porfírio-da-Silva *et al.*, 2008).

A combinação entre atividades de agricultura, pecuária e silvicultura confere grande versatilidade ao sistema produtivo, ao permitir que componentes sociais, econômicos e ambientais sejam considerados para a adequação do modelo ideal de integração à realidade da região. No Brasil existem vários sistemas de iLPF que são modulados de acordo com o perfil e os objetivos da propriedade rural. Além disso, essas diferenças nos sistemas se devem às peculiaridades regionais do bioma e da fazenda, como: condições de clima e de solo, infraestrutura, experiência do produtor e tecnologia disponível.

Dada as características dos diversos sistemas iLPF, é primordial a formação e implementação de uma rede de informações técnico-científicas, como principal elemento catalisador e propulsor do processo de inovação. Alguns condicionantes e algumas estratégias são especialmente impactantes à transferência de conhecimentos e tecnologias nos projetos de iLPF a serem desenvolvidos, como é o caso da implementação das Unidades de Referência Tecnológica (URTs).

As URTs devem ser utilizadas como importantes ferramentas para a implementação de um amplo programa de treinamento, diferenciado e contínuo, a formação de agentes multiplicadores e a estruturação de uma rede de instituições, profissionais e conhecimentos com capilaridade suficiente para disseminar os conceitos inerentes à iLPF, transferir os

sistemas e as tecnologias necessários e adequados a cada ecorregião e promover a inovação e a sustentabilidade agrícola.

2.2. Sistemas de iLPF na Caatinga

O sistema de iLPF mais utilizado e de maior aplicabilidade na região do Bioma Caatinga é o agrossilvipastoril. É indicado como resposta às pressões por produção de alimentos para a população humana e para os rebanhos. Esse sistema integra a exploração de espécies lenhosas perenes, associadas às culturas e as pastagens.

Esta tecnologia objetiva garantir a estabilidade e a diversidade da produção, elevar a produtividade, melhorar a fertilidade do solo e aumentar a oferta de forragem de boa qualidade. O uso de espécies arbóreas garante a circulação de nutrientes e o aporte significativo de matéria orgânica do solo, condições essenciais para cultivar, de maneira continuada, os solos tropicais, bem como conforto animal dado pela presença de sombra nas pastagens.

Também vem sendo adotado o sistema silvipastoril, em duas modalidades: introdução de animais em lavouras de espécies arbóreas comerciais permanentes; ou, introdução ou manutenção do componente arbóreo (nativo ou exótico) em pastagens cultivadas, adaptadas ao Semiárido.

A adoção de pastagens cultivadas adaptadas ao Semiárido (capim-buffel e braquiárias) tem aumentado ao longo dos anos. Entretanto, a maioria dos pecuaristas

adota o regime extrativista; as áreas de pastagens, na sua grande maioria, não tiveram o devido manejo, nem correção e manutenção da fertilidade do solo. Atualmente, grande percentual dessas áreas apresenta-se degradada.

Para a capacitação do produtor do bioma caatinga, foram implementadas 16 URTs das 198 já implantadas em todo o território nacional, que contam com a participação de produtores e servem de observatórios e vitrines do sistema. Com isso, a expectativa é que num futuro próximo a iLPF esteja presente em um número cada vez maior de propriedades rurais, viabilizando assim o aumento da produção aliado à conservação dos recursos naturais, chave para o desenvolvimento de uma economia sustentável no século XXI.

2.3. Emissões de GEE pela Agropecuária Brasileira

A agricultura e a pecuária são atividades econômicas de grande importância no Brasil. Porém, as atividades agropecuárias geram emissões de GEE por diversos processos, como pela fermentação entérica nos ruminantes (CH₄), pelos dejetos de animais (CH₄ e N₂O), cultivo de arroz inundado (CH₄), queima de resíduos agrícolas (CH₄ e N₂O), emissão de N₂O em solos pelo uso de fertilizantes nitrogenados (, 2010). Juntas, a agricultura e a pecuária, respondem por um quarto das emissões nacionais brutas. A expansão constante da área necessária para a

agricultura e pastagem exigiu a conversão de florestas nativas, fazendo da mudança do uso da terra a principal fonte de emissões de GEE no Brasil (Gouvello, 2010).

No ano de 2005, as emissões antrópicas líquidas de GEE foram estimadas em 1,879 bilhão de Mg CO₂ eq e 2,192 bilhões de Mg CO₂ eq, convertidas por meio das métricas GTP (*Global Temperature Potential*) e GWP (*Global Warming Potential*) (BRASIL, 2010). Já a projeção das emissões nacionais de GEE para o ano de 2020 é de 3,236 bilhão de Mg CO₂ eq, sendo 730 milhões de Mg CO₂ eq do setor agropecuário (Brasil, 2010).

2.4. Contribuições dos Sistemas de iLPF para uma Agricultura de Baixa Emissão de Carbono

Durante a 15^a Conferência das Partes (COP-15), realizada pela UNFCCC, em Copenhague, o governo brasileiro divulgou um compromisso voluntário de redução das emissões de GEE projetadas para 2020, entre 36,1% e 38,9%, estimando assim uma redução entre 1,168 bilhão de Mg CO₂ eq e 1,259 bilhão de Mg CO₂ eq. Para tanto, está implantando ações, como a redução do desmatamento na Amazônia e no Cerrado, ampliação da eficiência energética e adoção de práticas sustentáveis na agricultura. No caso específico da agricultura, os compromissos referem-se ampliação da adoção das tecnologias de: Recuperação de Pastagens Degradadas (em 15 milhões ha);

iLPF (em 4 milhões ha); SPD (em 8 milhões ha); Fixação Biológica de Nitrogênio (em 5,5 milhões ha); Florestas Plantadas (em 3,0 milhões ha); e, tratamento de 4,4 milhões m³ dejetos de animais.

Esses compromissos foram ratificados no artigo nº 12 da Lei que institui a Política Nacional sobre Mudanças do Clima (Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009). Consta nesta legislação, que o Poder Executivo estabelecerá Planos Setoriais de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas visando à Consolidação de uma Economia de Baixo Consumo de Carbono em vários setores da economia, como a agricultura (Brasil, 2009). Em 09 de dezembro de 2010, foi publicado o Decreto nº 7390 que regulamenta os artigos sexto, 11 e 12 da Lei nº 12.187. Para efeito desta regulamentação, no caso específico do da agricultura ficou estabelecido que fosse constituído o “Plano para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura” (Brasil, 2010).

As principais estratégias para redução da emissão dos GEE consistem em redução da queima de combustíveis fósseis, minimização de desmatamento e queimadas, manejo adequado do solo e, por fim, estratégias de maximização do sequestro de carbono (C) no solo. No contexto das duas últimas estratégias, o manejo do solo, com uso de práticas conservacionistas, é indiscutível para sua otimização (Carvalho *et al.*, 2008).

Segundo Carvalho *et al.* (2010), a iLP

vem exibindo considerável potencial de acúmulo de C no solo. Os autores citam trabalho de estudos realizados na região do Cerrado têm demonstrado incremento nos estoques de C do solo em sistemas de iLP sob SPD, quando comparados aos de áreas sob SPD sem a presença de forrageira na rotação ou sucessão de cultivos. O potencial de sequestro de C do SPD no Brasil já havia sido comprovado por Bayer *et al.* (2006), que relataram uma taxa média estimada para a região tropical do Cerrado em 0,35 Mg ha⁻¹ ano⁻¹, semelhante ao 0,34 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ reportados para solos de regiões temperadas, mas menor do que o 0,48 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ estimados para os solos do sul do Brasil subtropical.

A elevação dos níveis de MOS e a melhoria da qualidade física do solo com a introdução das pastagens em áreas agrícolas com níveis adequados de fertilidade, demonstra que a iLP tem potencial para reduzir o impacto ambiental das atividades produtivas reduzindo as emissões de GEE, dando maior estabilidade à produção das culturas anuais e melhorando o aproveitamento da água e nutrientes (Franchini *et al.*, 2010a).

Alguns resultados de pesquisa com iLPF são citados por Vilela *et al.* (2008), como por exemplo, a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológica dos solos, e a importância de sistemas mais diversificados para repor e manter a MOS e sua estrutura. Além disso, pastagens bem

manejadas, de modo geral, têm potencial para aumentar o teor de carbono do solo, atenuando os efeitos das emissões de GEE. Citam ainda que a substituição de florestas nativas ou de lavoura por pastagem aumentou o teor de carbono do solo de 8% a 19%.

Salton (2005), avaliando as taxas de acúmulo de C em diferentes sistemas de uso e manejo da terra no Cerrado, observou que os maiores estoques de C estão relacionados com a presença de forrageiras, resultando na seguinte ordem decrescente de estoques de C no solo: pastagem permanente > iLP sob SPD > lavoura em SPD > lavoura em cultivo convencional. Esse autor observou que as taxas de acúmulo de C no solo nas áreas de iLP sob SPD, em relação a lavouras sob SPD, foram de 0,60 e 0,43 Mg ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente para estudos na região de Dourados e Maracaju, MS.

Resultados preliminares de Carvalho *et al.* (2009) na região do Cerrado indicam que a taxa de acúmulo de C na conversão do sistema de SPD para iLP sob SPD pode ser muito maior, variando de 0,8 a 2,8 Mg ha⁻¹ ano⁻¹. De acordo com os resultados de trabalho realizado na região de transição entre Cerrados e floresta tropical amazônica por Franchini *et al.* (2010b), a utilização de sistemas de iLP que contemplem o emprego de pastagens perenes em áreas agrícolas, associada ao SPD, tem potencial para mitigar o impacto ambiental das atividades agropecuárias, por meio do sequestro de até 29,8 Mg ha⁻¹ de CO₂ nos dois primeiros anos

de adoção dos sistemas. A maior do CO₂ sequestrado é proveniente do carbono acumulado nas raízes das forrageiras tropicais que podem produzir em torno de 10 Mg ha⁻¹ de biomassa seca.

Tsukamoto Filho (2003) observou que a quantidade de C fixado pelo eucalipto no sistema agrossilvipastoril (iLPF) variou de 3,80 a 80,67 Mg ha⁻¹ de C (do 1º ao 11º ano), devendo ser ressaltado que na idade de rotação técnica (em torno de 5 anos) de volume de madeira o total fixado foi de 52,82 Mg ha⁻¹ de C e na idade de rotação econômica (época de venda de madeira) de 59,25 Mg ha⁻¹ de C. Em termos de CO₂, os números foram de 193,33 Mg ha⁻¹ sequestradas na rotação técnica e de 216,84 Mg ha⁻¹ na rotação econômica. Portanto, o sistema iLPF foi considerado o mais indicado para projetos de fixação de C, pois na idade de 5 anos o eucalipto nesse sistema fixou maior quantidade de C que nos espaçamentos tradicionais. As culturas agrícolas e a pastagem provocaram a antecipação da rotação técnica de C no sistema iLPF. Esse sistema fixou mais C que o eucalipto em monocultivo, plantado nos espaçamentos 3 x 2 m e 3 x 3 m, que os monocultivos de arroz e soja e que a pastagem a céu aberto.

Alguns estudos preliminares apontam para uma vantagem adicional da iLPF, no que se refere ao efeito interativo entre o grande potencial de sequestro de C e, conseqüentemente, a capacidade deste sistema em neutralizar as emissões de GEE

(principalmente, o metano) oriundo da fermentação entérica de bovinos. Desta forma, a atividade pecuária conduzida em sistemas de iLPF estariam tendo saldo de emissões nulo ou até negativo. Os impactos na melhoria no manejo alimentar de sistemas de produção de gado de corte, na fase de cria em regime de pastagens, foram estudados por Barioni *et al.*, (2007). Simulações considerando crescimento linear, por duas décadas, dos coeficientes técnicos da pecuária brasileira, em resposta a elevação da taxa de nascimento de 55% para 68%, redução na idade de abate de 36 meses para 28 meses e redução na taxa de mortalidade de 7% para 4,5%. Nesse novo cenário seria possível manter praticamente estáveis as emissões de metano ao mesmo tempo em que a produção de carne seria aumentada em mais de 25%.

Os sistemas de iLPF poderão corroborar para menor pressão e regularização de oferta de produtos madeiráveis ao mesmo tempo em que promove a adequação ambiental da pecuária nacional ao constituir sistemas de produção capazes de neutralizar a emissão de metano pelo rebanho de ruminantes. O potencial de mitigação de GEE em sistemas intensivos com árvores de rápido crescimento (>2,2 cm de diâmetro ao ano) no Brasil é de, aproximadamente, 5,0 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de C_{eq} (média para 11 anos) fixado na madeira (tronco) das árvores, conforme dados de Tsukamoto Filho (2003). Isto equivale a neutralização por ano da emissão de 13 bois adultos (450 kg de Peso Vivo – PV). Os

sistemas iLPF que contemplam os componentes madeireiro e pecuário, além da produção de madeiras e de ser uma tecnologia para mitigar emissões de GEE, atende a necessidade de bem-estar animal ao proporcionar proteção contra estresse térmico, promove a biodiversidade em sistemas produtivos e, incrementa o uso eficiente da terra com agregação de valor e renda para as áreas de pastagens (Leite *et al.*, 2010).

Ademais, para mitigar a emissão dos gases do efeito estufa, segundo Feigl *et al.* (2001), seria imprescindível melhorar o manejo das pastagens já implantadas. Convergente com essa afirmação tem-se que se a recuperação das pastagens, por meio da adubação direta ou da integração lavoura-pecuária, for feita consoante com boas práticas de manejo, tal ação poderia desempenhar papel fundamental na melhoria da eficiência dos processos relacionados com a mitigação da emissão desses gases.

Soares *et al.* (2007) obtiveram um saldo energético em cada ciclo completo de iLP de 130,48 GJ, e uma eficiência energética, ou balanço energético global, calculada em 4,77:1. Ao considerar o produto animal oriundo da atividade integrada temos um acréscimo energético de mais 3,9 GJ total, por hectare. Destaca-se positivamente que o sistema avaliado é sustentável do ponto de vista essencialmente energético. Isto demonstra a eficiência do componente vegetal na captação de energia solar e na utilização dos recursos naturais disponíveis. Também se

pode considerar que a tecnologia associada ao sistema iLP, para este caso, foi otimizada para máxima produção eficiente. Assim, sem muito dispêndio de recursos e energia na criação animal, se pode aproveitar o poder residual dos insumos e, se o sistema é bem compreendido e manejado, promover melhorias gerais na qualidade do solo garantindo a sustentabilidade e mantendo as produtividades.

3. Conclusão

O Brasil reconhece a questão em torno da mudança climática como preocupante e que requer um esforço global urgente. Porém, o combate ao aquecimento global deve ser compatível com o crescimento econômico sustentável e com o combate a pobreza.

Neste sentido, foi assumido compromisso voluntário, no âmbito internacional, de redução das próprias emissões de GEE, envolvendo alguns setores da economia nacional. Dentre estes, a agricultura tem um protagonismo especial, pois, existem processos tecnológicos sustentáveis, como a iLPF, que promovem a mitigação às mudanças climáticas por meio da redução das emissões de GEE, sequestro e estoque de carbono no solo e em biomassa.

Se, parte da enorme superfície territorial do país hoje utilizada somente com pastagens, for convertida em iLPF, poderá ser fundamental para melhorar a imagem do agronegócio brasileiro, ao tempo em que favorecerá a produção animal, a produção de

produtos florestais e agrícolas, bem como a mitigação das emissões de GEE.

Desta forma, a agricultura brasileira, líder no ambiente tropical, dá um exemplo para o mundo e promove uma nova revolução em direção à sustentabilidade.

4. Referências

Assad, E. D.; Pinto, H. S.; Zullo Junior, J.; Marin, F. R.; Pellegrino, G. Q.; Evangelista, S. R. M.; Otavian, A. F.; Ávila, A. M.; Evangelista, B. A.; Macedo Júnior, C.; Coltri, P. P.; Coral, G (2008). Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil. Brasília, DF: Embaixada Britânica; Campinas: Embrapa: Unicamp, 84 p.

Balbino, L. C.; Barcellos, A. O.; Stone, L. F. (Ed.). Marco referencial em integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011.

Barioni, L. G.; Lima, M. A. de; Zen, S. De; Guimarães Júnior, R.; Ferreira, A. C. (2007). A baseline projection of methane emissions by the Brazilian beef sector: preliminary results. In: Greenhouse Gases and Animal Agriculture Conference, 3., 2007, Christchurch, New Zealand. Proceedings... Christchurch: Greenhouse in Agriculture.

Bayer, C.; Martin Neto, L.; Mielniczuk, J.; Pavinato, A.; Dieckow, J. (2006). Carbon sequestration in two Brazilian Cerrado soils under no-till. *Soil & Tillage Research, Amsterdam*, v. 86, p. 237–245.

Brasil. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009 (Lei Ordinária). Institui a política nacional sobre mudança do clima e dá outras providências. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, 29 dez. 2009. Seção extra, p. 109.

Brasil. Decreto nº 7.390, de 09 de dezembro de 2010. Regulamenta os arts. 6º, 11 e 12 da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, e dá outras providências. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, 09 dez. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7390.htm>. Acesso em: 15 ago. 2011.

Brasil (2010). Ministério da Ciência e Tecnologia. Segunda comunicação nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Brasília, DF, 280 p.

Carvalho, J. L. N.; Avanzi, J. C.; Cerri, C. E. P.; Cerri, C. C. (2008). Adequação dos sistemas de produção rumo à sustentabilidade ambiental. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. (Ed.). Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 671-692.

Carvalho, J. L. N.; Cerri, C. E. P.; Feigl, B. J.; Picollo, M. C.; Godinho, V. P.; Cerri, C. C.

(2009). Carbon sequestration in agricultural soils in the Cerrado region of the Brazilian Amazon. *Soil & Tillage Research, Amsterdam*, v. 103, p. 342-349.

Carvalho, J. L. N.; Avanzi, J. C.; Silva, M. L. N.; Mello, C. R.; Cerri, C. E. P. (2010). Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 34, p. 277-289.

Feigl, B. O.; Bernoux, M.; Cerri, C. C.; Piccolo, M. C. (2001). O efeito da sucessão floresta/pastagem sobre o estoque de carbono e o fluxo de gases em solos da Amazônia. In: Lima, M. A.; Rodrigues, O. M.; Miguez, J. D.G. (Ed.) Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p. 257-271.

Franchini, J. C.; Debiasi, H.; Wruck, F. J.; Skorupa, L. A.; Wink, N. N.; Guisolphi, I. J.; Caumo, A. L.; Hatori, T. Integração Lavoura-Pecuária: alternativa para diversificação e redução do impacto ambiental do sistema produtivo no Vale do Rio Xingu. Londrina: Embrapa Soja, 2010a. 20 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica 77).

Franchini, J. C.; Debiasi, H.; Wruck, F. J.; Skorupa, L. A.; Guisolphi, I. J.; Caumo, A. L. Contribuição da Integração Lavoura-Pecuária para a agricultura de baixo carbono em Mato Grosso. In: Reunião Brasileira De Fertilidade Do Solo E Nutrição De Plantas, 29.; Reunião Brasileira Sobre Micorrizas, 13.; Simpósio

- Brasileiro De Microbiologia Do Solo, 11.;
Reunião Brasileira De Biologia Do Solo, 8.,
2010, Guarapari. Resumos... Guarapari:
SBCS, 2010b. p. 1-4.
- Gouvello, C. (2010). Estudo de baixo carbono
para o Brasil. Brasília, DF: Banco Mundial,
278 p.
- Kichel, A. N.; Miranda, C. H. B. (2001).
Sistema de integração agricultura & pecuária.
Campo Grande: Embrapa Gado de Corte,
(Embrapa Gado de Corte. Circular Técnica,
53). 6 p.
- Leite, L. F. C.; Silva, V. P.; Madari, B. E.;
Machado, P. L. A.; Barcellos, A. O.; Balbino,
L. C. (2010). O potencial de sequestro de
carbono em sistemas de produção integrado:
Integração lavoura-pecuária e Integração
Lavoura-Pecuária-Floresta. In: Encontro
Nacional de Plantio Direto na Palha, 12.,
2010, Foz do Iguaçu. Anais... Ponta Grossa:
FEBRAPDP, p. 69-76.
- Marengo, J. A. (2007). Mudanças climáticas
globais e seus efeitos sobre a biodiversidade:
caracterização do clima atual e definição das
alterações climáticas para o território
brasileiro ao longo do Século XXI. 2. ed.
Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente,
214 p. (Biodiversidade, 26).
- Pachauri, R. K.; Reisinger, A. (Ed.). Climate
Change 2007: synthesis report. Contribution
of Working Groups I, II and III to the Fourth
Assessment Report of the Intergovernmental
Panel on Climate Change. Geneva: IPCC,
2007. 104 p.
- Porfirio-da-Silva, V. (2006). Arborização de
pastagens: I – procedimentos para introdução
de árvores em pastagens. Colombo: Embrapa
Floresta, 8 p. (Embrapa Floresta. Comunicado
Técnico, 155).
- Porfirio-da-Silva, V. (2007). A Integração
“Lavoura-Pecuária-Floresta” como proposta
de mudança no uso da terra . In: Fernandes, E.
N.; Martins, P. C.; Moreira, M. S. P.; Arcuri,
P. B. (Ed.). Novos desafios para o leite no
Brasil. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite,
p. 197-210.
- Porfirio-Da-Silva, V.; Moraes, A.; Medrado,
M. J. S. (2008). Planejamento do número de
árvores na composição de sistemas de
Integração Lavoura-Pecuária-Floresta.
Colombo: Embrapa Floresta, 4 p. (Embrapa
Floresta. Comunicado Técnico, 219).
- Salton, J. C. (2005). Matéria orgânica e
agregação do solo na rotação lavoura-
pastagem em ambiente tropical. 158 f. Tese
(Doutorado) – Universidade Fderal do Rio
Grande do Sul, Porto Alegre.
- Sharrow, S. H. Silvopasture design with
animals in mind. Disponível em:
<<http://www.aftaweb.org/entserv1.php?page=22>>. Acesso em: 2 fev. 2006.
- Soares, L. H. B.; Muniz, L. C.; Figueiredo, R.
S.; Alves, B. J. R.; Boddey, R. M.; Urquiaga,

S.; Madari, B. E.; Machado, P. L. O. A. (2007). Balanço energético de um Sistema Integrado Lavoura Pecuária no Cerrado. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 16 p. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 26).

Tsukamoto Filho, A. A. (2003). Fixação de carbono em um sistema agroflorestal com eucalipto na região do Cerrado de Minas Gerais. 111 f. Tese (Doutorado) –

Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Vilela, L.; Martha Júnior, G. B.; Marchão, R. L.; Guimarães Júnior, R.; Barioni, L. G.; Barcellos, A. O. (2008). Integração Lavoura-Pecuária. In: Faleiro, F. G.; Farias Neto, A. L. (Ed.). Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 931-962.