

Contribuição dos Sistemas Agrossilvopastoris na Captação de Carbono

TREVISAN, L. F. A.¹; SILVA, S. M. Da¹; RODRIGUES, O. G.²

¹Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Sistema Agrossilvopastoris, CSTR/UFCG, Av. Universitária, s/n, Bairro Santa Cecília, CEP: 58708-110, Patos-PB.

²Professor Dr. Titular da Unidade Acadêmica de Ciências Biológicas, CSTR/UFCG, Av. Universitária, s/n, Bairro Santa Cecília, CEP: 58708-110, Patos-PB.

RESUMO

O Protocolo de Kyoto, que entrou em vigor em fevereiro de 2005, enfatiza em seu 12º artigo que projetos sob o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo devem ser selecionados para atender tanto à preocupação internacional com as mudanças climáticas quanto aos interesses nacionais de desenvolvimento sustentável. Passados mais de 10 anos, entretanto, estes objetivos ainda precisam ser adequados à prática. Tendo em vista essa necessidade a presente revisão busca elucidar alguns aspectos relacionados à utilização de sistemas agrossilvopastoris associados ao seqüestro de carbono, de modo a ampliar ao produtor rural as perspectivas de desenvolvimento sustentável aliadas a uma nova possibilidade de fonte de renda.

Palavras-chave: seqüestro de carbono, mecanismo de desenvolvimento limpo, proambiente, protocolo de Kyoto.

ABSTRACT

The contribution of agroforestry systems for the carbon sequestration

The Kyoto Protocol, entered into force in February 2005, emphasizes in Article 12 that projects with Clean Development Mechanism must be chosen to meet both the global concern of climatic changes and the national interests of sustainable development. After more than ten years, however, these goals still need to be adjusted to practice. In view of this necessity, this review seeks to elucidate some aspects related to the use of agroforestry systems associated with carbon sequestration, aiming to extend to farmers the perspectives of sustainable development associated with a new possibility of income source.

Keywords: carbon sequestration, clean development mechanism, pro-environment, Kyoto protocol.

INTRODUÇÃO

O Protocolo de Kyoto entrou em vigor em fevereiro de 2005, após ser ratificado pela grande maioria dos países signatários da Convenção das Mudanças Climáticas. Este acordo constituiu-se no protocolo de um tratado internacional com compromissos mais rígidos para a redução da emissão dos gases que agravam o efeito estufa, considerado, de acordo com a maioria das investigações científicas, como causa principal do aquecimento.

Em seu 12º artigo deixa explícito que projetos sob o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) devem ser selecionados com vistas a atender tanto à

preocupação internacional com a redução das emissões de gases como às necessidades nacionais de desenvolvimento sustentável (May et al., 2005). Passados mais de 10 anos, entretanto, estes objetivos ainda precisam ser ajustados na prática, visando atender as necessidades ambientais das sociedades atuais e futuras.

A matéria orgânica do solo (MOS) constitui o maior reservatório de carbono da superfície terrestre. Estima-se que os estoques de carbono no solo estejam entre 1.200 e 1.500 Pg (1015g) superando, assim, o estoque de carbono na biota (ANDERSON, 1995).

A transformação de sistemas naturais em áreas agrícolas pode levar a um rápido declínio desses estoques, contribuindo para o aumento da emissão de gás carbônico (CO₂) à atmosfera (Neves et al., 2004) o que pode favorecer alterações climáticas globais. Essas alterações se devem ao fato do CO₂ ser um dos principais gases causadores do efeito estufa e cujas emissões no mundo cresceram vertiginosamente nos últimos 40 anos (ROCHA, 2000), entretanto, somente a informação de acúmulo de carbono não é suficiente para caracterizar uma situação de sequestro de carbono. A estabilidade deste carbono no solo é um dado extremamente relevante haja vista que, caso o carbono esteja em estruturas labéis, facilmente será mineralizado retornando para a atmosfera na forma de CO₂. A matéria orgânica em seus diferentes compartimentos, suas substâncias húmicas e a sua relação com o manejo permite que se desenvolva estratégias para a utilização sustentável dos solos com vistas a reduzir o impacto das atividades agrícolas sobre o ambiente. A quantificação do estoque de carbono no solo e a avaliação de seu grau de estabilidade são, portanto, medidas importantes no processo de identificação das práticas agrícolas mais adequadas, com o intuito de sequestrar carbono da atmosfera.

Ainda segundo Rocha (2000) comparado a outros países, o Brasil, tem todas as condições de assumir posição privilegiada junto aos movimentos que buscam reverter o processo de mudança climática global, tanto do ponto de vista da redução das emissões como em projetos de sequestro de carbono por meio dos sistemas de plantio direto, agrossilvopastoris, agroflorestais e reflorestamentos, ou seja, sistemas que visam ao estoque e conservação do carbono orgânico.

O argumento central é de que o cômputo de florestas envolve incertezas, com dificuldades de garantir resultados mensuráveis, e com baixo nível de confiabilidade, oferecendo, portanto, baixa contribuição ao problema da mudança climática. E, principalmente, porque dispensaria países industrializados de fazerem a sua “lição de casa”, ou seja, de reduzirem as próprias emissões resultantes da queima de combustíveis fósseis. Esse grupo acredita que, ao contrário, os projetos tendentes à mudança de fontes energéticas, que eliminam a queima de combustíveis fósseis, são a única resposta séria ao aquecimento global (CHANG, 2002).

A posição oficial do governo brasileiro se alia a esse bloco, embora sob a perspectiva de um país em desenvolvimento. O governo brasileiro insiste em priorizar projetos de energia limpa e renovável para os MDLs, o que contribuiria para o controle da emissão também nos países em desenvolvimento e seria condizente com a proposta da “contração e convergência”, que, no futuro, obrigaria também o Brasil a reduzir suas emissões. Dentre as precauções colocadas, uma diz respeito à competição do solo disponível (CHANG, 2002).

Grandes extensões de plantação de árvores, bem-manejadas, podem estar tirando espaço de produtores locais para plantar fibras e alimentos. Essa precaução, na

realidade, levanta a necessidade de levar em conta os fatores sociais e a participação popular com poder de veto. Nas discussões, até o momento, esse aspecto não está minimamente contemplado. De partida, o sequestro de carbono florestal pouco favoreceria os pequenos produtores, pois os reflorestamentos exigem grandes extensões de áreas contíguas, o que facilita o manejo e a medição do carbono. Além disso, a fraca organização e as práticas diversificadas dos pequenos produtores os colocam em desvantagem no aproveitamento dos esquemas de sequestro de carbono. Ademais, o requisito no longo prazo do estoque de carbono conflita com as necessidades no curto prazo de abrir múltiplas opções com flexibilidade para manejar os recursos, de modo a responder às suas necessidades cotidianas. O custo de oportunidade da imobilização da terra para sequestrar carbono constitui um ponto limitante para os pequenos produtores rurais. Acresce-se a essa preocupação o risco de que o mercado de carbono venha a diminuir no longo prazo, deixando a população com uma *commodity* desvalorizada (INTERNATIONAL INSTITUTE..., 2000). Sequestro de carbono é apenas um dos muitos produtos e serviços proporcionados pelas florestas, que poderiam beneficiar a sociedade. Ao olharmos a questão sob a perspectiva dos pequenos produtores, vemos que estes procuram benefícios múltiplos das florestas, para diferentes fins. Se pretende um uso sustentável da terra, as populações locais não devem querer simplesmente plantar árvores ou proteger florestas, mas assegurar-se de uma variedade de produtos e serviços na paisagem como um todo. Vários estudiosos afirmam que a ênfase sobre um só produto em áreas de vocação florestal tem, historicamente, se associada à desintegração comunitária e à pobreza, seguidos de um curto período de *boom* (INTERNATIONAL INSTITUTE..., 2000).

Tendo em vista essa necessidade a presente revisão busca elucidar alguns aspectos relacionados a utilização de sistemas agrossilvopastoris associados ao sequestro de carbono, de modo a ampliar ao produtor rural as perspectivas de desenvolvimento sustentável aliados a uma nova possibilidade de fonte de renda.

Breve histórico de políticas sustentáveis

O progresso rumo ao desenvolvimento sustentável é frequentemente considerado incompatível com os esforços para se combater o aquecimento global, no entanto, tentativas recentes mostraram que tal objetivo deve ser perseguido (SWART et al., 2003).

De acordo com os estudos de Ellis *et al.* (2007), Blackman (1999) e Rosemberg (2006), no processo de desenvolvimento de projetos de MDL, existe uma preferência por países hospedeiros com boas oportunidades de implantação de projetos de redução de GEE, bom nível de desenvolvimento tecnológico, capital humano e de infraestrutura e que, principalmente, tenham políticas ambientais relativamente avançadas. Isto explicaria, por exemplo, a concentração existente de projetos de MDL na Índia, China e Brasil.

Esperava-se que tais tentativas de referência se tornassem modelos para projetos de MDL, uma vez que o Protocolo de Kyoto fosse ratificado. Esperava-se também que repercutissem em benefícios às comunidades de baixa renda, aos executores, aos financiadores, assim como à sociedade global (SMITH e SCHERR, 2003).

Os MDL são considerados mecanismos de flexibilização do Protocolo de Kyoto, prevendo que países desenvolvidos e economias em transição poderiam adquirir

créditos de carbono gerados por meio de projetos implementados nos países em desenvolvimento visando cobrir parte de seus compromissos com a redução das emissões de gases de efeito estufa.

Em 2004, ao término da sétima Conferência das Partes (COP-7), ocorrida em Marrocos, Marrakesh, completou-se finalmente o regulamento para esse Protocolo, de forma que as condições políticas e técnicas ficassem definidas. Particularmente, o MDL, um dos três mecanismos de compensação (ou Mecanismos de Flexibilidade) das reduções de emissões, aplica-se a países em desenvolvimento, como o Brasil. Para tal mecanismo foi criado um Órgão Executivo para orientar os projetos que atendam aos objetivos de implementação do Protocolo de Kyoto. Os três mecanismos de flexibilidade são: Implementação conjunta (*Joint Implementation*), Comércio de Emissões (*Emissions Trading*) e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (*Clean Development Mechanism*) (MATTOS, 2004).

Segundo May et al. (2005) os créditos de carbono gerados por tais projetos devem basear-se no valor líquido das emissões de gases de efeito estufa, principalmente mediante substituição de combustíveis ou por absorção de carbono em sumidouros terrestres.

Tais projetos de carbono florestal vão além das parcerias público-privadas e incluem uma variedade de *stakeholders*^{*}, ou seja, executores que apostam no êxito do projeto, entre os quais gestores de projetos, cientistas, negociadores, planejadores e grupos representativos de interesses locais, tais como o governo municipal, a força de trabalho e as comunidades locais. As empresas vêm assumindo maiores responsabilidades por meio de parcerias com entidades que refletem nos resultados dos empreendimentos (PARSONS & CHAPMAN, 2000).

A idéia de prover serviços de captação ou imobilização de carbono surgiu da Conferência do Rio em 1992 (ECO 92) como forma de diminuir as tendências o desmatamento. A possibilidade de que as nações e setores privados possam gerar renda pelo fato de que suas matas sejam preservadas, cria-se a idéia de que se pode oferecer um serviço às nações que emitem gás carbônico (POMADERA, 1999).

A criação de uma política agrossilvopastoril voltada para estimular a intensificação do uso do solo a partir de um zoneamento orientador, definindo políticas de crédito, de comercialização, de apoio científico e tecnológico, de infraestrutura de transporte e social, poderia ser capaz de tornar a fixação nesta área mais atrativa do que o avanço sobre a floresta primária (KAECHELE & ROMEIRO, 2006). Com uma política deste tipo seria possível acomodar, com folga, nesta área toda a população que pressiona atualmente a fronteira agrícola por uma questão de sobrevivência, e ainda o estabelecimento de uma política de fiscalização eficaz porque teria sido “isolado” o ilegal do social.

Lima (2002) ressalta a importância do uso das boas práticas agrícolas para a manutenção da qualidade ambiental e o uso sustentável dos recursos naturais, ratificando que para as atividades de pesquisa e de desenvolvimento, que darão subsídio aos projetos de MDL, alguns desafios para o setor agropecuário deverão ser superados. Esses desafios incluem a identificação de sinergias entre os objetivos de aumento de produtividade e equilíbrio climático global; a promoção da produção de alimentos limpos e seguros para o consumo humano, com menor impacto ambiental sobre o clima e recursos naturais; e o manejo sustentável de agrossistemas florestais, pastoris e agrícolas.

Segundo Kaechele e Romeiro (2006) os benefícios da expansão da agricultura sobre a floresta como base do desenvolvimento de processos civilizatórios, historicamente, são incontestáveis, mas o recuo da floresta atinge um ponto que compromete a própria sobrevivência da sociedade.

Independentemente da existência desse instrumento e de sua aplicabilidade ao setor agropecuário, observa-se um momento oportuno para o Brasil investir em novos padrões de produção agropecuária, a fim de melhorar a eficiência produtiva e energética e, ao mesmo tempo, reduzir os impactos ambientais, inclusive os sociais e econômicos, (LIMA, 2002).

Práticas para captação de carbono

Segundo Moreira e Assad (2006) o efeito da falta de cobertura do solo pode ser um dos fatores mais graves no tocante aos impactos ambientais. As perdas de solos e nutrientes, são responsáveis pelo assoreamento dos mananciais e cursos d'água, e pela diminuição da capacidade de produção de biomassa; fatores que produzem a degradação das pastagens e certamente as descredenciam para desempenhar papel de elemento captador de carbono.

As atividades agrossilvopastoris são alternativas de recuperação para áreas degradadas de que se presta a múltiplos usos, como a produção de alimentos e produtos para a indústria de transformação. No contexto de preservação ambiental; o solo, os mananciais d'água e a biodiversidade, sofrem menores intervenções em relação aos sistemas de produção em monocultivos, tanto os de ciclo curto como os de ciclo longo. A fotossíntese vai atuar como elemento de captação do gás carbônico atmosférico para a produção dos fotoassimilados retirando-o da atmosfera que diminui suas concentrações na massa atmosférica, atualmente apontadas como sendo o causador do efeito estufa pelo qual o planeta Terra dar sinais de estar passando. Este modelo de exploração agrária permite utilizar os recursos naturais com maior abrangência, preservando-se os mananciais d'água, produzindo a madeira através da silvicultura, que se constitui numa floresta de elevado valor econômico. O sistema agrossilvopastoril responde economicamente, permitindo o consórcio com a pecuária, fruticultura e agricultura. Não se pode pensar no modelo agrossilvopastoril apenas no nível de produção familiar, pois ele atende aos padrões de produção dos pequenos, médios e grandes investimentos, se cai à produção de uma cultura, é compensada pela produção da outra. A diversificação de espécies diminui a incidência de elementos parasitários das culturas (pragas e doenças) o solo é beneficiado pela proteção física da floresta e pelo fornecimento de matéria orgânica. A produção agrossilvopastoril reduz o desmatamento das florestas nativas; e sua relação com a agricultura e pecuária, é de produção simultânea na mesma área. Os sistemas agroflorestais, integram amplas práticas de subsistência em modelos ecológicos e economicamente sustentáveis (KAECHELE & ROMEIRO, 2006).

O conhecimento relativo à morfogênese e ecofisiologia das plantas forrageiras e à ecologia do pastejo tem adquirido grande importância, assumindo papel de destaque e constituindo premissa básica para a idealização e recomendação de práticas de manejo sustentáveis, que permitam aumentar a produção e a produtividade de sistemas pastoris respeitando os limites e as características específicas do ecossistema pastagem (NASCIMENTO Jr. et al., 2004). Corroborando com esse ponto de vista Moreira e Assad (2006) demonstraram que as pastagens, quando não degradadas promovem com

alta eficiência a ciclagem de nutrientes, captação de carbono da atmosfera e a redução dos processos de erosão.

O mau uso de terras pode ser um impedimento para o desenvolvimento dos MDL. Segundo Lopes (2002) os gases de efeito estufa emitidos por atividades antrópicas são, decorrentes, principalmente, da queima de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural) em usinas termoeletricas, indústrias, veículos em circulação e sistemas domésticos de aquecimento, lixões e aterros sanitários, e principalmente de atividades agrícolas e pecuárias (Figura 1).

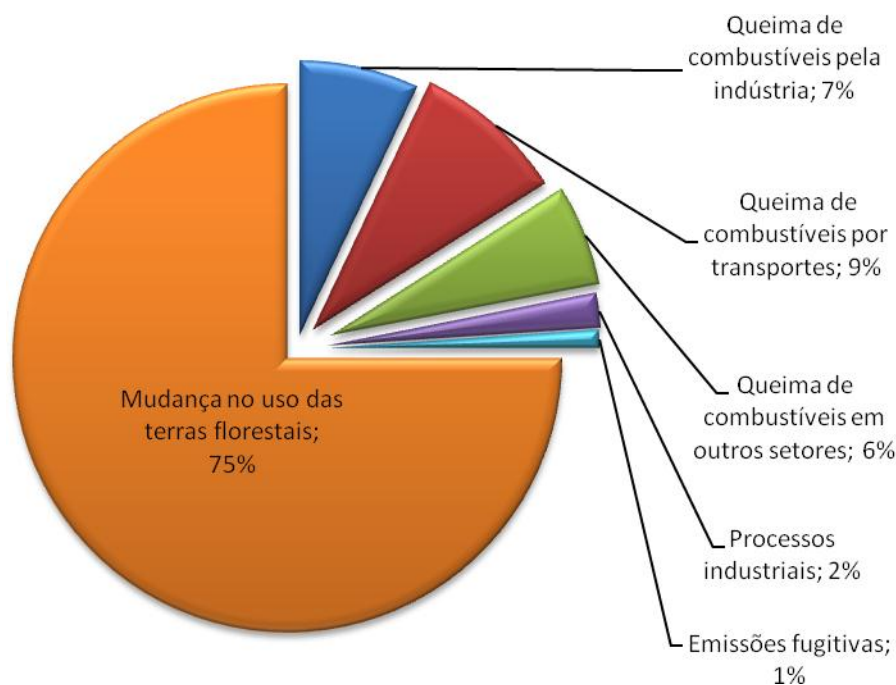


Figura 1. Perfil das emissões de CO₂ no Brasil (1994). Fonte: Comunicação Nacional, Brasil (2004).

No Brasil estima-se que a queima de cana-de-açúcar e de resíduos de algodão geram emissões de 2,79 t de monóxido de carbono (CO₂), 0,13 t de metano (CH₄), 0,006 t de óxido nitroso (N₂O) e 0,24 t de diferentes óxidos nítricos (NO_x) (EMBRAPA, 1999).

Nesse caso, sistemas atualmente desenvolvidos por companhias privadas, agricultura familiar, comunidades de habitantes de floresta e reservas indígenas, tiverem como princípio o uso de práticas sustentáveis de manejo de florestas, pode-se prever a redução de significantes quantidades de gases emitidos por atividades predatórias (BASTOS, 2008).

Lima (2002) destaca que entre as opções de mitigação para as emissões de carbono a partir da queima de biomassa estão em parte associadas à redução das emissões a partir de fontes atuais de gases e em parte ao aumento das alternativas de sequestro de carbono. Sob o primeiro aspecto, há que se considerarem os cenários de

diminuição da prática de queima de resíduos agrícolas no Brasil e de incremento do uso da biomassa como fonte de energia renovável.

Sistemas agroflorestais ou agrossilvopastoris são atividades que contribuem com a redução das emissões de gases de efeito estufa. Esses sistemas incluem atividades de extração de produtos florestais sem corte, como é o caso da borracha, castanhas, óleos essenciais e produtos medicinais, dentre outros (LIMA, 2002).

Os reflorestamentos também são considerados estoques de carbono, e se mantidos intactos ou se seus produtos florestais forem bem utilizados em aplicações duráveis, a estocagem adicional de carbono poderia ser significativa. Leemans (1995) utilizando modelos de simulação para a avaliação de opções de sequestro de CO₂ atmosférico inferiu que os únicos aumentos possíveis na extensão de florestas estariam nas regiões desenvolvidas, e que na maioria das outras regiões, grandes partes das áreas potencialmente florestadas seriam usadas pela agricultura, o que acarretaria em pouca melhoria do reflorestamento.

Em uma escala menor haveria mais oportunidades de aumentar o crescimento de florestas, tais como o plantio de árvores em cinturões verdes e sistemas agroflorestais, os quais não podem ser representados por modelos globais. Com o advento do MDL, proposto pela Convenção de Kyoto, esse cenário não encontra sustentação, em função de que um número cada vez maior de projetos visando à captura de carbono em países em desenvolvimento deverá levar ao aumento de áreas de reflorestamento ou de atividades afins no Brasil (LIMA, 2002).

A AND (Autoridade Nacional Designada) brasileira ao Comissão Interministerial de Mudanças Globais do Clima (CIMGC, 2003), definiu, portanto, um conjunto de cinco critérios como pré-requisitos básicos para verificar a contribuição dos projetos de MDL para o desenvolvimento sustentável das localidades direta ou indiretamente impactadas pelas suas atividades no país:

- a) Contribuição para a sustentabilidade ambiental local: procura avaliar a mitigação dos impactos ambientais locais (resíduos sólidos, efluentes líquidos, poluentes atmosféricos, dentre outros) propiciada pelo projeto em comparação aos estimados no “cenário de referência”, ou seja, na situação existente na ausência do projeto.
- b) Contribuição para o desenvolvimento das condições de trabalho e a geração líquida de empregos: busca verificar o compromisso do projeto com responsabilidades sociais e trabalhistas, programas de saúde e educação, e defesa dos direitos civis. Verifica, também, as melhorias, em nível qualitativo e quantitativo, de empregos diretos e indiretos, comparando-se com o cenário de referência.
- c) Contribuição para a distribuição de renda: analisa os efeitos diretos e indiretos sobre a qualidade de vida das populações de baixa renda, observando os benefícios socioeconômicos propiciados pelo projeto.
- d) Contribuição para capacitação e desenvolvimento tecnológico: avalia o grau de inovação tecnológica do projeto, tanto em relação ao cenário de referência quanto às tecnologias empregadas, em atividades passíveis de comparação com as previstas no projeto. Verifica, também, a possibilidade de reprodução da tecnologia empregada.
- e) Contribuição para a integração regional e a articulação com outros setores: essa medição pode ser realizada a partir da integração do projeto com outras atividades socioeconômicas na região de sua implantação.

Kaechele e Romeiro (2006) sugerem que a criação de zonas tampões que combinem agricultura, atividades florestais e pecuárias poderiam prover alternativas ao

desmatamento. Estas zonas, que hoje estão degradadas pelas pastagens poderiam servir como uma rede de locais de observação que captariam efeitos de atividades agroflorestais e taxas de sequestro de carbono e monitoramento do desmatamento. As análises custo-benefício deste tipo de atividade deveriam ser comparadas com os possíveis ganhos econômicas da pecuária extensiva e outros usos da terra.

Salati et al. (1999) citam dados sobre o potencial de sequestro de carbono por diferentes alternativas de uso florestal da terra. Os reflorestamentos fixariam de 10 a 14t de carbono por hectare em um prazo de rotação de 10 anos e, sistemas agroflorestais fixariam 6-9t/ha em prazo de rotação de 40 anos.

A intensificação da pecuária com sistemas agrossilvopastoris poderia aumentar significativamente suas contribuições alimentícias, econômicas e sociais. Isto seria viável com a tecnologia disponível, a organização dos produtores e macro políticas destinadas a desestimular os negócios de especulação de terras. Aplicando-se uma série de princípios relacionados com o ordenamento territorial e com a biodiversidade, é possível que até os benefícios socioeconômicos coincidam com os ambientais (MURGUEITIO, 2000).

A produção agropecuária, conduzida dentro dos princípios das boas práticas, pode gerar impactos ambientais benéficos como a preservação da biodiversidade, a conservação do solo e água, o sequestro de carbono da atmosfera (Medeiros, 2007).

Segundo Murgueitio (1999) a reconversão social e ambiental da pecuária apresenta-se como urgência e prioridade para o Brasil, que já começou a refletir-se na política nacional ambiental, porém não na agropecuária. Podem-se diferenciar ao menos sete grupos de sistemas agrossilvopastoris que já são utilizados em países da América Latina, com grande destaque para Colômbia, dentre eles os sistemas agrossilvopastoris e silvipastoris na pecuária extensiva, as plantações florestais com pastagem de gado, o uso de cercas vivas, como barreiras contra o vento, divisórias arborizadas, corredores biológicos e espaços para descanso dos animais. Os sistemas silvipastoris com manejo da sucessão vegetal, os novos sistemas para pecuária intensiva e outras espécies animais e sistemas agrossilvopastoris e silvipastoris de alta densidade arbórea (IVH, 1998).

Existem vários outros tipos destes princípios agroflorestais com elementos pecuários na América Latina que vão desde a inclusão de bovinos no manejo de florestas naturais ou em plantações de árvores para madeira ou com fins diversos, até a inclusão de árvores com os mais diversos fins, em pastagens dedicadas exclusivamente à cultura pecuária. Porém, o desenvolvimento de sistemas especializados que representam o maior desafio para a ciência e para a conservação dos recursos naturais.

As pastagens, principalmente compostas por gramíneas naturais ou introduzidas, ocupam atualmente grandes extensões de terra que anteriormente foram selvas e bosques com rica biodiversidade, tanto no solo como na parte aérea. A introdução de árvores e arbustos de usos múltiplos ou forrageiros não apenas tem o potencial de dar qualidade na quantidade de forragem disponível para os animais domésticos, que se pode traduzir em maiores rendimentos por animal e por unidade de área, mas também proporciona uma série de benefícios adicionais, os quais são denominados serviços ambientais (Medeiros, 2007).

Segundo Sanchez (1999), desde que se tenham encontrado as espécies adaptadas ou ótimas para cada caso, em comparação com as pastagens habituais com monocultura de gramíneas, os sistemas com árvores e arbustos oferecem uma infinidade de vantagens para a produção destes benefícios adicionais, como: promover maior

quantidade de forragem ao se terem dois, três ou mais estratos de vegetação em lugar de um; a extensão do período de disponibilidade de forragem; um maior valor nutritivo dos pastos tropicais; a liberação de áreas para reflorestamento; a substituição do uso de concentrados por forragens de alta qualidade. Além de benefícios ambientais o aumento na biodiversidade da fauna e da flora, a criação de empregos, possibilidade de uma renda extra com o agro turismo e, principalmente, a valorização das propriedades (CÁRDENAS, 1999).

Porém, os sistemas de diversificação do uso da floresta que são sustentáveis, em termos de conservação dos recursos naturais, comumente enfrentam obstáculos no mercado em comparação com formas convencionais de produção. Isso ocorre, pois exigem maiores recursos e tempo para retorno econômico, como mostram os trabalhos de Etherington e Matthews (1983) e Walker et al. (1993), que consideraram a implantação de sistemas agroflorestais perenes uma decisão de investimento cujos retornos não vêm em curto prazo para as unidades familiares.

Por outro lado, Mattos (2003) ressalta que esses sistemas geram benefícios para a sociedade que vão além dos limites dos estabelecimentos rurais, tais como a redução do desmatamento, o sequestro de carbono da atmosfera, o restabelecimento das funções hidrológicas dos ecossistemas, a conservação dos solos, a conservação e preservação da biodiversidade e a redução da inflamabilidade da paisagem.

O Programa de Desenvolvimento Socioambiental da Produção Familiar Rural (Proambiente) surge como política pública que permite às populações locais a continuidade dos modos de vida diretamente relacionados à manutenção dos ecossistemas nativos, buscando conciliar produção rural e conservação ambiental. O Proambiente tem a interessante trajetória de ter sido um Projeto da Sociedade Civil, desenvolvido entre os anos 2000 e 2002, que passou por um período de transição nos anos seguintes com apoio dos Projetos Demonstrativos do Ministério do Meio Ambiente (PDA/MMA) e Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA/MMA), para se tornar um programa do Governo Federal, alocado na Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável (SDS) do Ministério do Meio Ambiente, a partir da vigência do atual Plano Plurianual (PPA 2004/2007) (BRASIL, 2006).

O Proambiente prevê ainda a obtenção de certificação possibilitando a remuneração dos serviços ambientais prestados pelas Unidades de Produção Familiar (UPF).

Basicamente, a Proposta da Sociedade Civil propõe unir, nesta mesma política pública denominada Programa Proambiente, uma vasta linha de conceitos como a Certificação Participativa e Remuneração de Serviços Ambientais prestados às sociedades brasileiras e internacionais (Mattos, 2004). Dentre tais serviços podemos destacar a redução do desmatamento, sequestro de carbono atmosférico, restabelecimento das funções hidrológicas dos ecossistemas, conservação e preservação da biodiversidade, conservação dos solos, redução da inflamabilidade da paisagem, troca de matriz energética e eliminação de agroquímicos.

Segundo Botero (2000) é coerente levantar a hipótese de que os sistemas silvipastoris, ao combinar gramíneas melhoradas e extratos de raízes mais profundas, podem ter taxas de captação de carbono superiores. Os conteúdos de carbono no solo dos sistemas discutidos evidenciam esse fato. A espécie arbórea utilizada com maior êxito em sistemas silvipastoris intensivos nas regiões tropicais e subtropicais tem sido a *Leucaena leucocephala* (Leucena), por sua qualidade nutricional, fixação de nitrogênio,

crescimento rápido, tolerância moderada à seca e adaptação à poda (VILELA, 1998). Segundo a EMBRAPA, “as leucenas crescem nos trópicos e subtropicais, em regiões de até 500m de altitude, suportando grandes diferenças de precipitação, luminosidade, salinidade do solo, inundações periódicas, fogo, geadas leves e secas”, a floração ocorre durante o ano todo, produz grande quantidade de sementes que são dispersas pelo vento; esses são alguns fatores que contribuem para o desenvolvimento rápido, assim, esta espécie exótica torna-se uma invasora que vai suprimindo a vegetação natural podendo causar um desequilíbrio no ambiente e reduzir a biodiversidade se não for convenientemente conduzida (VILELA, 2008).

Em um levantamento feito por Albuquerque (2006) mostrou que em uma região, a organização de muitas propriedades, podem fazer parte de um processo de conversão de sistemas convencionais de manejo para sistemas de produção alternativos, utilizando pagamento por serviços ambientais globais. Dentre eles a captura de carbono e biodiversidade usados como ferramenta para diminuir os efeitos negativos que causam a pecuária tradicional.

Ainda que a maior parte das discussões e trabalhos científicos pesquisados tenha se orientado na direção do papel dos bosques e cultivos florestais, como também chamam atenção os trabalhos sobre o papel que cumpre as raízes das pastagens melhoradas e as árvores que crescem nos pastos e as vantagens na fixação do carbono. Foi sugerido que a mudança no uso do solo na direção da pecuária convencional pode financiar-se parcialmente com suporte das indústrias, empresas e países que fazem as maiores emissões de gás carbônico para a atmosfera (CALDER, 2001).

CONCLUSÕES

O aparecimento de novos instrumentos da política global sobre o clima deve favorecer o desenvolvimento de projetos MDL no setor agropecuário, envolvendo a estocagem e a captação de carbono por ecossistemas pecuários, agrícolas e florestais. Entretanto há uma série de desafios científicos e tecnológicos a enfrentar para que se conheça a combinação entre o desenvolvimento econômico e o equilíbrio climático global, especialmente em termos de países em desenvolvimento.

Verifica-se a urgência da investigação que conduza ao desenvolvimento de mecanismos financeiros para multiplicar os benefícios ambientais de sistemas alternativos como nos sistemas agrossilvopastoris.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, T. C. **Avaliação energética de propriedades agrossilvopastoris do Brasil e da Colômbia**. Campinas, SP: Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos, 213 f. 2006.

ANDERSON, D. W. Decomposition of organic matter and carbon emissions from soils. In: LAL, R.; KIMBLE, J.; LEVINE, E. & STEWART, B.A., eds. **Soils and global change**. Boca Raton, CRC Press, p. 165-175, 1995.

BASTOS ALVES, J. A.; GONCALVES, A. C.; BRAUN, M. B. S. Mercado de créditos de carbono e a atividade suinícola: uma análise do projeto de MDL da Sadia. In: VI Encontro de Economia Paranaense - VI ECOPAR, Ponta Grossa, 2008. **Anais...** Ponta Grossa VI ECOPAR, 2008.

BLACKMAN A. The Economics of technology diffusion: implications for climate policy in developing countries. **Discussion Paper**, 99-42, Washington, DC: Resources for the future, 1999.

BOTERO, J. A. 2000 - Contribuição dos sistemas pecuários tropicais na captação de carbono. **EMBRAPA: Sistemas agroflorestais pecuários**, 2000.

BRASIL. MMA – **Ministério do Meio Ambiente**. Proambiente. 2006. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/proambiente>. Acesso em 5 abr. 2010.

CALDER, J. R. Land use impacts on watershed resources, 2001. FAO electronic workshop on land-water linkages in land watershed, (on going). **EMBRAPA: Sistemas agroflorestais pecuários**. 2001.

CÁRDENAS, G. Comparación de la composición y estructura de la avifauna en diferentes sistemas de producción. In: Seminário Internacional sobre sistemas agropecuários sostenibles. Cali. Memórias. Livro **EMBRAPA: Sistemas agroflorestais pecuários**. 1999.

CHANG, I. Sequestro de Carbono Florestal: oportunidades e riscos para o Brasil, **Revista Paraná Desenvolvimento**. Curitiba, n. 102, p. 85-101, 2002.

ELLIS, J., WINKLER, H., CORFEE-MORLOT, J., CAGNON-LEBRUN, F. (2007). "CDM: taking stock and looking forward". IN Farias, L.G.Q. **O desafio da sustentabilidade nas áreas costeiras do sul da Bahia**. Paraná: Urutágua, 12, 2007.

EMBRAPA. **Inventário de emissões de gases de efeito estufa provenientes de atividades agrícolas no Brasil**: emissões de gases de efeito estufa provenientes da queima de resíduos agrícolas (relatório revisado). Jaguariúna, 1999.

ETHERINGTON, D. M.; MATTHEWS, P. J. Approaches to the economic evaluation of agroforestry farming systems. **Agroforestry Systems**, v.1, p.347-360, 1983.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Rural livelihoods and carbon management**. London: Department for International Development, Forest Research Program, Natural Resource Issues, Mar.2000.

IVH 1998 - INSTITUTO HUMBOLDT, MINISTÉRIO MÉDIO AMBIENTE, DNP, PNUMA, 1998. **Colombia, biodiversidad siglo XXI**, Santa Fé de Bogotá, Colombia, 254p.

KAECHELE, K. T.; ROMEIRO, A. Avanços e desafios do protocolo de kyoto na visão da economia ecológica: o recebimento por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL, pelo não desmatamento, como forma de preservação da Amazônia. Brasília, 2006. **Anais...** III Encontro da ANPPAS, Brasília, 2006.

LEEMANS, R. Determining the global significance of local and regional mitigation strategies: setting the scene with global integrated assessment models. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 38, n. 2/3, p. 205-216. 1995.

LIMA, M. A. de. Brazilian agriculture and the global climate change: characterization of the problem, opportunities and challenges. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**. v.19, n. 3, p.451-472, 2002.

LOPES, I. V. (coord.). O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL: guia de orientação. FGV, 2002. 90 p. Disponível em: http://r0.unctad.org/ghg/download/other/Guia_vers%E3o%20final%20Fatima.pdf. Acesso em: 5 abr. 2008.

MATTOS, L. M. de. Avaliação, reconhecimento e validação científica de iniciativas inovadoras de produção e de indicadores de serviços ambientais nos pólos do Proambiente. Formulário de Pré-Proposta - Plano Gerencial de Rede. Brasília. **EMBRAPA**, 2003. 25p.

MATTOS, L. M. de. Capital social na concepção de políticas públicas: a importância socioeconômica e ecológica dos sistemas agroflorestais frente aos mecanismos de desenvolvimento. In: Sistemas agroflorestais: Bases Científicas para o Desenvolvimento Sustentável. Campos: Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), 2004.

MAY, P. E, BOYD, M. C.; FERNANDO C. V. Incorporando o desenvolvimento sustentável aos projetos de carbono florestal no Brasil e na Bolívia. **Estudos Sociedade e Agricultura**, Rio de Janeiro, vol. 13, no. 1, 2005.

MEDEIROS, C. B.; RODRIGUES, I. A.; BUSCHINELLI C.; MATTOS, L. M.; RODRIGUES, G. S. Avaliação de serviços ambientais gerados por unidades de produção familiar participantes do programa proambiente no estado do Pará / Jaguariúna: **EMBRAPA: Meio Ambiente**. 2007.

MOREIRA, L.; ASSAD, E.D. Segmentação e classificação supervisionada para identificar pastagens degradadas. In: EMBRAPA Cerrados, 6 p. 2006. Disponível em: <http://www.tecgraf.puc-rio.br/geoinfo2000/anais/008.pdf> . Acesso em: 7 abr. 2010.

MURGUEITIO, E, 2000 Sistemas Agroforestales para la Producción Ganadera en Colombia. In: POMAREDA C., STEINFELD, H. **Intensificación de la ganadería en Centro América – Beneficios Económicos Y Ambientales**. San José, Costa Rica: CATIE/ FAO/SIDE. 2000.

MURGUEITIO, E.; CALLE, Z,. Diversidad biológica en la ganadería bovina de Colombia. In: SANCHEZ, M.D.; ROSALES, M. M. Agroforesteria para la producción animal em América Latina. Roma FAO. p. 53-72. (Estudio FAO Producción e Sanidad Animal, 143 p.) 1999.

NASCIMENTO Jr. D.; DA SILVA, S.; ADESE, B. Perspectivas futuras do uso de gramíneas em pastejo. In: Medeiros, S.P., et. Al, (Eds.) **Simpósio sobre forrageiras e produção em pastagens**, 41^a, Reunião Anual da SBZ, 2004. Anais... Campo Grande: EMBRAPA: Gado de Corte, 2004.

NEVES, C. M. N. et al. Estoque de carbono em sistemas agrossilvopastoril, pastagem e eucalipto sob cultivo convencional na região noroeste do Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, Oct. 2004.

PARSONS, A. J.; CHAPMAN, D.F. The principles of pasture growth and pasture utilization. In: HOPKINS, A. (Ed.). **Grass b– its Production and Utilization**. Oxford: Blackwell Science. 2000.

POMADERA, C. Carbon sequestration through pasture intensification: technical, economic and management issues. In: The livestock and environment initiative the World Bank and FAO. Roma, 1999.

ROCHA, M. T. Aquecimento e o seqüestro de carbono em projetos agroflorestais. **Revista Ecologia**, Rio de Janeiro, n. 151, 2000.

ROSEMBERG, N. **Por dentro da caixa-preta: tecnologia e economia**. Campinas: UNICAMP, 2006.

SALATI, E.; AMARAL, W.; SANTOS, A. A. Investing in carbon storage: a review of brazilian forest projects. In: GOLDEMBERG, J.; REID, W. (Ed.). **Promoting development while limiting greenhouse gas emissions**. New York: UNPD, 1999.

SÁNCHEZ, M. Sistema agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal em Latinoamérica tropical. In: SANCHEZ, M. D.; ROSALES, M. M. **Agroforesteria para la producción animal em América Latina**. Roma: FAO, 1999.

SMITH., J.; SCHERR., S. **Capturing the value of forest carbon for local livelihoods**. World Development, v.31, n.12, 2003.

SWART, R., ROBINSON, J. E COHEN, S. Climate change and sustainable development: Expanding the options. **Climate Policy**. v.3, 2003.

VENTURA, A. C., ANDRADE J. C. S., CAIRO, T. F. D., PASINI., K. B. Análise do Projeto de MDL da Plantar S.A à Luz das Abordagens de Transferência e Geração de Tecnologias Mais Limpas para a Promoção de Desenvolvimento Sustentável. **Anais...VI CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO Energia, Inovação, Tecnologia e Complexidade para a Gestão Sustentável Niterói, RJ, Brasil, 2010.**

VILELA, H. Série Leguminosas Tropicais - Gênero Leucaena (*Leucaena leucocephala*). Disponível em: http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_leguminosas_tropicais_leucaena.htm. Acesso em 15 out. 2008.

VILELA, L; SOARES, W. V.; SOUZA, D. M. G de; MACEDO, M. C. M. **Calagem e adubação para pastagem na região do cerrado**. Planaltina: EMBRAPA – CPAC.1998.

WALKER, R. T.; HOMMA, A.; SCATENA, F.; CONTO, A.; CARVALHO, R.; ROCHA, A.; FERREIRA, C.; SANTOS, A.; OLIVEIRA, P. Sustainable farm management in the Amazon piedmont. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural. 1993, Ilhéus. **Anais... SOBER**, 1993. v.2.