

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

**VALORAÇÃO ECONÔMICA DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS
PRESTADOS PELO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-
PECUÁRIA-FLORESTA: UMA ANÁLISE DE UM
EXPERIMENTO DE LONGA DURAÇÃO DA EMBRAPA
GADO DE CORTE.**

KÁTIA KATSUMI ARAKAKI

**DOURADOS/MS
2014**

KÁTIA KATSUMI ARAKAKI

**VALORAÇÃO ECONÔMICA DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS
PRESTADOS PELO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-
PECUÁRIA-FLORESTA: UMA ANÁLISE DE UM EXPERIMENTO DE
LONGA DURAÇÃO DA EMBRAPA GADO DE CORTE.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados - Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia da Universidade Federal da Grande Dourados, para obtenção do Título de Mestre em Agronegócios.

ORIENTADORA: PROF^a. DR^a. LUCIANA FERREIRA DA SILVA.
COORIENTADOR: DR. ROBERTO GIOLO DE ALMEIDA.

**DOURADOS/MS
2014**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

KÁTIA KATSUMI ARAKAKI

**VALORAÇÃO ECONÔMICA DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS
PRESTADOS PELO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-
PECUÁRIA-FLORESTA: UMA ANÁLISE DE UM EXPERIMENTO DE
LONGA DURAÇÃO DA EMBRAPA GADO DE CORTE**

BANCA EXAMINADORA

ORIENTADORA: Profa. Dra. Luciana Ferreira da Silva – UFGD

Prof. Dr. Guilherme Cunha Malafaia – UFGD

Prof. Dr. Márcio de Araújo Pereira - UEMS

Agosto de 2014

KÁTIA KATSUMI ARAKAKI

**VALORAÇÃO ECONÔMICA DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS
PRESTADOS PELO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-
PECUÁRIA-FLORESTA: UMA ANÁLISE DE UM EXPERIMENTO DE
LONGA DURAÇÃO DA EMBRAPA GADO DE CORTE.**

Esta dissertação foi julgada e aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Agronegócios com área de concentração em Agronegócios e Desenvolvimento no Programa de Pós-Graduação em Agronegócios da Universidade Federal da Grande Dourados.

Dourados, MS, 27 de agosto de 2014

Prof.^a Erlaine Binotto, Dr.^a
Coordenadora do Programa

Banca Examinadora:

Prof.^a Luciana Ferreira da Silva, Dr.^a (Orientadora)
Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul

Prof. Guilherme Cunha Malafaia, Dr. (Membro titular)
Universidade Federal da Grande Dourados

Prof. Márcio de Araújo Pereira, Dr.
Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul

Dedico aos meus pais e à minha irmã, pelo amor incondicional e pelo apoio contínuo nesta trajetória. Àqueles que amo e àqueles que amam, pois é o amor que dá sabor à conquista.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela força e por todo esclarecimento permitido para a construção desse trabalho, que representa um grande aprendizado na minha vida.

À Universidade Federal da Grande Dourados, por meio do Programa de Mestrado em Agronegócios da Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia, pela oportunidade para a formação de qualidade.

Aos professores que com sabedoria transmitiram conhecimento e conduziram meu desenvolvimento profissional e pessoal; e aos colegas (de trabalho e do mestrado) e aos amigos que compartilharam batalhas para realização desse sonho.

À Embrapa – Gado de Corte, que autorizou a realização da pesquisa e nos recebeu de forma solícita e deu abertura para realização da pesquisa em sua área experimental. Ao professor Roberto Giolo de Almeida que também me orientou neste trabalho e forneceu as informações presentes nesta dissertação, que me ajudou significativamente na análise e compreensão da complexidade de um sistema integrado.

À minha orientadora Luciana Ferreira da Silva, exemplo de uma profissional apaixonada pela ciência, pela confiança, motivação, orientação e amizade.

E à minha família que me apoiou e sempre se manteve na torcida pelo meu sucesso.

RESUMO

A valoração econômica dos serviços ambientais tem se apresentado como um instrumento de distribuição ecológica, ou seja, uma forma de reconhecer economicamente a capacidade de preservação de cada sistema produtivo, para que o empreendimento internalize os custos ambientais por ele produzido. O sistema produtivo de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) se apresenta como uma nova alternativa de produção mais sustentável que a monocultura, pois consorcia a criação de bovinos à exploração florestal, integrando e alternando à lavoura. O sistema de iLPF propicia a geração de serviços ambientais, dentre os quais, o sequestro de carbono, que quantificado tem representatividade econômica e pode ser comercializado no mercado em nível internacional. Este trabalho tem por objetivo efetuar a valoração econômica dos créditos de carbono num sistema de iLPF, pelo estudo de aspectos ambientais e da cadeia produtiva do baixo carbono, com base em experimento de longa duração conduzido na Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS. Como metodologia, será replicado o método utilizado por Porfírio-da-Silva *et al.* (2010) para cálculo da biomassa de carbono e a metodologia proposta por Silva (2007) para quantificar a representação econômica do carbono sequestrado no sistema de produção. Os resultados serão apresentados na forma de dois artigos que compõem a dissertação.

Palavras-chaves: sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF); créditos de carbono; serviços ambientais.

ABSTRACT

The economic valuation of environmental services has been presented as an instrument of ecological distribution, in other words, a way to recognize the ability to economically preserve each production system, to internalize environmental costs incurred for the production. The production system of crop-livestock integration-forest (iLPF) presents itself as a new alternative to more sustainable production than monoculture because it associates cattle with forestry, integrating crop and alternating. The iLPF system promotes the generation of environmental services, including those services carbon sequestration, which quantified has economic and representativeness may be sold on the market at the international level. This work aims to make the economic valuation of carbon credits in the iLPF system, based on long-term experiment conducted at Embrapa Beef Cattle, Campo Grande, MS. As a methodology, will be replicated the method used by Porfírio-da-Silva et al. (2010) for calculating the Carbon biomass and the methodology proposed by Silva (2007) to quantify the economic representation of carbon sequestered in the production system. The results will be presented in the form of two articles that comprise the dissertation.

Key-words: crop-livestock integration system-forest (iLPF), carbon credits, environmental services.

LISTA DE FIGURAS

Artigo 1

1. Esboço das relações do sistema econômico com o meio ambiente	19
2. Dinâmica do pagamento por serviços ambientais.....	22
3. Ciclo de um projeto de MDL	24
4. Relação de crescimento da produção agrícola de cereais, leguminosas e oleaginosas no Brasil e de área utilizada para a colheita, de 2012 a 2013.....	28
5. Empréstimos do Brasil por volume do Banco Mundial (em milhões de dólares por período) destinados à programas de desenvolvimento	31
6. Crescimento dos fundos de Carbono e recursos do Banco Mundial (em milhões de dólares por período), no mundo.....	32
7. Relação entre o Crescimento dos fundos de Carbono e os Empréstimos do Brasil por volume do Banco Mundial (em milhões de dólares por período)	32
8. Proporção das terras em uso agrossilvipastoril dos estabelecimentos agropecuários no total da área territorial, segundo o tipo de utilização das terras Brasil - 1970/2006.....	33
9. Proporção comparativa das terras em uso agrossilvipastril dos estabelecimentos agropecuários no total da região do Brasil, nível nacional, regional e estadual – ano 2006	34
10. Proporção regional das terras em uso agrossilvipastoril dos estabelecimentos agropecuários no total da área territorial do Brasil – ano 2006.....	35
11. Proporção do estado do Mato Grosso do Sul das terras em uso agrossilvipastoril em relação aos estabelecimentos agropecuários no total da região do Centro-Oeste – ano 2006.....	36

Artigo 2

1. Localização da Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte em Campo Grande, MS e áreas de implantação de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta	45
2. Processo de implantação do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta.....	47
3. Relação de preço (em US\$) de mercado do carbono equivalente em relação aos anos de 2008 a 2014	57

LISTA DE TABELAS

Artigo 1

1. Tipos de serviços ambientais segundo categorias e ambientes	26
--	----

Artigo 2

1. Estimativa de mitigação da emissão de gases de efeito estufa em sistemas de iLPF com espaçamento 22 x 2, após 16 meses da implantação das árvores	55
--	----

2. Médias de diâmetro na altura do peito (DAP), altura, volume de madeira por árvore e volume de madeira por hectare para o sistema iLPF com espaçamento 22 x 2, após 36 meses da implantação das árvores	55
---	----

3. Estimativa de mitigação da emissão de gases de efeito estufa e potencial de neutralização da emissão de GEEs por bovinos (PNEB), em sistemas de iLPF com espaçamento 22 x 2, após 36 meses da implantação das árvores	56
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC.....	Agropecuária de Baixo Carbono
BACEN.....	Banco Central do Brasil
CAP	Circunferência à Altura do Peito
CNA	Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
CMMAD	Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CO ₂	Dióxido de Carbono
CQNUMC	Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
ILPF	integração lavoura-pecuária-floresta
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISAGRI	Índice de Sustentabilidade Ambiental Agrícola
MDL	Mecanismos de Desenvolvimento Limpo
MAPA.....	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MEA	Millennium Ecosystem Assessment
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MS	Mato Grosso do Sul
OCDE.....	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONG	Organização não governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
PAC	Plano de Aceleração do Crescimento
PER	Pressão-Estado-Resposta
PRODUSA.....	Programa de Estímulo à Produção Agropecuária Sustentável
PROPFLORA.....	Programa de Plantio Comercial e Recuperação de Florestas
PSA	Pagamento por serviços ambientais
PSE	Pagamento por serviços ecossistêmicos
RCE	Reduções Certificadas de gases do efeito estufa
SAF	Sistema agroflorestal

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	13
O mercado de crédito de carbono no agronegócio e sua inserção no sistema produtivo de ILPF	
Resumo	16
Abstract	16
1. Introdução	16
2. A dinâmica da comercialização dos serviços ambientais e suas abordagens teóricas.....	18
3. O mercado de baixo carbono no contexto do agronegócio	25
4. O mercado de baixo carbono no Brasil e no mundo.....	28
5. O sistema produtivo de ILPF e suas potencialidades.....	33
6. Considerações finais	37
7. Referencias bibliográficas	38
Valoração econômica da massa de carbono no sistema ILPF da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.	
Resumo	42
Abstract	42
1. Introdução	42
2. Material e métodos	44
2.1. Caracterização da área de estudo	45
2.1.1. Tratamento realizado na área experimental	51
2.2. Quantificação da massa de carbono	54
2.2.1. Quantificação da massa de carbono para pastagem.....	54
2.2.2. Quantificação da massa de carbono para floresta.....	54
2.3. Métodos de precificação de carbono.....	55
3. Resultados e Discussão.....	55
4. Considerações finais.....	58
5. Referencias bibliográficas	60
Referências bibliográficas gerais.....	62

1. INTRODUÇÃO GERAL

A economia do Estado do Mato Grosso do Sul, MS é caracterizada e movimentada pelo agronegócio. Dentro dos diversos elos que compõem a cadeia produtiva do *agrobusiness* (ARAÚJO, 2003), a agricultura familiar é responsável pelo fornecimento de grande parte de insumos iniciais e matéria-prima da região.

Vale ressaltar que além da representação econômica, o processo familiar da produção agrícola reflete significativas consequências sociais positivas. Problemas sociais são amenizados com políticas de incentivos ao desenvolvimento de pequenas propriedades rurais, evitando o inchaço populacional dos centros urbanos, além de estimular a criação de novos métodos de manejo e conhecimentos locais. (GUANZIROLI *et al.*, 2012)

Um aspecto a ser desenvolvido dentro do agronegócio, que tem revelado um grande ramo a ser explorado é o ambiental, na medida em que todos os processos econômicos produzem externalidades¹ (AMAZONAS, 1994). Assim, os esforços são contínuos para a otimização da utilidade dos recursos naturais e para a minimização da poluição emitida na cadeia produtiva.

A importância da valoração econômica de um recurso natural ocorre na medida em que se traça um parâmetro monetário do serviço ambiental analisado em relação aos outros bens e serviços economicamente disponíveis (MOTTA, 1998).

O sistema de integração de lavoura-pecuária-floresta (iLPF) consiste numa prática produtiva, no qual visa o manejo conjunto entre lavouras, criação de bovinos e exploração florestal. A técnica se baseia na integração, sucessão ou rotação dos componentes envolvidos. Dessa forma, o sistema tende a se contrapor aos modelos atuais de monocultura, podendo ampliar os benefícios ambientais e econômicos nas propriedades que o adotam (FLORES, *et al.*, 2010).

Os benefícios do sistema de iLPF são abordados por várias pesquisas, quanto às melhorias proporcionadas nos aspectos químicos, físicos e biológicos do solo (KLUTHCOUKI; STONE, 2003) apresentando significativos benefícios para o solo. De acordo com Castro Júnior (1998), a implantação de algumas leguminosas (soja, feijão), com

¹ Externalidade: é o resultado do balanço de poder (sendo gerada ou eliminada). Na visão estrita, compreende o que é externo à troca voluntária e centrada no mercado. Na visão ampla, é percebida como uma forma de comportamento institucionalizado, considerando as variadas formas institucionais imperfeitas. (LARKIN, 1986 *apud* AMAZONAS, 1994). No contexto intertemporal do uso dos recursos naturais, o conceito de externalidade pode ser entendido não apenas como um custo direito imediato sofrido pela sociedade, mas também como um “custo indireto a ser sofrido, o qual se manifestará não apenas na distinção entre custos privados e sociais, mas também no perfil em que estes se modificarão no tempo”.

gramíneas perenes (pastagens), sob um correto manejo com herbicidas, mostraram-se viáveis, trazendo vantagens como: aumento na qualidade nutricional dos animais; presença de cobertura ao solo; redução de despesas na dieta animal; e também, redução no custo com adubação nitrogenada na área.

As condições geográficas, culturais e políticas do MS favorecem para a dinâmica da produção e aprimoramento do agronegócio. A economia da região se move e se intensifica, predominantemente, em função desse ramo de atividade, e conseqüentemente interferem no meio ambiente.

Os órgãos oficiais justificam a necessidade do aumento da produção de alimentos, seja para acompanhar o aumento da demanda populacional ou para aumentar a receita na balança comercial do país. São dos diversos projetos da FAO, juntamente com o Governo brasileiro, que visam realizar ações estratégicas para viabilizar a implementação dos resultados esperados quanto segurança alimentar e nutricional, pois estes resultados são metas do Brasil e do mundo (FAO, 2014).

Em contrapartida, não se pode negar que o agronegócio interfere no curso natural das atividades o que justifica o discurso do impacto ambiental negativo, pois corrobora para o atual padrão de produção e consumo definido pelo sistema fordista, que encontrou na produção em linha, na divisão das tarefas dos operários e na automatização da produção a forma de atender a pressão da massa (CORIOLANO, 2009).

Este olhar para um desenvolvimento sustentável, decorreu em parte da globalização econômica e tecnológica associada com o aumento e rapidez das informações que, estão levando a sociedade a mudanças estruturais através da criação de novos hábitos e visões do mundo.

Essas novas formas de ver o mundo estão afetando as empresas e demandando destas uma nova concepção na produção, comercialização e venda. Anteriormente as empresas só buscavam o lucro, mas nos dias atuais passaram a assumir responsabilidades sociais, econômicas e ambientais na tentativa de promover o bem-estar da sociedade (BECKER; HOFFMANN; KRUSSE, 2007), bem como, para o aumento da competitividade e sobrevivência.

Para atender ao novo mercado que requer da produção boas práticas, o modelo de produção em iLPF se apresenta como uma proposta para atender a estes anseios, sugerindo a comercialização dos créditos de carbono, para gerar renda alternativa. O modelo integrado de produção também é uma oportunidade para divulgação de informações e reforço de um

processo de conscientização dos gestores e da própria comunidade de agronegócios na região da importância do desenvolvimento sustentável, com responsabilidade ambiental.

Para tanto, verifica-se a necessidade de analisar a viabilidade da comercialização dos créditos de carbono num sistema de iLPF por meio da valoração do serviço ambiental de sequestro de carbono fornecido por este sistema.

Assim, o **problema de pesquisa** é valorar economicamente os resultados ambientais, especificamente quanto ao sequestro de carbono, decorrentes do sistema de iLPF. Em outros termos, a **questão** que se coloca na pesquisa é identificar quais são as vantagens econômicas, relacionadas ao sequestro de carbono, na manutenção do sistema de iLPF?

Parte-se do **pressuposto** de que o sistema de iLPF é capaz de gerar biomassa de carbono, e esse ativo tem representação econômica no mercado, sendo possível a sua valoração econômica.

Assim o **objetivo principal** dessa pesquisa é efetuar a valoração econômica de serviços ecossistêmicos de sequestro de carbono num sistema de iLPF, pelo estudo de aspectos ambientais e da cadeia produtiva do baixo carbono em experimento realizado na Embrapa Gado de Corte de Campo Grande, MS. A principal contribuição da dissertação será de identificar o estado da arte do sistema de iLPF, ao que tange aos serviços ecossistêmicos, a qual, espera-se, estimular novas pesquisas e discussão acerca desta tecnologia de produção, bem como acerca da gestão prudente e eficiente do capital natural.

Além do objetivo principal, os objetivos específicos da pesquisa consistem em identificar as diretrizes da cadeia produtiva para o mercado de créditos de carbono, quantificar a massa de carbono produzido no experimento em questão e valorar economicamente (precificar) a massa de carbono produzida na área, para identificar a possibilidade de renda com esse produto.

O trabalho está organizado em dois artigos, sendo o primeiro deles teórico-revisional, denominado “O mercado de crédito de carbono no agronegócio e sua inserção no sistema produtivo de iLPF” e o segundo empírico denominado “Valoração econômica da massa de carbono no sistema de iLPF da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS”.

O mercado de crédito de carbono no agronegócio e sua inserção no sistema produtivo de iLPF

Resumo

Faz-se necessário um resgate dos embasamentos teóricos das relações entre meio ambiente e sistema econômico, com fundamentos nas correntes da Economia Ambiental Neoclássica e Economia Ecológica. No contexto de dependência do bem-estar humano em relação aos serviços ecossistêmicos, bem como a sustentabilidade e responsabilidade ecológica, surge a dinâmica do capital natural e sua inserção no mercado, por meio dos instrumentos econômicos e Pagamentos por Serviços Ecossistêmicos (PSE). O trabalho prioriza casos de serviços ecossistêmicos e sua relação com o agronegócios brasileiro, para apresentar um ensaio teórico e o estado da arte da comercialização do serviço ambiental de sequestro de carbono no país no contexto do agronegócio. E por fim, traçar um comparativo entre a inserção do Brasil em relação e outros países no mundo em relação a participação no mercado de carbono.

Abstract

It is necessary a rescue of ramming theoreticians of the relationships between environment and economic system, with foundations in the chains of Neoclassical environmental economics and ecological economics. In the context of human welfare dependency in relation to ecosystem services, as well as the sustainability and ecological responsibility, the dynamics of natural capital and its insertion in the market, by means of economic instruments and payments for ecosystem services (PES). The work gives priority to cases of ecosystem services and its relationship with the Brazilian agribusiness, to present a theoretical test and State of the art marketing the environmental service of carbon sequestration in the country in the context of agribusiness. And Lastly, draw a comparison between Brazil's insertion compared and other countries in the world in relation to participation in the carbon Market.

1.1. Introdução

A valoração de serviços ecossistêmicos está baseada nos pressupostos neoclássicos, pois é um instrumento de mensuração monetária dos benefícios providos pelos recursos ambientais, que visa a incorporação do ambiente e da consciência de input-output no processo de desenvolvimento. (AMAZONAS, 1994) Apesar de alguns autores como Ricardo Augusto Felício (2012), considerar a dinâmica de valoração de serviços ecossistêmicos inadequada por se fundamentar em regras do sistema econômico, é uma ferramenta necessária para melhor gestão do capital natural e preservação de seus serviços, é um instrumento econômico convencional. (ANDRADE, 2010)

São três as principais escolas que estudam o aspecto ambiental na economia: a escola clássica e a escola neoclássica e o que elas divergem da escola da economia ecológica. Arthur Cecil Pigou, em 1919, apresentou conceitos como: custos privados e custos sociais, cuja aplicação refletia em externalidades. Para equiparar os custos privados aos custos sociais, propôs a internalização das externalidades mediante a cobrança de taxas (MACEDO, 2002).

As escolas apresentam propostas e instrumentos para viabilizar a consciência ambiental, tais como a valoração de serviços ambientais, políticas de controle e comando, elaboração e aplicação de índices e indicadores ambientais como a pegada ecológica. (AMAZONAS, 1994)

Verifica-se que a economia ambiental é uma corrente ainda não influente no pensamento econômico que tenta ampliar o escopo da análise dos problemas ambientais, reivindicando a contribuição de outras disciplinas com o objetivo geral de apresentar uma visão sistêmica sobre a relação meio ambiente-economia (ANDRADE, 2010).

Assim, é possível supor uma relação entre o meio ambiente e o *agrobusiness*, na medida em que os recursos naturais são insumos e estruturas para as diversas cadeias produtivas do agronegócio.

As estruturas organizacionais, a assimetria de forças, a agricultura comercial, as questões de renda familiar e as regras governamentais são algumas das características qualitativas do *agribusiness*, termo originário para agronegócios, que demonstram a complexidade da temática, bem como o envolvimento com a reserva de recursos naturais (DAVIS; GOLDBERG, 1957).

O agronegócio pode ser conceituado como “a soma das operações de produção e distribuição de suprimentos agrícolas, das operações de produção nas unidades agrícolas, do armazenamento, processamento e distribuição dos produtos agrícolas e itens produzidos a partir deles” (DAVIS; GOLDBERG, 1957 *apud* BATALHA; SILVA, 2008).

Dessa forma, as variáveis como produtores, indústrias, atacado, varejo, consumidores e governo são agentes capazes de modificar, manter, criar ou excluir características que compõem a própria estrutura do agronegócio.

O avanço tecnológico propicia diversas mudanças no agronegócio, na medida em que acelera o ritmo do fluxo de informações entre os agentes, tornando as relações que envolvem os *stakeholders*², colaboradores, do agronegócio cada vez mais complexas. As exigências impostas para satisfazer os anseios dos mesmos passam a ser maiores e mais requintadas, sendo necessárias mudanças também no modo de produção para adequá-lo ao gosto, à preferência e ao padrão de consumo vigente.

Dentre as determinações da estrutura do agronegócio, destaca-se a demanda por produtos que reflitam em “consumo mais eficiente” (COHEN, 2007 *apud* OLIVEIRA; CANDIDO, 2010); razão pela qual se visualiza uma possível relação entre agronegócios e

² *Stakeholder* é qualquer indivíduo ou grupo de indivíduos que pode afetar ou é afetado pelo alcance dos objetivos de uma organização (FREEMAN, 1984).

mercado de carbono. Por isso, identificamos o seguinte **problema de pesquisa**: a necessidade de esclarecer a relação entre esses dois fatores, agronegócios e cadeia produtiva do mercado de carbono. Conseqüentemente, a **questão** pode ser exposta da seguinte forma: Qual o estado da arte do mercado de carbono no contexto do agronegócio?

Parte-se do **pressuposto** de que existe relação entre o agronegócio e o mercado de carbono, sendo possível a exploração deste no sistema de iLPF .

O **objetivo principal** deste ensaio teórico é identificar as diretrizes do mercado de créditos de carbono no contexto do agronegócio, por meio de revisão bibliográfica e dados do Banco Mundial e do Carbono Brasil, comparando a produção brasileira em relação à produção mundial.

Para atingir o objetivo principal, foram estabelecidos alguns **objetivos específicos** como apresentar a dinâmica da comercialização dos serviços ambientais e suas abordagens teóricas; caracterizar o mercado de carbono no contexto do agronegócio; identificar o estado da arte do mercado de carbono nacional comparando-o ao mercado internacional; e por fim discutir sobre o sistema produtivo de iLPF e suas potencialidades.

O **ensaio teórico** foi organizado de forma a apresentar a dinâmica do Pagamento dos Serviços Ambientais e dos mecanismos para a comercialização do crédito de carbono, o mercado de carbono no contexto do agronegócio e a participação de outros países do mundo e do Brasil, comparando dados extraídos dos sites do Banco Mundial e do Carbono Brasil.

2. A dinâmica da comercialização dos serviços ambientais e suas abordagens teóricas

O conjunto de sistemas compostos de interações entre os seres vivos e não vivos em seus ambientes, de forma complexas, dinâmicas e contínuas, constitui o ecossistema (MEA, 2003 *apud* ANDRADE, 2010). Os elementos integrantes desses sistemas, inclusive o ser humano, relacionam-se de modo a movimentar um fluxo de energia que tende a gerar o padrão de retroalimentação que visa um equilíbrio dinâmico evolutivo (LEVIN, 1998 *apud* ANDRADE, 2010).

Nesse sentido, o homem é um dos diversos elementos dos sistemas, cujas interações são realizadas com grande intensidade, gerando uma modificação nos padrões de fluxos anteriormente acontecidos.

O capital natural é definido como a totalidade dos recursos naturais disponíveis, que desempenham uma função ecológica dentro dos seus respectivos ecossistemas e geram fluxos de serviços que contribuem para o bem-estar humano (ANDRADE, 2010).

Importante ressaltar que o conceito de capital natural se difere de capital construído pelo homem, não sendo substitutos perfeitos, tendo em vista o caráter complementar, justificados pela escassez. (COSTANZA, DALY, 1992 *apud* ANDRADE, 2010).

No contexto em que se considera a importância do capital natural, é que surge instrumentos para a sua valoração. A conscientização da importância dos serviços ecossistêmicos e da limitação dos recursos naturais reflete diretamente nos modelos de gestão sustentável dos ecossistemas, gerando a necessidade de modelos inovadores capazes de aproximar uma conciliação entre a preservação e os interesses econômicos.

A relação entre a demanda do sistema econômico com o meio ambiente é determinada pela demanda por produção para atender o padrão de consumo dos indivíduos. Como pode ser identificado pela Figura 1 que segue:

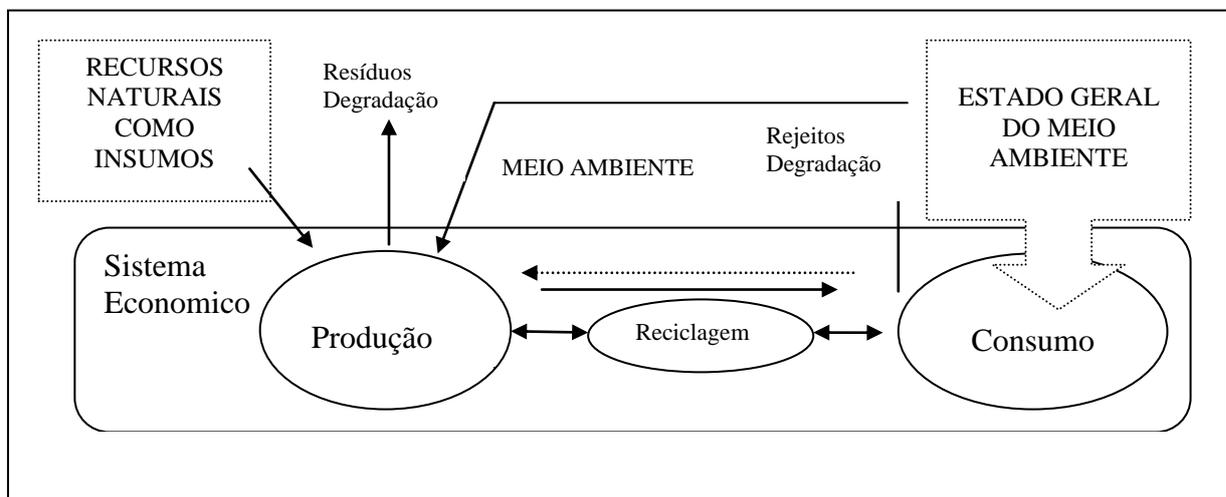


Figura 1 – esboço das relações do sistema econômico com o meio ambiente

Fonte: Muller (2007, p. 456) *apud* Andrade (2010)

Verifica-se que a interação entre o meio e o sistema econômico ocorre continuamente, na medida em que os recursos naturais, que compõem a estrutura dos ecossistemas, são extraídos e devolvidos como resíduos. Essa movimentação, intensificada pela ação humana, transforma as características intrínsecas de variabilidade e coevolução, bem como as extrínsecas como de espaço (ANDRADE, 2010).

Ocorre que a preservação do ecossistema tende a ser inverso aos interesses econômicos, pois o modelo de desenvolvimento predominante ainda versa o crescimento contínuo da economia, desconsiderando as limitações dos recursos naturais. Sendo identificado neste contexto, o padrão de consumo pautado na acumulação de objetos

(produtos da transformação da natureza pelo homem) que representam signos do prazer e da felicidade (OLIVEIRA; CANDIDO, 2010).

Diversas abordagens tratam sobre as significantes modificações do meio ambiente, resultantes das intervenções antrópicas³, apresentando princípios com prioridades diferentes para uma melhor interação entre o meio ambiente e o sistema econômico. São elas representadas pelas seguintes correntes teóricas: a abordagem da ecologia humana, a abordagem neoclássica e a abordagem da economia ecológica.

Na primeira abordagem, quanto a ecologia humana, busca o entendimento da relação e adaptação do homem com o ambiente natural. A interação de populações humanas com o ambiente é analisada sob o ponto de vista da ecologia de sistemas e evolutiva juntamente com a ecologia cultural, etnobiologia e sociobiologia. A escola exige metodologia específica de acordo com as variáveis ambientais que relacionam para entender o comportamento humano. Exemplos de estudos sob o aspecto social, ambiental e conservacionista, destacam-se Diegues & Sales (1988) e Diegues (1989, 1990) *apud* Begossi (2012).

A economia ambiental neoclássica é uma das correntes no qual explicam como os mecanismos de mercado, oferta e demanda, influenciam e compõe a formação dos preços, a produção e a distribuição de renda, considerando fatores ambientais e de sustentabilidade. Defendem a possibilidade da continuidade do crescimento econômico e da solução dos problemas ambientais por meio de modificações em instituições econômicas e sociopolíticas, tendo por fundamento as teorias de Paul Samuelson, Robert Solow e Joseph Stiglitz.

Destaca-se que os neoclássicos consideram que o meio ambiente é neutro e passivo às variáveis econômicas, contudo reconhecem os impactos negativos causados ao meio ambiente pelo sistema econômico. Assim, o instrumental está voltado para a mensuração dos impactos negativos, também denominado de externalidades; a fim de que o estado geral do meio ambiente (preocupação secundária) garanta o bem-estar dos indivíduos (prioridade) (ANDRADE, 2010).

Na terceira abordagem a resolução do conflito entre meio ambiente e anseios econômicos é vislumbrada tão somente pela política de sustentabilidade ecológica, ou seja, uma radical reestruturação de valores culturais a sociedade e pela imposição de limites à expansão contínua da produção. Seus principais estudiosos são Georgescu-Roegen e Robert Constanza (ROMEIRO, 2000 *apud* ANDRADE, 2010).

³ Antrópica: do grego *anthropos*, que significa homem. Adjetivo. É aquilo que resulta da ação ou atuação humana, feita pelo homem.

Economia Ecológica possui uma visão ampla, ecológica, interdisciplinar e holística, que inclui à economia ambiental neoclássica e estudos do impacto ecológico como subconjuntos, mas também incentivar novas formas de pensar sobre as ligações entre sistemas ecológicos e econômicos, tendendo a impor a preservação dos sistemas naturais sobre as forças econômicas (CONSTANZA, 1989). A dinâmica de pagamentos de serviços ambientais (PSA) é um instrumento da abordagem neoclássica, que apesar de não poder reverter os pontos de pressão das atividades antrópicas ao *status quo*⁴ ante, como defende a economia ecológica, é necessária devido sua capacidade de minimizá-los (BARBIER, 2003).

Para compreender os serviços ecossistêmicos como benefícios para os seres humanos decorrentes de determinadas funções ecossistêmicas; os serviços ambientais expressam os serviços oferecidos por agentes econômicos na proteção e/ou recuperação de bens ambientais geradores de serviços ecossistêmicos.

O pagamento por estes serviços ambientais reflete a representação econômica desses serviços, no contexto mercadológico. Contudo, não pode desconsiderar que os fundamentos da abordagem da Economia Ecológica, a exemplo da justiça intra e intergeracional do ativo ambiental, motivam ações que sustentam o PSA, tanto é que existem organizações não governamentais ONGs⁵ que viabilizam as transações.

A ferramenta de PSA pode ser utilizada para atender política pública de conservação e preservação do meio ambiente, na medida em que podem ocorrer pagamentos por parte de órgãos públicos para proprietários privados que mantenham ou incrementem áreas florestais capazes de gerar serviços ecossistêmicos.

Os serviços ambientais, especialmente a conservação da biodiversidade e a fixação de carbono, voltados à qualidade de vida por meio de SAFs fazem parte de uma importante estratégia de uso da terra (BOLFE, 2010 *apud* MANGABEIRA, 2011). Assim, os SAFs quando utilizadas por meio de uma metodologia cientificamente avaliada, podem se inserir como mecanismos de desenvolvimento limpo (MDL) no contexto do Protocolo de Kyoto, principalmente como fixadores de carbono.

Outras vantagens como o maior potencial biológico da terra, aumento na produção agrícola e diminuição na pressão sobre os recursos naturais, além dos resultados econômicos, resultam das SAFs e favorecem o desenvolvimento das populações e a diminuição das

⁴ *Status quo*: “locução latina, exprimindo o mesmo estado, o estado em que está, a exata situação ou a posição das coisas. É geralmente empregada, na linguagem jurídica, justamente para aludir à forma, posição, ou situação das coisas, ou dos fatos, em determinados momento, isto é, ou depois de certo acontecimento.” (SILVA, 2004, p 1327).

⁵ ONG - caracterizadas por não ter fins lucrativos

desigualdades sociais. O agricultor e a comunidade como potenciais prestadores de serviços ambientais podem receber subsídios diretos para a implantação de projetos dentro do contexto de MDL e obter os resultados da implantação e manejo de SAFs (BOLFÉ, 2010 *apud* MANGABEIRA, 2011).

De acordo com Sven Wunder, o esquema do pagamento de serviços ecossistêmicos são fundamentados em cinco pressupostos: transação voluntária, objeto é um serviço ambiental bem definido ou modo de uso da terra para assegurar um serviço, é comprado por um ou mais compradores de serviço ambiental, a negociação deve envolver no mínimo um serviço ambiental e existirá apenas se continuar a suprir aquele serviço (FOREST TRENDS; THE KATOOMBA GROUP; UNEP, 2008).

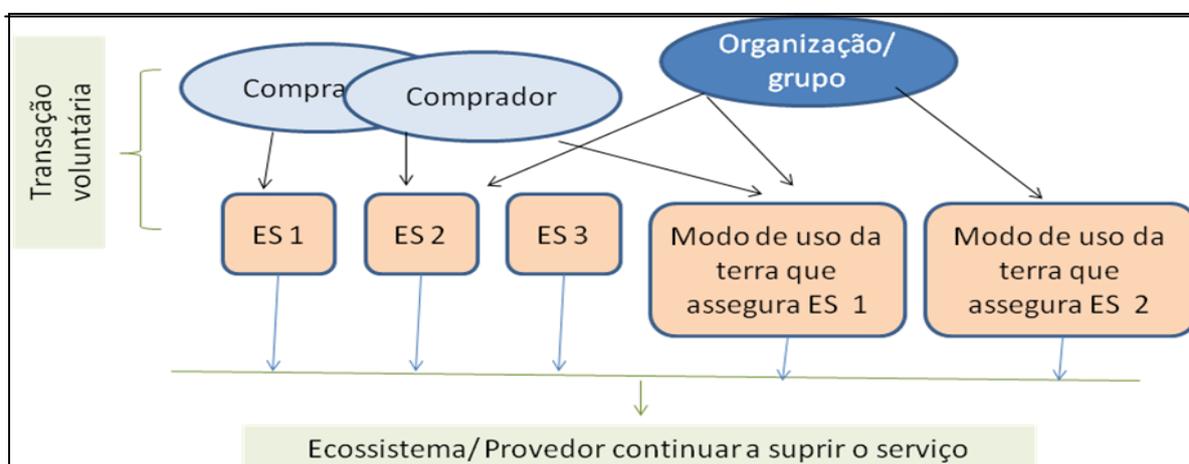


Figura 2 – Dinâmica do pagamento por serviços ambientais

Fonte: elaborado pela autora a partir do esquema de Sven Wunder *apud* Forest Trends; The Katoomba Group; UNEP (2008).

Os diversos serviços ambientais são representados com ES (*Ecosystem Services*) na figura 2, que podem ser classificados em quatro grupos: os serviços de provisão ou abastecimento como alimentos, recursos genéticos, fibras e material para combustível; os serviços de regulação para questões climáticas, de doenças, biológicas e curso normal da natureza; os serviços culturais, a exemplo do ecoturismo, estético, religioso, educacional e espiritual; bem como os serviços de suporte como o de formação do solo, produção de oxigênio e ciclagem de nutrientes (MEA, 2003).

Para a materialização das transações referentes ao pagamento dos serviços ambientais, faz-se necessária uma política governamental que fixe o nível máximo de poluição agregado permitido e divida esse total em cotas representadas por licenças. As licenças são alocadas ou leiloadas entre os agentes envolvidos. Uma vez distribuídas, os agentes possuem a liberdade de comercializarem esses direitos (CAIRNCROSS, 1992 *apud* ALMEIDA, 1998).

Para melhor compreender as etapas percorridas por um projeto de MDL, que perpassam do desenvolvimento do projeto de redução de emissões à comercialização dos créditos resultantes, vejamos a figura 3 que segue:

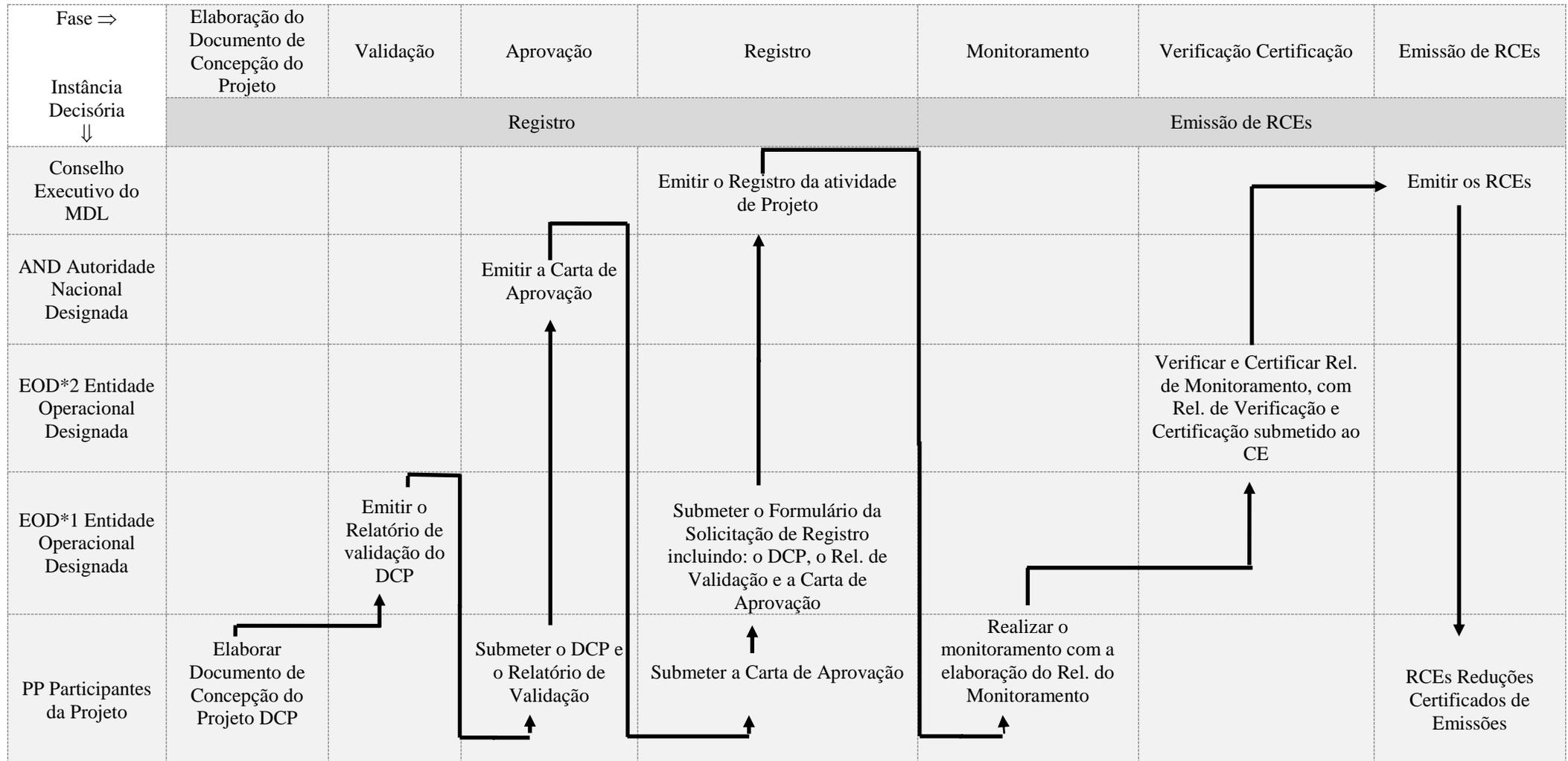


Figura 3: Ciclo de um projeto de MDL.

Fonte: Banco mundial *apud* MCT (2009).

3. O mercado do baixo carbono no contexto do agronegócio

A importância e a atenção para o agronegócio no Brasil aumenta a partir de alguns fatores que afetaram de forma a desequilibrar a balança comercial brasileira, de forma que os produtos agroindustriais passaram a representar o equilíbrio das contas externas. Outros fatores, como a exigência do mercado consumidor (que passaram a conhecer os produtos importados), e a internacionalização do mercado varejista, contribuíram para o aumento da importância dada ao agronegócio brasileiro (BATALHA; SILVA, 2008).

A noção de cadeia agroindustrial pode ser dividida em dois grupos: uma com ênfase na coordenação da cadeia e sua estrutura e outra com ênfase na gestão empresarial das empresas agroindustriais como ferramenta. No primeiro grupo, o espaço analítico delimitado pelos contornos externos da cadeia produtiva, enquanto no segundo o espaço é mesoanalítico delimitado pela interação da cadeia produtiva com outras a ela relacionadas.

Considerando a ideia de que uma empresa só é competitiva se ela faz parte de uma cadeia competitiva, é necessária análise de fatores externos da cadeia produtiva da carne, soja e madeira (típicas da agroindústria), por exemplo a sensibilidade para o mercado de carbono. E não menos importante, é necessária a análise da gestão da cadeia produtiva, fatores internos como a escolha do sistema produtivo e seus reflexos nas demais cadeias produtivas.

Algumas ONGs defendem o argumento das ONGs europeias, e afirmam que a quantificação do carbono florestal é pouco específico, e que pode desviar os verdadeiros objetivos do Protocolo de Kyoto, com a possibilidade de os países desenvolvidos, não reduzirem suas emissões domésticas de carbono. Outro ponto é que os benefícios referentes a proposta dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo - MDL de estímulo a geração de tecnologias voltadas para a energia limpa, e a proposta de encaminhar o desenvolvimento sustentável em países em desenvolvimento seriam ignoradas. Assim como, a presença das florestas nativas no âmbito do MDL ofuscaria a atenção para a necessidade urgente de mudança no cenário atual do mercado de combustíveis fósseis (YU, 2004).

Apesar dos cenários hipotéticos sobre os desdobramentos das políticas ambientais, verifica-se o esforço das instituições pela busca do fundamento técnico-científico pelo qual se justifica cada vez mais a adoção de medidas para a conservação ambiental.

O mercado de baixo carbono tem por fundamento a dinâmica do pagamento por serviços ambientais, sendo o sequestro de carbono um dos serviços ambientais fornecidos pelo ecossistema, que conseqüentemente resulta na manutenção do microclima.

Visualiza-se na tabela seguinte que o sequestro de carbono pode ser classificado como serviço de regulação, na medida em que sua ocorrência propicia a regulação climática dos diversos ambientes.

Tabela 1: Tipos de serviços ambientais segundo categorias e ambientes.

<i>Serviços Ambientais</i>	<i>Florestas</i>	<i>Oceanos</i>	<i>Culturas/ Terras agrárias</i>
Serviços de provisão ou abastecimento	<ul style="list-style-type: none"> • Alimento • água potável • combustível • fibra 	<ul style="list-style-type: none"> • alimento 	<ul style="list-style-type: none"> • alimento • combustível • fibra
Serviços de regulação	<ul style="list-style-type: none"> • regulação climática • regulação enchentes • regulação enfermidades • purificação da água 	<ul style="list-style-type: none"> • regulação climática • regulação de enfermidades 	<ul style="list-style-type: none"> • regulação climática • purificação da água
Serviços auxiliares ou de suporte	<ul style="list-style-type: none"> • ciclos nutritivos • formação dos solos • produção de oxigênio 	<ul style="list-style-type: none"> • ciclos nutritivos • produção primária 	<ul style="list-style-type: none"> • ciclos nutritivos • formação dos solos • produção de oxigênio
Serviços culturais	<ul style="list-style-type: none"> • estética • espiritual • educacional • recreacional 	<ul style="list-style-type: none"> • estética • espiritual • educacional • recreacional 	<ul style="list-style-type: none"> • estética • educacional

Fonte: MEA, 2005.

A tabela 1 correlaciona os diversos serviços ambientais a três ambientes pelos quais podem ser obtidos: florestas, oceanos e culturas ou terras agrárias. A coincidência entre os ambientes que geram os benefícios ambientais e o ambiente necessário para a produção agrícola afasta a ideia de custo de oportunidade entre os produtos e possibilita a coexistência entre ambos (AMAZONAS, 1994).

Visualiza-se que o desenvolvimento da economia tem-se expandido com investimentos em processos e tecnologias limpas e eficientes. Direcionada a redução de emissão de poluentes, especialmente emissões de CO₂, as RCEs também são comercializadas no mercado de carbono (CARBONO BRASIL, 2012).

Para a regulação da comercialização do carbono, iniciativas no setor privado tem se mobilizado para que haja efetiva previsão legal, por meio de regras de controle e gerenciamento de mercados, para proporcionar um efetivo incentivo para investimentos em pagamentos por serviços ecossistemas. Algumas destas iniciativas já resultaram em normativas, especialmente para o mercado de carbono, pode-se citar: nos EUA, Iniciativa Regional de Gases do Efeito Estufa, Califórnia Climate Act de 2006, e Oregon CO₂ Padrão; na Austrália Esquema de redução dos gases de efeito estufa; o Protocolo de Quioto e a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima - CQNUMC. (FOREST TRENDS; THE KATOOMBA GROUP; UNEP, 2008).

Com a regulamentação deste mercado, organizações ficam estimuladas a trabalhar neste setor, para tanto valem-se dos arranjos de mercado, também utilizados pelos agentes do agronegócio.

Estimava-se, em meados de 2005, que dentre os países compradores de carbono, 60% eram da União Europeia, seguidos de 21% do Japão e 4% do Canadá. E dentre os países que mais ofertavam os créditos estavam a Índia, com um considerável volume, seguida pelo Brasil e pelo Chile. Ressaltando que no caso da União Europeia, o não cumprimento de suas metas de emissão, resultaria em multas de 40 euros por tonelada de carbono excedente a partir de 2007 (GUTIERREZ, 2007).

O início de 2011 não ocorreu de forma estável para os mercados de capitais pelas consequências da crise financeira de 2008-2009, ascensão do Oriente Médio, fechamento de centrais nucleares no Japão e na Alemanha e outras variáveis que pudessem levar as economias da União Europeia (EU) a uma segunda recessão. A volatilidade da economia em relação as commodities de energia, inclusive de carbono, refletiu na queda dos preços do carbono no final do ano (KOSSOY *et. al.*, 2012).

Contudo, em 2011, o valor do mercado global de carbono subiu em 2011, impulsionado principalmente pelo forte crescimento no volume de transações. O valor total do mercado cresceu 11% de 2010 a 2011, chegando a US\$176 bilhões de dólares (€126 bilhões), com volumes de transações atingindo o novo recorde de 10,3 bilhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente (KOSSOY *et. al.*, 2012).

Com a deterioração dos preços e queda na demanda das metas de redução, a dúvida sobre a capacidade dos preços correntes em investimentos em projeto de baixo carbono no longo prazo trouxe à tona um dos principais desafios neste mercado: um excesso de oferta resultante da demanda como resposta ao cenário macroeconômico atual em face à oferta pré-estabelecida determinada sob condições de mercado muito diferentes (KOSSOY *et. al.*, 2012).

Verifica-se que cada um dos seguimentos: lavoura, pecuária e floresta, representam grande parcela da produção agropecuária e da extensão territorial brasileira.

A produção agrícola de cereais, leguminosas e oleaginosas no Brasil está crescendo significativamente, bem como sua potencialidade. Em 2012, obteve-se 161,9 milhões de toneladas e, em 2013, a produção totalizou 188,2 milhões de toneladas, ou seja, o crescimento dentro de um ano foi superior a 16,2%. Quanto à área utilizada para a colheita, em 2012 foi de 48,8 milhões de hectares e em 2013 de 58,8 milhões de hectares, representando um acréscimo de 8,1% (IBGE, 2013a), conforme Figura 4, que segue:

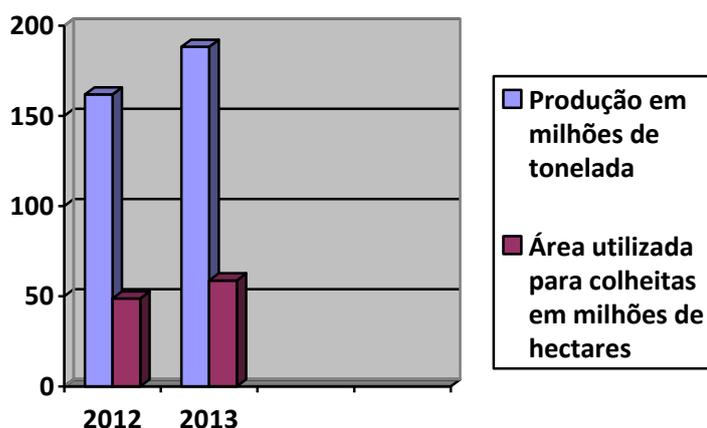


Figura 4 – Relação de crescimento da produção agrícola de cereais, leguminosas e oleaginosas no Brasil e de área utilizada para a colheita, de 2012 a 2013.

Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

Verifica-se que a produção agrícola tem se encaminhado para um formato mais intensivo do uso da terra, tendo em vista que o percentual de acréscimo da produção representa o dobro do percentual de acréscimo de áreas colhidas.

Tendo em vista que a superfície do Brasil totaliza o valor de 8.515.767,049 km², ou seja, 851,5 milhões de hectares (IBGE, 2013b). Assim, o uso de 58,8 milhões de hectares para lavoura representa 6,9054 % da extensão territorial brasileira.

No terceiro trimestre de 2013, a produção agropecuária apresentou uma taxa acumulada ao longo do ano em relação ao mesmo período do ano anterior, sendo destaque ante o crescimento de 8,1%, juntamente com a indústria (1,2%) e os serviços (2,1%), para compor a referida taxa acumulada do produto interno bruto (PIB) gerado pelo país (2,4%). (IBGE, 2013c)

4. Mercado do baixo carbono no Brasil e no mundo

A fim de atender as pressões da sociedade por práticas mais sustentáveis, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) lançou em seu Plano Agrícola e Pecuário de 2008-2009, o Programa de Estímulo à Produção Agropecuária Sustentável (PRODUSA), que com linha de crédito específica para a implantação e ampliação de sistemas de integração de agricultura, pecuária e silvicultura, objetivou, dentre outras diretrizes, a implantação de sistemas produtivos sustentáveis, principalmente para recuperação de áreas e pastagens degradadas. (BRASIL, 2008 *apud* ALMEIDA, *et al.*, 2012).

Em 2009, na 15ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP-15) realizada em Copenhague, na Dinamarca, o Brasil apresentou, dentro dos Planos de Ação Setoriais, uma relação de ações voluntárias de acordo com os princípios e provisões estabelecidos pela Convenção sobre Mudança do Clima. Na categoria Agropecuária do Plano, constou o Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono.

No Brasil, o Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono, do Governo Federal, visa um ciclo de desenvolvimento agropecuário também sustentável. A criação do Programa para Redução de Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura (Programa de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono ou ABC), pelo MAPA, Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) e entidades representativas dos produtores, propiciou a execução do plano, tendo como instrumento o financiamento das práticas, das tecnologias e dos sistemas produtivos que contribuem para a redução dos gases causadores do efeito estufa. (CNA, 2012)

O Projeto Agricultura de Baixo Carbono – Capacitação, realizado pela parceria entre a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) e a Embaixada Britânica, tendo o apoio do MAPA, da Embrapa e do Banco do Brasil tem o objetivo de que, até 2013, agricultores do Brasil, além de formadores de opinião e grupos de reflexão da agricultura estejam apoiando e implementando o Programa ABC. (ABC, 2013)

Os recursos do sistema BNDES, Caderneta de Poupança Rural (MCR 6-4) e fundos constitucionais financiam a linha de crédito rural oficial do Programa ABC, inserida no Plano Safra 2010-2011 pelo montante de R\$ 2 bilhões, entrou em vigor em 17.08.2010, data da publicação da Resolução nº 3896, com alterações dada pela Resolução nº 3.979 do Banco Central - BACEN, de 31.05.2011. O valor disponível passou para R\$ 3,15 bilhões com a incorporação dos recursos do PRODUSA e do Programa de Plantio Comercial e Recuperação de Florestas (PROPFLORA). (BRASIL, 2010 *apud* ALMEIDA, *et al.*, 2012).

O acesso a essa linha estão relacionadas às metas de redução de emissão de gases do efeito estufa e, conseqüentemente, à projetos que adotem de técnicas de agricultura sustentável. As condições dos financiamentos estabelecem limite de crédito de R\$ 1.000.000,00 (um milhão de reais) por beneficiário e por ano-safra, taxa de juros de 5,5% ao ano, prazos de carência, dos prazos de pagamentos, garantias, itens financiáveis, documentação e projeto específico. (CNA, 2012)

Programa de Agricultura de Baixo Carbono – ABC pretende qualificar o país para o comércio internacional com a proteção do agronegócio brasileiro de potenciais barreiras comerciais no futuro e permitir a geração de serviços ambientais e ecossistêmicos. (CNA,

2012) Além de cumprir os compromissos assumidos na COP-15 de 2009, realizada em Copenhage, na Dinamarca, de redução entre 36,1% a 38,9% das emissões de gases de efeito estufa até 2020.⁶

A transição da agricultura tradicional para a agricultura de baixo carbono, selecionados pelo programa pode ocorrer pelos seguintes sistemas, métodos e tecnologias de produção eficientes que contribuam para a mitigação da emissão dos GEE: Sistema de Plantio Direto (SPD), Integração Lavoura–Pecuária–Floresta (iLPF), recuperação de áreas e pastagens degradadas, florestas plantadas, fixação biológica de nitrogênio e tratamento de dejetos animais. (CNA, 2012)

Verifica-se que a atual conjuntura (crescente demanda da sociedade e estímulos governamentais) caminha-se para os princípios da economia ecológica, na qual se volta para práticas sustentáveis de produção, visando a gestão mais racional dos recursos escassos. Nesse contexto que a utilização de sistemas integrados para a pecuária, como a integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) é mais adequada que o sistema convencional de um único produto.

Contudo, no Brasil, não há a aplicação de mecanismos tributários como instrumentos de política pública do meio ambiente, pois esta depende do resultado dos estudos em andamento, que apresentarão os possíveis impactos na economia: a) decorrentes da eventual adoção de taxa ou imposto sobre as emissões de carbono no Brasil, b) e decorrentes da política fiscal verde, pela aplicação de tributos federais já existentes, de mecanismos de incentivo ou tributação com base em parâmetros ambientais. Também necessita do desenvolvimento de um sistema nacional de registro de emissões de carbono para viabilizar uma futura cobrança de taxas de emissão é necessário identificar o perfil de quais estados e indústrias mais emitem gases de efeito estufa. (GHG PROTOCOL, 2013)

O Fundo Nacional sobre Mudanças do Clima do Ministério do Meio Ambiente é um instrumento financeiro da Política Nacional sobre Mudanças do Clima (Lei 12.187/09), que apoia projetos de empreendimentos que visem à mitigação da mudança do clima e à adaptação à mudança do clima e seus efeitos.

A dotação orçamentária de 2011 a 2013, disponível para empréstimo no Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) chegou a R\$ 920 milhões, mas somente 10% foi executado, devido a taxa de juros pouco atrativa e competitiva, bem como a

⁶ O compromisso internacional, em relação ao quantitativo a ser reduzido, integrou a Lei nº 12.187, de 29.12.2009, que instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC, especificamente no artigo 12. (BRASIL,2013)

burocracia para se obter o financiamento (Marcos Estevam Del Prette, gerente de projetos do Fundo).

Quanto à relação do Brasil com o Banco Mundial, verifica-se que os empréstimos tomados pelo país, iniciaram-se em 2008 pelo montante de US\$ 1.940,39. Já em 2010, esse valor chega a US\$ 3.771,1301; e em 2011, reduziu-se para US\$ 2.587,44. Em 2012, até o mês de maio, o montante era de US\$ 119,630005, conforme pode ser observado na Figura 5.

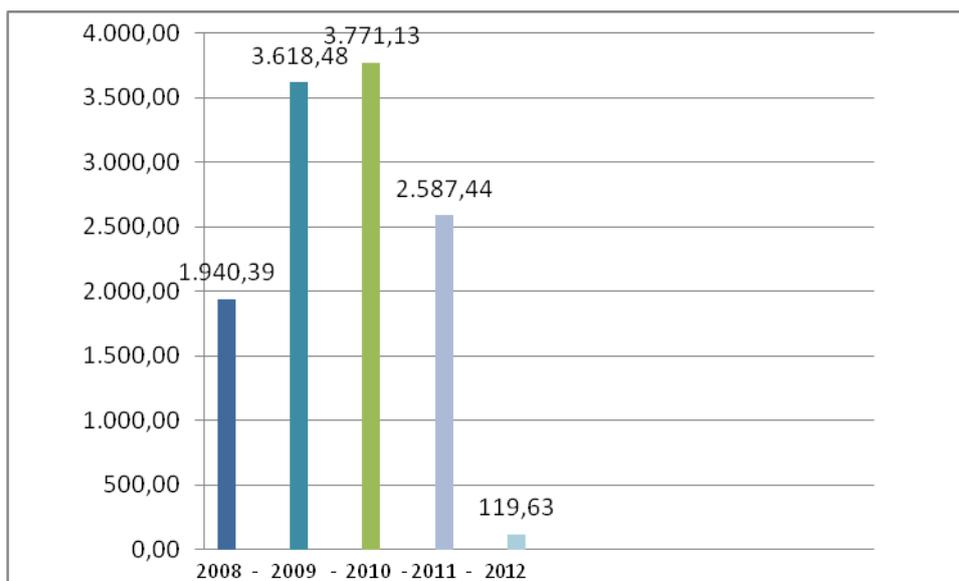


Figura 5 - Empréstimos do Brasil por volume do Banco Mundial (em milhões de dólares por período) **destinados à programas de desenvolvimento**

Fonte: Banco Mundial (2012) *apud* Martins; Arakaki (2013).

Ainda que a destinação dos valores emprestados do Banco Mundial tenha sido destinada diretamente aos programas do Plano de Aceleração do Crescimento – PAC, lançado em 2007, com a finalidade de melhorar a infraestrutura e oferecer incentivos fiscais do país; o Banco Mundial incentiva o desenvolvimento ambientalmente sustentável. Dentre os projetos que a instituição apoia estão o Projeto de Inclusão Econômica e Social do Acre (Pro-Acre), o Programa para Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA) e o Projeto de Serviços Básicos e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas, que incentivam a utilização de MDL e/ou RCEs (BANCO MUNDIAL, 2012).

Segundo dados do Banco Mundial, o mercado de carbono tem movimentando milhões de dólares. E visando tornar os empreendimentos econômicos e as atividades produtivas mais competitivas e ambientalmente responsáveis, a cada ano esse montante se apresenta maior, conforme demonstra Figura 6.

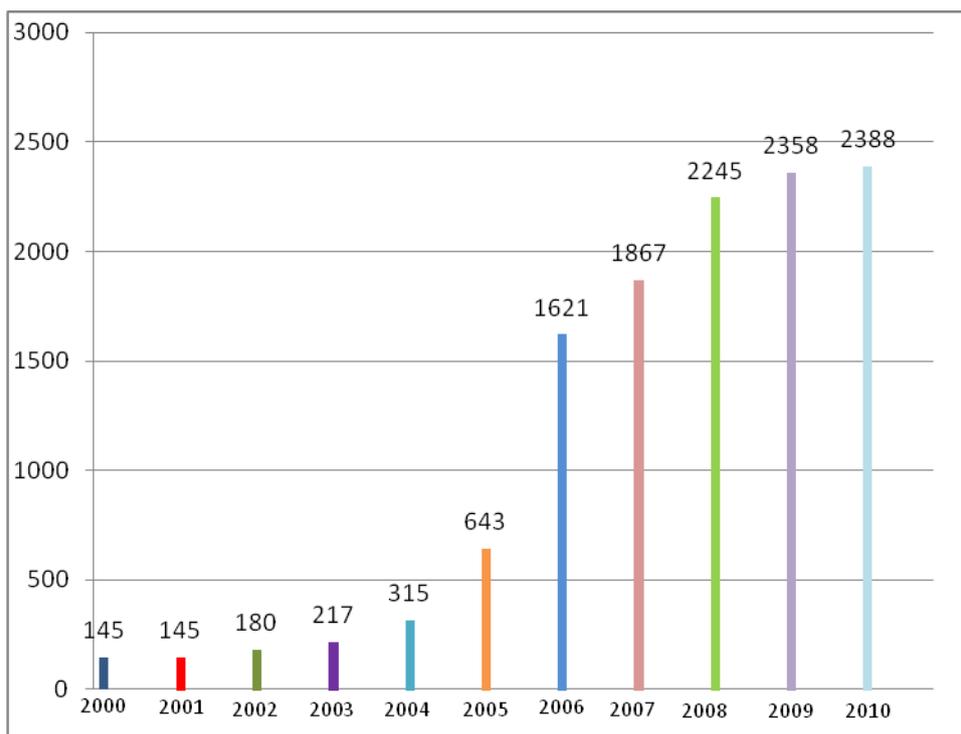


Figura 6 - Crescimento dos fundos de Carbono e recursos do Banco Mundial (em milhões de dólares por período), **no mundo.**

Fonte: Banco Mundial (2012) *apud* Martins; Arakaki (2013).

Verifica-se que a comercialização de créditos de carbono no Brasil é incipiente, e essa representatividade do país no mercado de carbono se justifica pelo processo inicial da própria temática ambiental. A criação do Ministério do Meio Ambiente - MMA ocorreu em 1992, tendo a organização de suas competências a partir de 2003 pela Lei n. 10.638 e regulamentada sua estrutura regimental em 2007, pelo Decreto n. 6.101 (MMA, 2012). Por isso, que a implantação de programas e de políticas efetivas, os quais são de competência institucional, acontecem em períodos posteriores ao comparado em níveis mundiais, conforme se verifica na Figura 7:

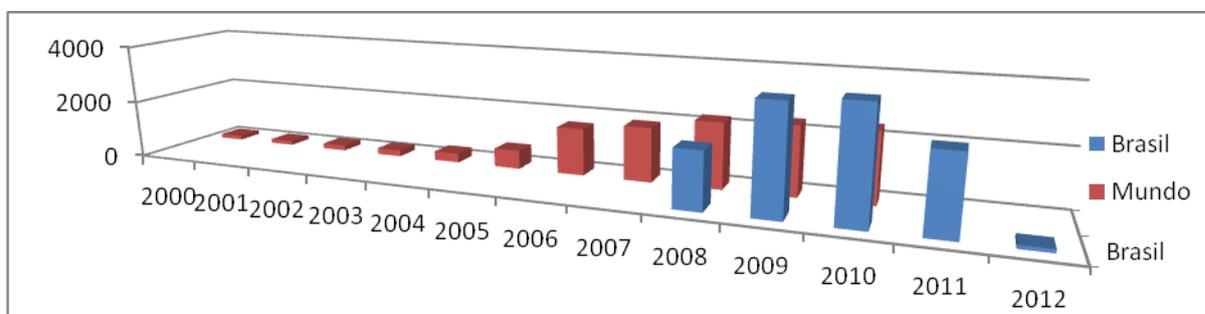


Figura 7 - Relação entre o Crescimento dos fundos de Carbono e os Empréstimos do Brasil por volume do Banco Mundial (em milhões de dólares por período)

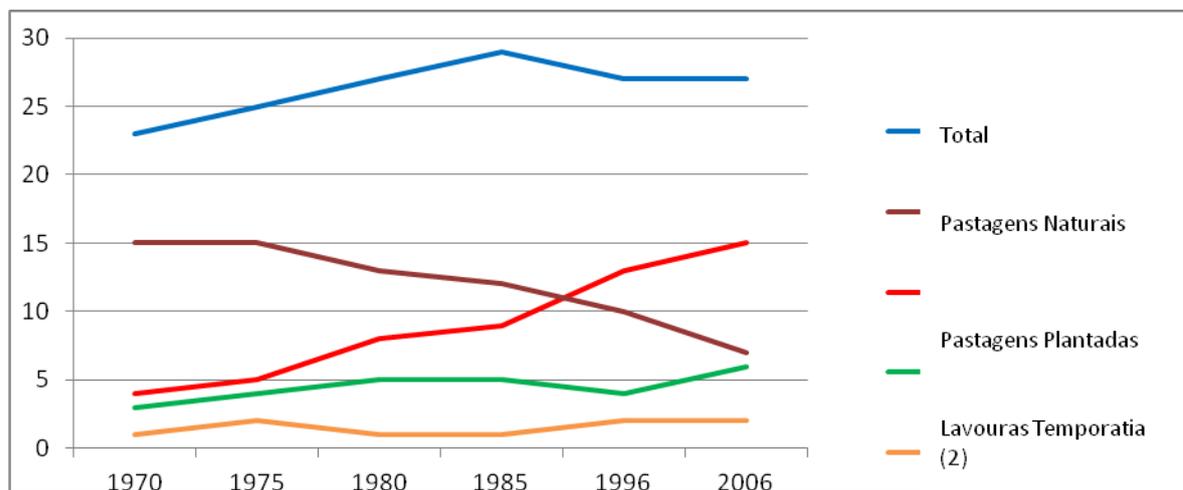
Fonte: Banco Mundial (2012) *apud* Martins; Arakaki (2013).

A não existência de dados oficiais quanto à participação financeira do Brasil no Banco Mundial, não implica na inexistência da potencialidade do país no mercado de carbono, nem significa que não exista a utilização de MDL e/ou RCEs.

Dado o caráter inicial do mercado de carbono no Brasil e seus aspectos tecnológicos; a implantação de MDL e RCEs nas unidades produtivas brasileiras envolvem organizações intermediárias estrangeiras. As empresas intermediárias, através de contratos, arrendam as tecnologias e ficam responsáveis por montar e comercializar os créditos de carbono gerados. Durante o período de arrendamento, normalmente dez anos, o produtor usufrui de benefícios secundários do MDL, não detendo o direito sobre os créditos de carbono, pois os créditos ficam reservados para a empresa intermediária, via de regra, estrangeira (SIMÕES; AMADEO, 2011).

5. O sistema produtivo de iLPF e suas potencialidades

Verifica-se grande potencial do Brasil para o mercado de MDL, e conseqüentemente a potencialidade também no mercado de RCEs e créditos de carbono, na medida em que o índice de uso da terra em atividades agrossilvipastoril apresenta resultados significativos. De acordo com os dados do IBGE (2006), a atividade de lavoura, a produção pecuária e as matas plantadas representam uma porcentagem aproximada a 26,5% da área territorial total das terras do Brasil, conforme a Figura 8:



Nota: Nas lavouras permanentes, somente foi pesquisada a área colhida dos produtos com mais de 50 pés em 31.12.2006. (2) Lavouras temporárias e cultivo de flores, inclusive hidroponia e plasticultura, viveiros de mudas, estufas de plantas e casas de vegetação e forrageiras para corte. (3) Pastagens plantadas, degradadas por manejo inadequado ou por falta de conservação, e em boas condições, incluindo aquelas em processo de recuperação.

Figura 8 - Proporção das terras em uso agrossilvipastoril dos estabelecimentos agropecuários no total da área territorial, segundo o tipo de utilização das terras Brasil - 1970/2006.

Fonte: IBGE (2006).

Atualmente, a potencialidade tem aumentado significativamente em nível nacional haja vista o aumento da produção na cadeia agroindustrial. A produção do ano de 2006 e

chegou a 188,2 milhões de toneladas em 2013 (IBGE, 2013a), crescimento que apresenta um indício no aumento nas potencialidades para este setor.

Quanto ao enfoque mesoanalítico da cadeia agroindustrial, verifica-se que gestão empresarial da cadeia produtiva, bem como a gestão das relações entre as cadeias é essencial para o negócio (BATALHA; SILVA, 2008). Assim, a análise do sistema de produção empregado no empreendimento, principalmente quando conjugado com as perspectivas da cadeia produtiva, pode favorecer o atendimento dos anseios dos consumidores finais.

O sistema integrado de produção agropecuária, por exemplo: integração Lavoura, Pecuária e Floresta – iLPF, é uma proposta na qual se realiza o manejo conjunto entre lavouras, criação de bovinos e exploração florestal. A técnica se baseia na integração, sucessão ou rotação dos componentes envolvidos. Dessa forma, tem uma maior proximidade com as bases ecológicas, podendo ampliar os benefícios ambientais e econômicos nas propriedades que o adotam (FLORES, *et al*, 2010), visando inclusive uma oportunidade nas diversas cadeias de produção por meio da gestão do sistema integrado.

Assim, as potencialidades de sistema de iLPF estão diretamente relacionadas ao uso da terra no que tange a produção agropecuária, pois este é o ambiente propício para a implantação do sistema integrado de produção, bem como da comercialização de serviços ambientais.

Para melhor visualizar a representatividade das três esferas: nacional, regional e estadual, a Figura 8 demonstra que dos 26,5% da área total do Brasil são destinados para o uso da terra, sendo 8,4% da região do Centro-Oeste e 2,7% do estado de Mato Grosso do Sul (IBGE, 2006).

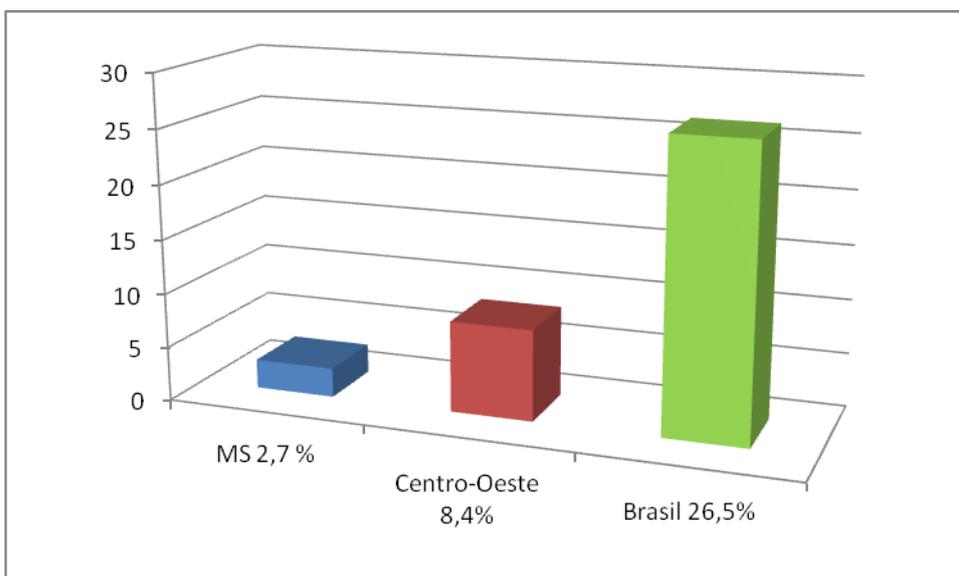


Figura 9- Proporção comparativa das terras em uso agrossilvipastoril dos estabelecimentos agropecuários no total da região do Brasil, nível nacional, regional e estadual – ano 2006.

Fonte: Martins; Arakaki (2013).

Em termos regionais, o cenário da produção agrossilvipastoril da região Centro-Oeste do Brasil representa, conforme IBGE (2006), 8,6% dos 26,5% da participação das terras em uso na superfície territorial total das terras do Brasil, ou 31% de toda área territorial do Brasil, conforme os dados apresentados no Figura 10.

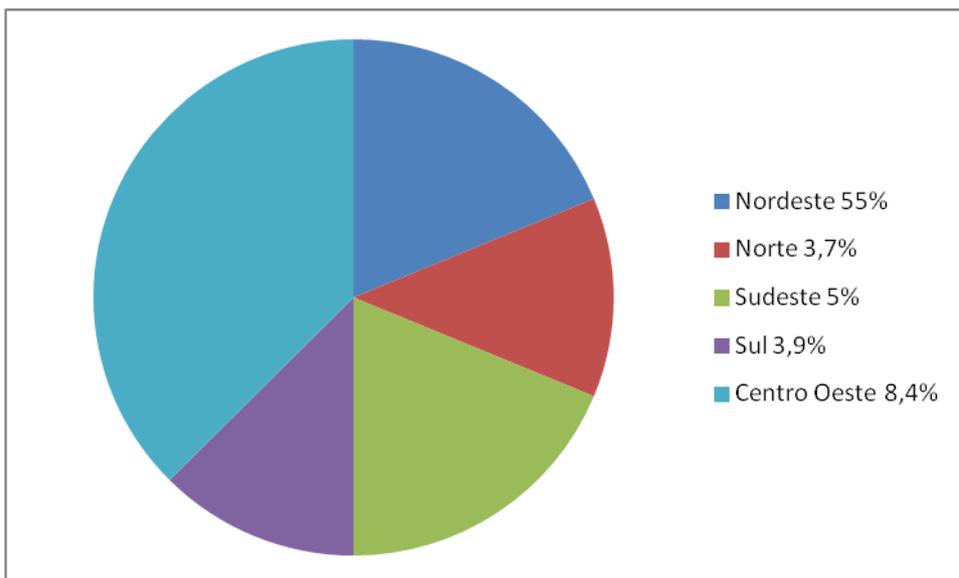


Figura 10 - Proporção regional das terras em uso com sistemas agrossilvipastoris nos estabelecimentos agropecuários no total da área territorial do Brasil – ano 2006.

Fonte: Martins; Arakaki (2013).

Verifica-se, portanto, que a atividade produtiva agrossilvipastoril tem maior representatividade na região Centro-Oeste do Brasil que em outras regiões. Sendo assim, o Centro-Oeste oferece significativa oportunidade a produção do ativo de carbono para comercialização, vez que as atividades na região estão relacionadas as atividades agrossilvipastoril.

No estado de Mato Grosso do Sul, o panorama da produção agrossilvipastoril representa 14,5% do total da região Centro-Oeste do Brasil, dos 8,4% da participação das terras em uso na superfície territorial total das terras do Brasil, ou 2,7% de toda área territorial do Brasil, conforme o Figura 11.

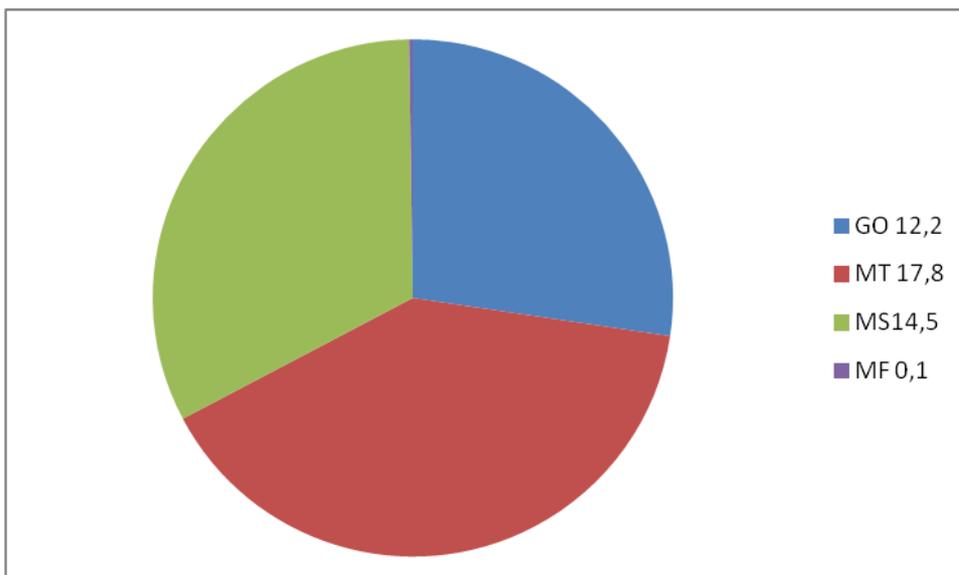


Figura 11 - Proporção do estado do Mato Grosso do Sul das terras em uso agrossilvipastoril em relação aos estabelecimentos agropecuários no total da região do Centro-Oeste – ano 2006.

Fonte: Martins; Arakaki (2013).

No estado de Mato Grosso do Sul, apesar do incontestável papel de destaque no Pantanal, o bioma predominante é o cerrado. Este bioma estende-se do estado do Maranhão até a parte sul de Mato Grosso do Sul, e seu zoneamento limita-se no início do estado de São Paulo. Sua característica peculiar é a presença de formações de savana, estabelecidas sobre solos comumente ácidos, e com algumas deficiências químicas, intercaladas por matas ciliares que acompanham rios e fundos de vale (EITEN, 1979; FERRI, 1980).

Levando-se em conta, que em sua área de 357.145,836 km², conforme os dados do IBGE (2009), cerca de 2.000.000 km² de extensão, no bioma do Cerrado, as taxas de desmatamento podem chegar a 1,5% ao ano, o que corresponde a 30 000 km²/ano (MACHADO, 2004). A emissão originada do desmatamento de 22.000 KM² seria de 99,9 TgC/ano, isso considerando apenas a parte aérea da floresta, no entanto, estima-se que cerca de 70% do carbono estocado no cerrado esteja no subterrâneo, devido as raízes profundas (SAWYER, 2008; LAL, 2008). Esses valores aproximam-se do dobro, da área desmatada na Amazônia (SAWYER, 2009).

Em um cenário pouco animador, a região do cerrado destaca-se sob a perspectiva negativa do alto potencial de emissão de gases por parte dos desmatamentos. Atualmente, na região, não existe nenhum programa ou política de controle do desmatamento. Têm-se a impressão de que o bioma do Cerrado vem sendo sacrificado, como uma alternativa de salvação da Amazônia (SAWYER; LOBO, 2008).

Devido às características extremamente favoráveis para a pecuária e para a agricultura, tanto o estado de Mato Grosso do Sul, quanto toda a extensão do cerrado, vem sofrendo com

os altos índices de produção extensiva. Atualmente estima-se que cerca de 388 milhões de hectares da área do bioma estejam ocupadas com atividades agropecuárias, desta área seriam 62 milhões utilizados na agricultura e 200 milhões na pecuária. Somente a cultura da soja estima-se ocupar 20 milhões de hectares no cerrado. A preparação de áreas para pastagens, geralmente utiliza o desmatamento pelo arrastão de correntes, e quando se deparam com a dificuldade das raízes profundas, recorrem as queimadas, e estas aceleram o processo de liberação de CO² para a atmosfera (MASSI *et. al.*, 2010).

6. Considerações Finais

A dinâmica de Pagamento de Serviços Ambientais – PSA é capaz de intervir na estrutura de produção e consumo, de forma a favorecer uma interação mais harmônica entre o meio ambiente e o sistema econômico, na medida em que se projeta a internalizar as questões de alocação e preservação do capital natural à máquina econômica.

Permitindo, dessa forma, a reflexão de um novo paradigma de consumo e produção, voltada para o desenvolvimento sustentável⁷, pautado nas premissas de que os serviços ambientais são essenciais para o bem-estar humano, de que não há substitutos perfeitos para os mesmos, que ocorrem perdas irreversíveis, bem como não há certeza sobre os valores (BARBIER, 2003).

O elevado grau de incerteza sobre os reflexos do ecossistema, devido a ignorância relativa ao funcionamento sistêmico, bem como os possíveis riscos ao considerar a ocorrência de perdas irreversíveis exigem precaução nas atividades humanas (ROMEIRO, 2002 *apud* ANDRADE, 2010).

Ainda que sujeito às falhas de mercado, os pressupostos da abordagem neoclássica permitem a reflexão crítica do sistema econômico vigente, propiciando o fortalecimento dos princípios ecológicos que se fundamentam a economia ecológica (AMAZONAS, 1994).

Verifica-se grande potencial do Brasil, principalmente nas áreas do Brasil-Central, onde há extensas áreas de pastagens com algum nível de degradação, para o mercado de MDL, e conseqüentemente RCEs e créditos de carbono, na medida em que o índice de uso da terra em atividades agrossilvipastoris apresenta resultados significativos. De acordo com os dados do IBGE (2006), a atividade de lavoura, a produção pecuária e as matas plantadas representam uma porcentagem aproximada a 26,5% da área territorial total das terras do Brasil.

⁷ Desenvolvimento Sustentável é aquele que satisfaz as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de as gerações futuras satisfazerem suas próprias necessidades.

As áreas territoriais brasileiras já ocupadas por atividades agropecuárias, podem ser utilizadas com um manejo diferenciado como a dos sistemas integrados, que “tem-se mostrado eficientes na melhoria da qualidade do solo, no controle de pragas e doenças, no controle de plantas invasoras, no aproveitamento de subprodutos dos diferentes cultivos, além de tornar o fluxo de caixa mais frequente, gerando novos empregos e dando maior sustentabilidade à produção agropecuária” (ALMEIDA *et al*, 2011 *apud* FERREIRA *et al*, 2008). Outras potencialidades, a exemplo do sequestro de carbono podem ser explorados.

O estímulo governamental torna-se indispensável para que a inserção de produtores em programas de RCE, trata-se de uma política ambiental necessária devido a conscientização dos consumidores e uma estratégia de potencial maximização dos recursos do território nacional.

A comercialização dos créditos de carbono decorre da lógica de pagamento de serviços ambientais, que repercute diretamente ao modo de produção de bens de consumo. Os dados do Banco Mundial e do Carbono Brasil, permitiram visualizar que o Brasil já está participando do mercado de carbono.

Ademais, caracteriza-se grande o potencial brasileiro para participação neste mercado, na medida em que os investimentos para este negócio tem sido cada vez maiores.

Como intenção de continuidade desta pesquisa, que seja realizado o levantamento dos potenciais ambientes brasileiros capazes de sequestrar créditos de carbono e gerar créditos de carbono.

7. Referencias Bibliográficas

ABC - Agricultura de Baixo Carbono. **Por que investir? Guia de Financiamento da Agricultura de Baixo Carbono.** SENAR. CNA Brasil. INSTITUTO CNA. EMBAIXADA BRITÂNICA. Disponível em: <https://agriculturabaixocarbono.wordpress.com/about/>. Acesso em: 11.10.2013.

ALMEIDA, Luciana Togeiro de. **Política ambiental:** uma análise econômica. Campinas, SP: Unesp, 1998.

ALMEIDA, Roberto Giolo de; MACEDO, Manuel Claudio Motta; ALVES, Fabiana Villa. **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta com ênfase na produção de carne.** II Congreso Colombiano y 1er Seminario Internacional Silvopastoreo. Julio 31 e Agosto 1 de 2012.

AMAZONAS, Maurício de Carvalho. **Economia do meio-ambiente:** uma análise da abordagem neoclássica a partir de marcos evolucionistas e institucionalistas. Dissertação (Mestrado em Economia pelo Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas). Campinas, SP, 1994.

ANDRADE, Daniel Caixeta. **Modelagem e valoração de serviços ecossistêmicos: uma contribuição da economia ecológica.** (Tese) Doutorado em Desenvolvimento Economico do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2010.

BANCO MUNDIAL. CARBONO BRASIL .<<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/ENVIRONMENT/EXTCARBONFINANCE/0,,menuPK:4125909~pagePK:64168427~piPK:64168435~theSitePK:4125853,00.html>> Acesso em: 26 de junho de 2012.

BANCO MUNDIAL. **Guia de Atuação do Setor Público no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e no Mercado de Carbono:** Projeto de Fortalecimento das Instituições e Infraestrutura do Mercado de Carbono no Brasil.

BATALHA, Mário Otávio; SILVA, Andrea Lago. **Gestão Agroindustrial:** GEPAI: Grupo de estudo e pesquisas agroindustriais. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

BEGOSSI, Alpina. **Ecologia humana:** um enfoque das relações homem-ambiente. INTERCIENCIA 18 (1): 121-132. Disponível em <http://www.interciencia.org.ve>. Acesso em: 30 Set 2014.

BRASIL, PRESIDENCIA DA REPUBLICA FEDERATIVA DO. Planalto. **Legislação.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm. Acesso em: 11.10.2013.

CNA - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Guia de financiamento para agricultura de baixo carbono** – Brasília, DF: CNA, 2012. Disponível em: <http://agriculturabaixocarbono.files.wordpress.com/2012/01/cartilhaabcweb.pdf>. Acesso em: 11.10.2013.

CONSTANZA, Robert. **What is ecological economics?** Ecological Economics. Elsevier Science Publishers B.V.. Amsterdam - Printed in The Netherlands, 1989.

DAVIS, Jhon. H.; GOLDBERG, Ray. A. **A Concept of Agribusiness.** Boston: Harvard University, 1957. Cap. 2 (p. 7-24).

FERREIRA, André Dominghetti; ALMEIDA, Roberto Giolo de; MACEDO, Manuel Claudio Motta; LAURA, Valdemir Antônio; BUNGENSTA, Davi José; MELOTTO, Alex Marcel. **Arranjos espaciais sobre a produtividade e o potencial de prestação de serviços ambientais do eucalipto em sistemas integrados.** VII Congresso Latinoamericano de Sistemas Agroflorestais para a Produção Pecuária Sustentável. Sistemas silvipastoris, o caminho para a economia verde na pecuária mundial.

FOREST TRENDS; THE KATOOMBA GROUP; UNEP. **Payments for ecosystem services: getting started** – a primer. UNON/Publishing Services Section/Nairobi: mai 2008.

GHG PROTOCOL. PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL - INICATIVA GVCES. **Programa Agricultura de Baixo Carbono.** Disponível em <http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/index.php?r=noticias/view&id=268709>. Acesso em 11.10.2013

GUTIERREZ M.B.O **mercado de carbono e o mecanismo de desenvolvimento limpo: A necessidade de um marco regulatório/institucional para o Brasil.** Pesquisadora da Diretoria de Estudos Macroeconômicos do Ipea, 2007.

KOSSOY, Alexandre; GUIGON, Pierre. **State and Trends of the Carbon Market 2012**, World Bank, Washington (DC), maio 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2013a). **LSPA - Levantamento Sistemático da Produção Agrícola:** pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Dezembro 2013. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistemático_da_Producao_Agricola_mensal/Fasciculo/lspa_201312.pdf>. Acesso em: 19 fev 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2013b). **Atlas do censo demográfico 2010.** Rio de Janeiro: IBGE, 2013, 160 p. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/apps/atlas/>>. Acesso em: 19 fev 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2013c). **Indicadores do IBGE: contas nacionais trimestrais – indicadores de volume e valores correntes.** Jul/set de 2013. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/cnt/default.asp?t=1&z=t&o=15&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1>>. Acesso em: 20 fev 2014.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=ms>>. Acesso em: 22 de junho de 2012.

SILVA, Ismael Martins; ARAKAKI, Kátia Katsumi. **Carbono florestal em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta.** Revista de política agrícola. Brasília, DF. Ano XXI, n. 4, Out./Nov./Dez. de 2012.

MACEDO, Zilton Luiz. **Os limites da economia na gestão ambiental.** Margem. São Paulo, n. 15, p. 203-222, jun. 2002. Disponível em: http://cursa.ihmc.us/rid=1188902425182_262941224_8695/Economia%20e%20Gest%C3%A3o%20Ambiental-Zilton%20Macedo-2002.pdf. Acesso em 15 set. 2014.

MANGABEIRA, João Alfredo de Carvalho; TÔSTO, Sérgio Gomes; ROMEIRO, Ademar Ribeiro. **Valoração de serviços ecossistêmicos:** estado da arte dos sistemas agroflorestais (SAFs). Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2011. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/929757>>. Acesso em 26 jul 2013.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT – MEA. **Ecosystem and human well-being:** synthesis. Washington, D.C. : Island Press. 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE DO JAPÃO, FUNDAÇÃO DO MEIO GLOBAL PARA O MEIO AMBIENTE manual de MDL para desenvolvedores de projetos e formuladores de políticas. Tradução de Alexandra de Ávila Ribeiro, 2006.p 01.

OLIVEIRA, Verônica Macário de; CANDIDO, Gesinaldo Ataíde. **Contemporaneidade do Consumo Sustentável e as suas correlações com as práticas empresariais e o comportamento do consumidor.** Anais do V Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade. Florianópolis, SC, Brasil (2010).

Disponível em: <http://anppas.org.br/encontro5/cd/artigos/GT13-492-441-20100902182702.pdf>. Acesso em: 29 jul 2013.

SILVA, De Plácido e. **Vocabulário Jurídico**. 24.ed. Rio de Janeiro: Forense, 2004.

SIMÃO G. LEONARDO; AMODEO B.P. NORA. **As cooperativas brasileiras e o mercado de crédito de carbono Análise da influência dessas operações no empreendedorismo cooperativo**. Revista de Política Agrícola, 2011.

YU C. M. **Seqüestro florestal de carbono no Brasil – dimensões políticas, socioeconômicas e ecológicas**. Tese de doutorado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2004.

Valoração econômica da massa de carbono no sistema de ILPF da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Resumo

O Mato Grosso do Sul teve um desenvolvimento marcado pela pecuária extensiva e por cultivos agrícolas intensivos como a soja e milho, produzindo impactos de ordem social, econômica e ambiental. O sistema produtivo de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) se apresenta como uma nova alternativa de produção mais sustentável que a monocultura, pois consorcia a criação de bovinos à exploração florestal, integrando e alternando à lavoura. O objetivo do estudo foi quantificar/ estimar o sequestro de carbono pelas árvores, valorar economicamente e analisar as utilidades em função dos preços do sistema de ILPF, conduzido na Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande, Estado do Mato Grosso do Sul. Usou-se a metodologia para quantificação de carbono proposta por Porfírio-da-Silva *et al.* (2010) e a metodologia proposta por Silva (2007) para quantificar a representação econômica do carbono sequestrado no sistema de produção. A quantidade estimada de 36,57 t/ha de CO₂ equivalente, sendo precificado a valores de € 65,82 ou U\$ 14,84 por todo sistema. O sistema mostrou resultados positivos, armazenando mais carbono que emitindo, viabilizando a realização de projetos de valoração de serviços ambientais, como a de sequestro de carbono.

Abstract

The Mato Grosso do Sul had a development marked by extensive livestock and by intensive agricultural crops like soybeans and corn, producing impacts of social, economic and environmental order. The production system of crop-livestock integration-forest (iLPF) presents itself as a new alternative to more sustainable production than monoculture because consorts to cattle to forestry, integrating crop and alternating. The objective of this study was to quantify the carbon stocks, assess and analyze economically the utilities according to the prices of the Crop integration system, livestock and forest (ILPF) at the experimental station of Embrapa beef cattle, in the city of Campo Grande in the State of Mato Grosso do Sul. The methodology used to quantify carbon proposed by Porfírio-da-Silva *et al.* (2010) for calculating the Carbon biomass and the methodology proposed by Silva (2007) to quantify the economic representation of carbon sequestered in the production system. The estimated amount of stock was 36.57 t/ha of CO₂ equivalent, being priced at € 65,82 values or U \$ 14,84 throughout system. The system showed positive results, storing more carbon emitting, enabling the realization of projects of valuation of environmental services such as carbon sequestration.

1. Introdução

No contexto de reinvenção da colônia, uma reengenharia do capitalismo mundial, na qual os produtos agrícolas são controlados pelas novas estruturas de poder instituídas pelas grandes corporações transnacionais, que possuem controle econômico, político e ideológico dos produtos transformados em agroenergia e também os alimentares (SILVA, 2012).

O mundo passou por duas “Revoluções Verdes”, a primeira em relação à produção de alimentos compatíveis com o crescimento da população, e a segunda é a do petróleo verde,

energia de biocombustível, exemplo de etanol. Supõe-se que a terceira revolução é dos sistemas integrados de produção, dentre os quais citamos os principais como iLP, iLPF, iPF, iLF, (KICHEL, *et al.*, 2012) para atendimento da crescente demanda por alimentos, fibras, madeira e biocombustíveis, atrelada às exigências legais e sociais que demandam práticas de preservação ambiental. (FERREIRA *et al.*, 2012).

O Brasil não está isento das demandas de mercado, razão pela qual, em 2009, participou da 15ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP-15), com o objetivo de colaborar com a redução de emissão de gases de efeito estufa, surgindo, portanto, novas demandas para os modos de produção também no âmbito interno.

Atualmente, o setor de energia apresenta a maior emissão de carbono, com a média da taxa de crescimento de 69% ao ano; e o setor da agropecuária é responsável pelo segundo maior aumento de emissões de dióxido de carbono equivalente, de 23,8% entre 1995 e 2005, e 5,3% entre 2005 e 2010, com taxa média de crescimento de 38%, depois de 2001 (MCTI, 2013 *apud* IPAM, 2013).

Quanto às atividades agropecuárias, a criação de gado tem a maior participação nas emissões de CO₂ equivalente, representando 56,4%, enquanto as atividades agrícolas (que utilizam de fertilizantes sintéticos de forma essencial) representam 35,2%. Sendo latente, a demanda pela utilização de boas práticas, manejo e gestão para recuperação de áreas degradadas, dentre outras inovações que contribuam para sistemas produtivos mais sustentáveis.

Os sistemas agroflorestais se apresentam como uma alternativa mais sustentável em relação à produção de monoculturas, sendo caracterizados pelo consórcio intencional de produção no uso da terra, de forma alternada ou simultânea, as espécies arbóreas perenes aos cultivos agrícolas e/ou animais, para otimizar a produção, permanentemente. (ICRAF, 1983 *apud* MANGABEIRA, *et al.*, 2011).

O sistema de iLPF é um sistema de produção de manejo conjunto entre lavouras, criação de bovinos e exploração florestal. A técnica se baseia na integração, sucessão ou rotação dos componentes envolvidos. Dessa forma, tem uma maior proximidade com as bases ecológicas, podendo ampliar os benefícios ambientais e econômicos nas propriedades que o adotam (FLORES, *et al.*, 2010).

A iLPF apresenta vários benefícios como sistema produtivo, tais como a rentabilidade ao longo do ciclo do processo e benefícios no solo. Um dos benefícios diretos é a renda com a floresta em longo prazo, a recuperação de pastagem com o menor custo e aproveitamento da

adubação da lavoura, conservação do solo e a amortização do custo de renovação da pastagem com a lavoura.

Os ganhos econômicos da produção em um sistema integrado são mais visíveis. Contudo, há também benefícios indiretos como a diminuição dos riscos e vulnerabilidade do ciclo do mercado de *comodities*, além das oportunidades que surgem na área ambiental como o mercado de carbono.

A dinâmica do mercado de carbono utiliza a valoração do serviço ambiental de sequestro de carbono para mitigar a emissão do CO₂ no ambiente, recompensando os empreendimentos que utilizam de mecanismos de desenvolvimento limpo. Por isso, identificamos o seguinte **problema de pesquisa**: a necessidade de esclarecer as reais possibilidades de inclusão do sistema de iLPF no mercado de carbono. Conseqüentemente, a **questão** pode ser exposta da seguinte forma: Qual a capacidade do sistema de iLPF em sequestrar carbono?

Adota-se como **hipótese de pesquisa** que a capacidade do sistema de iLPF é positiva, ou seja, maior que zero, favorecendo a participação no mercado de carbono.

O **objetivo principal** desta pesquisa é identificar as capacidades do sistema de iLPF quanto ao sequestro de carbono e conseqüentemente a possibilidade de participação no mercado de Reduções Certificadas de Emissão de Gases de Efeito Estufa – RCEs, por meio de um estudo de caso da área experimental de iLPF da Embrapa Gado de Corte.

Para atingir o objetivo principal, foram estabelecidos alguns **objetivos específicos** como caracterizar a área de estudo; fazer o levantamento bibliográfico das pesquisas já realizadas na área experimental; fazer o levantamento bibliográfico das metodologias para quantificação do carbono sequestrado em diversos tipos de culturas; quantificar/estimar o carbono sequestrado da área pesquisada e por fim discutir sobre as potencialidades do sistema de iLPF no mercado de carbono.

O **artigo** foi organizado de forma a apresentar o sistema de iLPF, a área de estudo, a literatura pesquisada sobre as potencialidades desse sistema e o quantitativo de carbono sequestrado numa área experimental.

2. Material e métodos

Para que o cálculo seja baseado em dados existentes de produção de biomassa e a metodologia para cálculo de carbono no sistema de iLPF, especificamente quanto ao componente arbóreo foi a proposta por Porfírio-da-Silva *et al.* (2009).

Trata-se de um estudo de caso para a investigação de um sistema integrado de produção nas condições climáticas da região, assim foram escolhidos os blocos causalizados de integração lavoura, pecuária e floresta (iLPF), da estação experimental da Embrapa Gado de Corte, localizada em Campo Grande, MS. Os dados foram fornecidos pelos pesquisadores responsáveis pelo experimento.

Dado a complexidade do sistema de iLPF, para mensurar a biomassa e a capacidade de sequestro o carbono do sistema, cada componente do sistema recebeu um determinado tratamento para considerar as especificidades de cada fator produtivo, sendo diferentes para a quantificação do componente arbóreo, da lavoura e emissão pelos bovinos.

2.1. Caracterização da área de estudo

A delimitação geográfica para abrangência da pesquisa está determinada na estação experimental de iLPF da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa - Gado de Corte, localizada na avenida Rádio Maia, n. 830, Zona Rural, CEP.: 79.106-550, no oeste da cidade de Campo Grande, MS, conforme figura que segue:

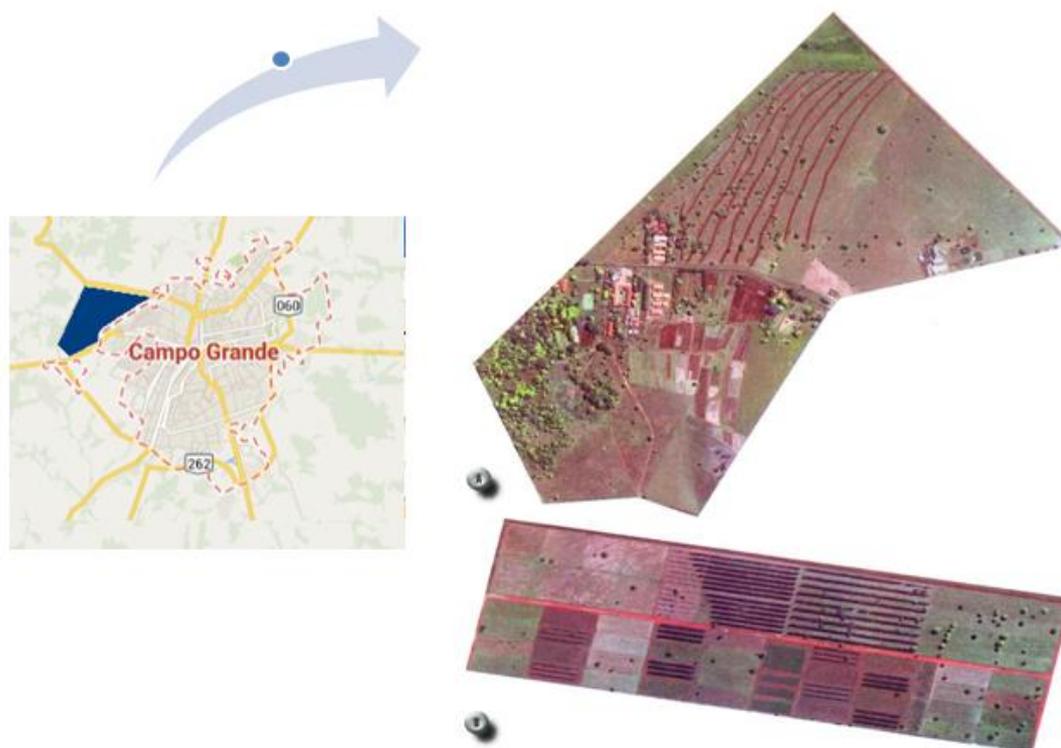


Figura 1 – Localização da Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte em Campo Grande, MS (à esquerda) e áreas de implantação de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (à direita).
Fonte: Googlemaps (2014) e GeoEye, 2010 *apud* Bolfe, *et al.* (2012).

A Embrapa, vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, foi criada em 26 de abril de 1973. E por intermédio da Unidade de Pesquisa Gado de

Corte, inaugurada em 28 de abril de 1977, ano em que a cidade de Campo Grande se tornou capital do estado do Mato Grosso do Sul. Tem como missão viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a sustentabilidade da agricultura, em benefício da sociedade brasileira. (EMBRAPA, 2013)

A Unidade de Pesquisa Gado de Corte mantém a integração com instituições de ensino, relação que viabilizou o acesso para a realização desta pesquisa. A instituição interage também com organizações e entidades diretamente ligadas aos produtores rurais. Possui 20.702,79 m² de área construída, onde trabalham uma equipe interdisciplinar de aproximadamente 193 funcionários, dos quais cerca de 44 são pesquisadores com nível de mestrado e doutorado. (EMBRAPA, 2013)

Dentre os Programas estimulados pelo Plano Agricultura do Baixo Carbono - ABC do Governo Federal, a Embrapa Gado de Corte tem como objeto de estudo dois dos Programas inclusos no Plano ABC, são eles: a recuperação de áreas e pastagens degradadas, e o sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF). São vários os campos experimentais destinados para estas pesquisas, com estudo das diversas combinações dos elementos como tipo e condição de solo, espécies e culturas envolvidas, dentre outros.

Este trabalho de mensuração do sequestro de carbono de um sistema de iLPF, foi aplicado especificamente em um dos tratamentos de delineamento experimental de blocos completos causalizados, com duas repetições, de sistemas integrados da Embrapa Gado de Corte, localizado nas seguintes coordenadas: 20°26'38.8"S 54°43'24.2"W. O solo é caracterizado por ser Latossolo Vermelho Distrófico, semi argiloso, com matéria orgânica do cerrado 4%, nível ótimo, (MACEDO, curso iLPF, 2013)⁸. O sudeste da região do Cerrado tem como padrão climático de faixa de transição entre Cfa e Aw tropical úmido, com precipitação média anual de 1.560 mm, e o período considerado de seca compreende os meses de maio a setembro (30% da precipitação anual).

A composição desse sistema de iLPF é composto pelas seguintes espécies: para floresta, optou-se por *Eucalyptus Urograndis* (*Eucalyptus Grandis* x *Eucalyptus Urophylla*), variedade clone H13; para pastagem, por capim-piatã (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã); para lavoura, a soja (BRS 245 RR); e os animais escolhidos para a pecuária é o gado Nelore. A escolha das espécies, bem como a definição do tempo para entrada de cada cultura visou não prejudicar as próximas que serão consorciadas e/ou rotacionadas, considerando as

⁸ A análise química de amostras de solo, na camada de 0 a 20 cm de profundidade, revelou que a área era relativamente uniforme, com teores de argila de 41 ± ou aproximadamente de 5 %; (Mehlich-1) de 0,29 a 0,42 mg/dm³; saturação por bases de 26 a 34% e saturação por alumínio de 10 a 23% (ALMEIDA, 2012).

diversas variáveis envolvidas como solo, clima, características comportamentais, dentre outras.

O *Eucalyptos Urograndis* (*Grandis x Uriphilla*), variedade clone H13, foi escolhida pela sua elevada adaptação, crescimento e ser objeto de pesquisas a um maior período e ter informações mais precisas sobre suas características e seu comportamento, pois este híbrido já está em domínio público. É a espécie mais plantada na região e também pode ser destinada para madeira, papel e celulose.

A Braquiária brizanta ou braquiarão [*Urochloa brizantha* (Hochst. ex. A. Rich) R.D. Webster] antigo *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã é uma gramínea perene de verão e umas das forrageiras preferidas pelos pecuaristas para a região sul do país. Caracteriza-se por ser uma planta vigorosa, hábito de crescimento cespitoso, com folhas glabras ou pouco pilosas e rizomas curtos. (FONTANELI *et al.*, 2009).

A brizanta se adapta a até 3.000 m de altitude e se desenvolve em áreas com precipitação pluvial anual maior que 600 mm, tolerando períodos de seca de até 5 meses e também em locais mais úmidos. Tendo como temperatura ideal para o crescimento entre 30 e 30°C (MILES *et al.*, 2004 *apud* FONTANELI *et al.*, 2009). Adapta-se aos diferentes tipos de solo, e, como menor persistência, à condições de baixa fertilidade e solo ácidos. (SOARES FILHO, 1994; VALLE *et al.*, 2001 *apud* FONTANELI *et al.*, 2009).

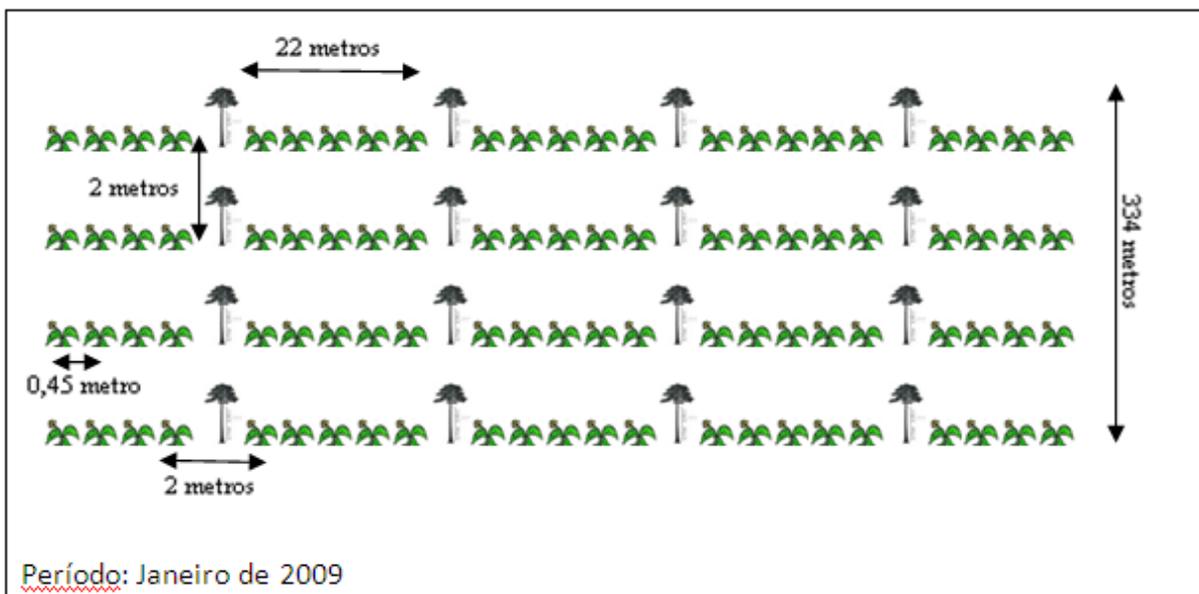
A soja é umas das principais culturas utilizadas como cobertura do solo no sistema integrado no Cerrado brasileiro, isso porque tem significativa relevância para a economia regional, tradição de cultivo e acessibilidade de suas sementes no mercado (Castro e Paciullo, 2006 *apud* Almeida, 2012). A escolha da cultura agrícola, soja BRS RR, também considerou as condições estruturais como maquinários e implementos para seu manejo para além dos benefícios agrônômicos decorrentes do efeito residual de sua adubação.

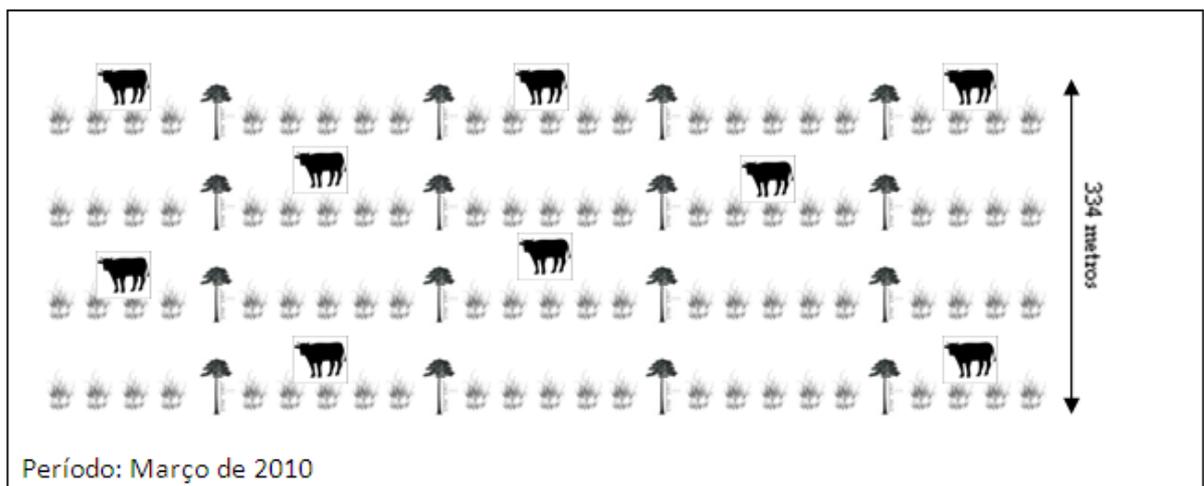
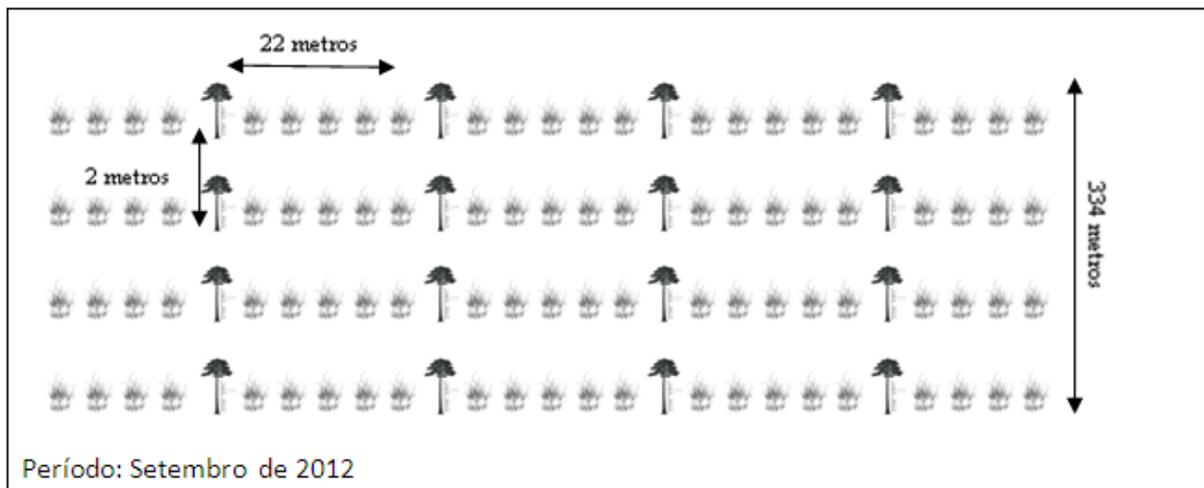
O bom estabelecimento e a longevidade das espécies, variedade ou cultivar escolhidas dependem das condições de clima, preparo do solo, preparo das sementes, fertilidade, época e método de plantio e prática de manejo de formação (ZIMMER *et al.*, 1994 *apud* FONTANELI *et al.*, 2009).

O sistema de iLPF pesquisado tem como principal enfoque a pecuária, assim a escolha dos animais considerou do sistema pecuário anterior, ou seja, do gado de corte Nelore, mantendo a criação típica da região, pois são conhecidas suas demandas de água e minerais, manejo sanitário e produtividade.

A escolha pelos bovinos, na fase de implantação das árvores nos sistemas integrados, representam menor risco à danos às árvores jovens que os ovinos e caprinos (Almeida, 2012).

As culturas de pasto e lavoura são cultivadas na mesma área, por meio de rodízio e sazonalidade, consorciando a plantação simultânea de eucaliptos, conforme apresentado na figura 2 abaixo:





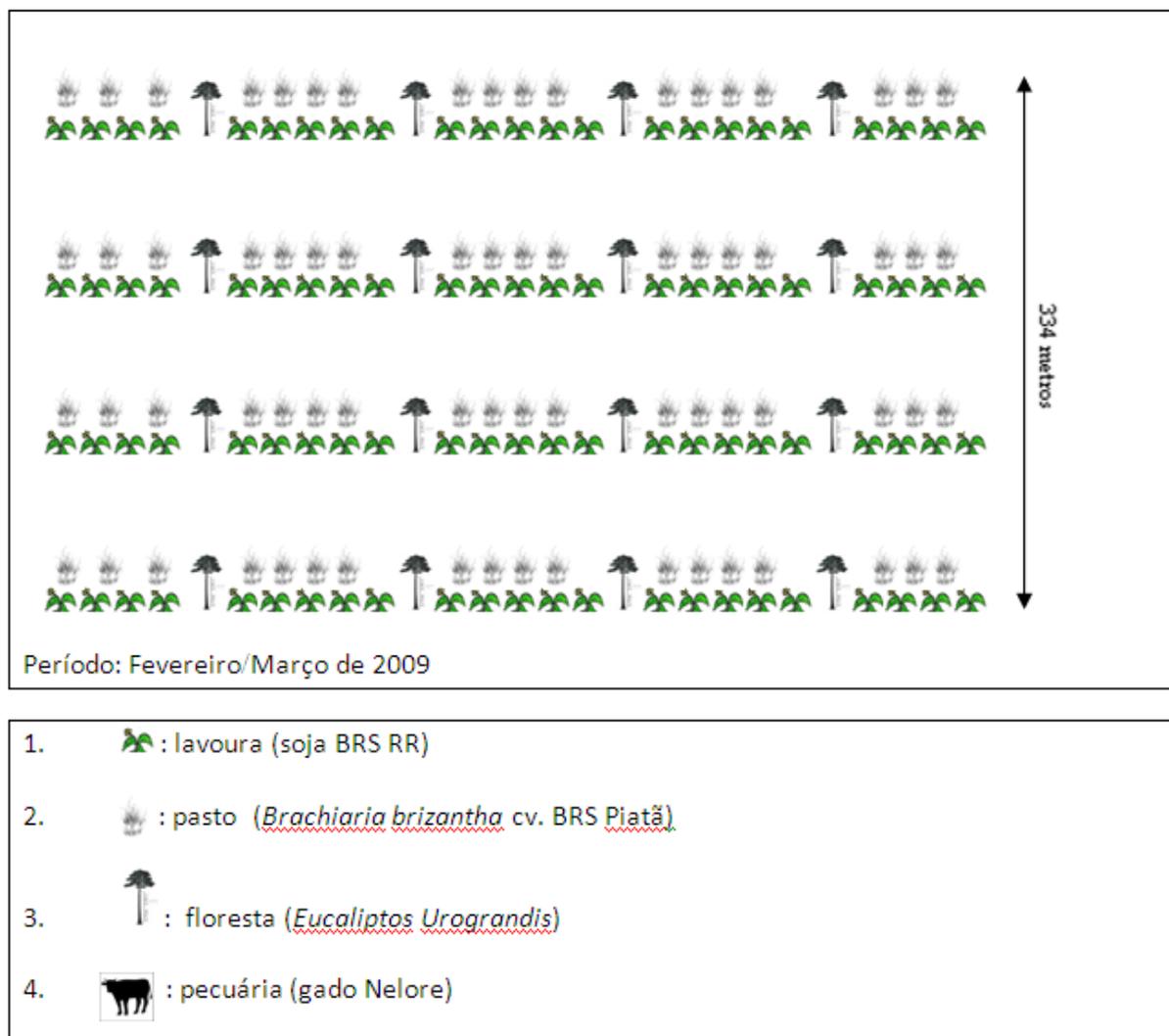


Figura 2 – Processo de implantação do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta.

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados de Almeida, *et al.* (2012).

Verifica-se que o sistema de iLPF é considerado um arranjo de linha simples⁹, no qual o espaçamento entre a plantação de soja, de 2 metros, foi preenchido com mudas de eucalipto, conforme a Figura 2. O espaçamento entre fileiras de eucalipto foi de 22 metros¹⁰, totalizando de 227 árvores por hectare. A escolha pela orientação do plantio de árvores deve prioritariamente visar a conservação do solo, sendo assim o plantio em nível, contudo, sendo a área pesquisada plana não houve a necessidade de obedecer a este critério. Assim optou-se pela orientação leste-oeste, para melhor proveito do sol no sub-bosque¹¹.

⁹ Arranjo simples é aquele que combina uma linha de árvores com outra cultura, sendo idênticos todos os espaçamentos entre os renques. No arranjo linha dupla ou linha tripla, o espaçamento entre os renques são diferentes, havendo um espaçamento menor, formando corredor entre alguns renques. A opção por linha simples ocorreu por gerar um menor custo para o projeto, bem como ser o arranjo que melhor favorece a pecuária.

¹⁰ Observa-se que espaçamento ideal entre os renques seria de 26 metros, pois este seria esta é a distancia para a melhor otimização do uso da luminosidade e dos maquinários de pulverização da pastagem. Contudo, não foi possível aplicar o espaçamento ideal devido a limitação das cercas que já estavam postas.

¹¹ Sub-bosque é a cultura integrada ao bosque no mesmo espaço e tempo, na área pesquisada o sub-bosque é de pastagem ou lavoura.

Importante observar que este experimento é orientado para a produção de gado de corte, ou seja, dentre todos os produtos gerados pelo sistema, prioriza-se a pecuária. Isso porque a região tem propensão para essa atividade, demandando pesquisas nesse sentido.

2.1.1. Tratamento realizado na área experimental

Visando a viabilidade e sustentabilidade do sistema integrado a ser implantado, foi necessário um prévio tratamento na área implantação do experimento. Somente com o sistema produtivo em funcionamento houve possibilidade de realizar a coleta de dados e suas estimativas para análise dos aspectos ambientais, tendo em vista que o aspecto econômico constitui uma das prioridades do sistema.

Inicialmente, a área de pastagem não estava degradada, havia pastagem de *Brachiaria* sp. (*Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola* e *Brachiaria ruziziensis*) com baixa capacidade produtiva e presença de outras espécies como *Paspalum notatum*, brotação da vegetação natural do cerrado e cupinzeiros, assim não houve dispêndio para recuperá-la, mas realizou o preparo com o manejo completo; com o pasto já reformado, o custo inicial em agosto e setembro de 2008 foi com calagem e gessagem, na base de 3,0 e 1,0 t/ha, respectivamente, em área total. Em setembro e outubro de 2008, a área foi dessecada com herbicidas e preparada com subsolagem e duas gradagens pensadas, o que não dispensou adubação a lanço, em área total com 300 kg/há da fórmula 05:25:15, e posterior gradagem niveladora.

Em setembro de 2008, no primeiro ano do sistema, houve o cultivo da soja, no verão, com espaçamento entrelinhas de 0,45 m e uma densidade de semeadura de 30 sementes/m, deixando espaçamentos pré-determinados de 2,0 m de largura para posterior plantio de mudas de eucalipto. Os tratos da cultura da soja foram realizados de acordo com as recomendações da Embrapa (2006) *apud* Almeida (2012). E após a primeira produção de grãos no primeiro decênio de abril de 2009 foi realizada nova adubação a lanço, com 200 kg/ha da fórmula 05:25:15.

No segundo decênio de abril, foi realizada a implantação de sorgo granífero cv. BRS 310 em semeadura simultânea com capim-piatã, na safrinha, conforme recomendações de Gontijo Neto et al. (2006) *apud* Almeida (2012). Destinou-se o sorgo para a produção de feno, pois não houve colheita devido a um déficit hídrico na época da semeadura. O plantio de mudas de eucalipto em linha simples, iniciou em meados de 10 a 20 de janeiro de 2009, devido ao período de chuva, para não haver necessidade do plantio com gel nem o triplo de carros pipas para irrigar a área. A estimativa prevista pela empresa vendedora das

mudas/clones era de 5 a 10% e a perda das mudas de fato foram de 22%, sendo necessário o replantio de outras mudas no local daquelas perdidas. O capim-piatã foi semeado sobre os restos culturais da soja, em abril de 2010.

Em agosto de 2009, as amostras de eucalipto apresentaram altura média de 1,34 m e diâmetro médio do colo de 2,74 cm, as amostras de pasto apresentaram o total de 4.249 kg/há de massa seca de capim-piatã e de 215 kg/há de massa seca de sorgo. Após a coleta de dados, foi realizada a adubação para o eucalipto, com as seguintes quantidades de adubos por árvore: 300 g de gesso, 60 g de MAP, 30 g de KCl, 50 g de Sulfato de amônio, 6 g de sulfato de Zinco e 6 g de Bórax.

Antes da entrada do gado no sistema, os pastos foram mantidos sob cortes para fenação, até que as árvores de eucalipto atingissem diâmetro à altura do peito (DAP) maior que 60 mm. É necessário a realização da desrama rente às árvores, com até 1/3 da altura das árvores, para que o contato com os animais não causem quebras de galhos não uniformes, e prejudiquem a formação da madeira. A primeira desrama demorou aproximadamente 2 meses, pois a poda foi realizada com todos os cuidados necessários e uso da pastagem de capim-piatã iniciou a partir de outubro e novembro de 2009, sendo no mês de outubro a colheita da forragem para fenação, com corte a 0,20 m do solo e com um rendimento médio de 4.000 kg/há de feno enfardado.

Em janeiro de 2010, as árvores de eucalipto apresentavam, em média, 6,1 m de altura e 8,1 cm de diâmetro do colo, e o pasto, 8.582 kg/ha de massa seca de forragem. Nos dois meses seguintes, o pasto sofreu corte de uniformização a 0,30 m do solo, e esse material cortado permaneceu no campo.

Os animais entraram na área no período de 25 de maio a 12 de agosto de 2010, totalizando 80 dias de pastejo, os animais apresentaram ganho médio diário de 654 g, totalizando um ganho de peso vivo de 127 kg/ha. A capacidade de suporte da pastagem é da taxa de lotação de 1,5 UA/ha. Os teores de proteína bruta na folha e no colmo foram maiores na sombra do que no sol, com 11,4% x 8,5% e 2,8% x 1,9%, respectivamente. Na folha, também foi observada maior digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica na sombra, 63,2%, do que no sol, 54,1% (SANTOS et al., 2010 *apud* ALMEIDA, 2012). O pasto de capim-piatã localizado mais próximo às fileiras de árvores apresentaram menor altura do dossel, com menor massa seca de forragem e maior teor de proteína bruta, em relação aos localizados na posição intermediária (entre as fileiras de árvores e com maior exposição ao sol).

No período de novembro de 2010 a maio de 2011 (162 dias), a taxa de lotação média de animal de 1,76 UA/ha, com o ganho de peso vivo de 115 kg/ha, somente com suplementação mineral.

Para a manutenção do componente arbóreo, deve-se realizar a desrama anual, da seguinte forma: desrama de 2 metros, para o primeiro ano; de 2 a 4 metros para o segundo ano; de 4 a 6 metros para o terceiro ano. Após o 4º ano, não há necessidade de desrama.

A introdução do componente animal com o bovino de corte, gado Nelore, ocorreu em março de 2010, sendo benéfico para o sistema a partir do momento em que consome as gramíneas e diminui a competição do sub-bosque com o bosque, diminui propensão ou intensidade das queimadas, controle de parasitas, pelo manejo sanitário e favorece a ciclagem de nutrientes com a matéria orgânica defecada. Em contrapartida, o sistema favorece o animal nos seguintes pontos: bem estar animal nas 5 liberdades¹², qualidade do sêmen, pelo desempenho zootécnico e condição climática¹³.

Em setembro de 2012, retirou-se os animais, para o plantio de soja integrado ao pasto. A colheita ocorreu em fevereiro e/ou março de 2013. Nos três próximos anos o ciclo de pasto e floresta, para no oitavo ano do sistema desbastar Eucalipto e plantio de soja. No nono, décimo e décimo primeiro ano o sistema é ocupado pelo pasto e floresta. E no último ano do ciclo, o corte de madeira para laminação.

O sistema obedecerá o ciclo de rotação de quatro anos, sendo um ano com lavouras de soja, no verão, e três anos com pastagem de capim-piatã (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã), conforme Macedo (2011; 2005) e ALMEIDA, *et al.*, (2009) *apud* Almeida (2012).

Dentre a possibilidade de desbaste do eucalipto aos 4 anos, com a finalidade de matéria para carvão, desbaste aos 8 anos, também para carvão e desbaste aos 12 anos para laminação para a movelaria, optou-se pelos desbastes de 50% das árvores com 8 anos e os outros 50% com 12 anos, para se obter maior renda. Observa-se que o critério para o desbaste não é sistemático, sendo consideradas as características da madeira para sua manutenção (crescimento longilíneo, reto e encorpado) ou para seu desbaste (formação de nós, machucadas, baixo crescimento, dentre outros fatores).

O sistema também está sujeito a eventos imprevistos como queimadas, havendo maior probabilidade se a região tem períodos longos de estiagens e quando sua área é limítrofe à rodovia. Como ocorreu no experimento pesquisado, a área foi incendiada por uma queimada

¹² As cinco liberdades do animal são as seguintes:

¹³ O benefício climático pode ser identificado pela variação de 2 a 8% da temperatura (ITGU) de radiação e irradiações, e o vento diminuir em 26 a 61%.

não intencional que atrasou em três meses a continuidade da produção, para que fossem refeitos todos os piquetes. Verifica-se a necessidade de acompanhamento mais aproximado do sistema para poder responder a contento os imprevistos e evitar maiores prejuízos.

2.2. Quantificação da massa de carbono

2.2.1. Quantificação da massa de carbono para pastagem

Para a amostragem da vegetação graminácea-herbácea foi utilizado um gabarito (gaiola) de 1m², todo material vegetal, incluído na área do gabarito, foi cortado a aproximadamente, 5 cm do solo. O material foi colocado em sacos plásticos, identificado com o respectivo número da parcela e levado para o laboratório. Lá será pesado para se obter a massa úmida e, logo após, serão retiradas amostras de 50g que serão colocadas em embalagens de papel e acomodadas em estufa de circulação reforçada, onde serão submetidas à temperatura¹⁴ de 70 graus Celsius durante um período de 48 horas, até atingirem peso constante (estabilização do peso) e serão pesadas novamente para obter a massa seca.

Assim, poderá utilizar a proporcionalidade entre massa seca e massa úmida utilizada por Soares *et al.* (1996) e Costa *et al.* (2008) *apud* Vilar (2009) e Torres (2011):

$MS(C) = \frac{Mu(c) * Ms(a)}{Mu(a)}$ em que:

$Mu(a)$

$MS(C)$ = massa seca total no campo, em g,

$Mu(c)$ = massa úmida total no campo, em g,

$Ms(a)$ = massa seca das amostras, em g; e

$Mu(a)$ = massa úmida das amostras, em g.

Para os cálculos, utilizou-se a média dos valores obtidos da massa de matéria úmida no campo e a massa de matéria úmida e seca das amostras. Posteriormente, os valores encontrados foram extrapolados para toneladas por hectare.

2.2.2. Quantificação da massa de carbono para floresta

As amostras das árvores foram medidas a altura total, diâmetro à altura do peito ou Circunferência à Altura do Peito (CAP) e na base do tronco, bem como peso verde. A CAP será medida com o auxílio de paquímetro e a altura por meio do clinômetro.

O método direto ou destrutivo de quantificação da biomassa pelo corte, pela coleta e pesagem de diferentes compartimentos de árvores (geralmente troncos, galhos e folhas).

¹⁴ Temperatura recomendável de 65°C (TORRES, 2011, p. 73).

Medir inventários florestais com parâmetros dendrométricos (diâmetro a 1,30 m do solo (DAP) e altura) para posteriormente separá-las em diferentes compartimentos, de onde serão obtidas subamostras que serão pesadas, identificadas e enviadas a laboratório para secagem (LIMA, 2012).

2.3. Métodos de precificação de carbono

A principal medida do serviço ambiental de sequestro e estocagem de carbono utilizada nas negociações de créditos de carbono é a de CO₂ equivalente. Para a conversão da média do teor de carbono encontrado na área pesquisada para toneladas de CO₂ equivalente, utilizou-se a seguinte proporção: para cada crédito de carbono equivalente a 1 tonelada de CO₂ equivalente. Podendo ser utilizado o fator de conversão igual a 3,67 (IPCC, 2006 *apud* VILAR, 2009).

3. Resultados e Discussão

As árvores foram medidas com 16 meses de seu plantio, idade escolhida por atingir o porte adequado para a entrada de animais em pastejo. A mensuração da biomassa apresentou valores médios de massa seca por árvore de: 5,20 kg de folhas, 3,59 kg de galhos, 8,80 kg de tronco e 5,22 kg de raízes, de um volume de solo de 2 m³. (ALMEIDA, 2012)

Considerou-se apenas a biomassa do tronco, equivalente a 38,6% da massa seca total e a que emissão anual média de um bovino adulto é de 1,86 t de CO₂ eq., assim a capacidade de mitigação das emissões de gases de efeito estufa, no que tange ao CO₂ equivalente, foi de 1,84 animal/ha/ano, conforme tabela que segue:

Tabela 1. Estimativa de mitigação da emissão de gases de efeito estufa em sistemas de iLPF com espaçamento 22 x 2, após 16 meses da implantação das árvores.

Sistema de iLPF	Sequestro			Mitigação (UA/ha) ²
	C (kg/ árvore)	C (t/ha)	CO ₂ eq. (t/ha)	
Com 227 árvores/há	4,1	0,9	3,4	1,84

Fonte: Almeida *et al.* (2011) *apud* Almeida *et al.* (2012).

As árvores foram novamente mensuradas aos 36 meses de idade, conforme metodologia anteriormente descrita, obtendo as seguintes características de altura, DAP e volume de madeira por hectare, conforme tabela:

Tabela 2. Médias de diâmetro na altura do peito (DAP), altura, volume de madeira por árvore e volume de madeira por hectare para o sistema de iLPF com espaçamento 22 x 2, após 36 meses da implantação das árvores.

Sistema de iLPF	DAP (cm)	Altura (m)	Vol./árvore (m ³)	Vol./hectare (m ³)
Com 227 árvores/ha	16,00	17,29	0,17	38,83

Fonte: Ferreira *et al* (2012).

Considerou-se nessa avaliação, que uma unidade animal (UA) emite 1,88 t CO₂ eq., assim as quantidades de carbono equivalente fixado pelo componente florestal e o potencial de neutralização das emissões de GEEs por bovinos (PNEB), aos 36 meses após o plantio do eucalipto é de 21,21 UA/ha, conforme demonstra tabela abaixo:

Tabela 3. Estimativa de mitigação da emissão de gases de efeito estufa e potencial de neutralização da emissão de GEEs por bovinos, em sistemas de iLPF com espaçamento 22 x 2, após 36 meses da implantação das árvores.

Sistema de iLPF	Sequestro		Mitigação (UA/ha)
	C (t/ha)	CO ₂ eq. (t/ha)	
Com 227 árvores/ha	11,07	39,88	21,21

Fonte: Ferreira *et al* (2012).

A taxa de lotação anual recomendada para os sistemas integrados é entre 1,5 a 2,5 UA/ha, sendo necessárias a integração de 14 a 27 árvores/ha para mitigar as emissões de GEEs desses sistemas. Em atendimento a recomendação mencionada, foi utilizada a taxa de 1,5 a 1,76 UA/ha, em maio a outubro de 2010 e novembro 2010 a maio de 2011, respectivamente (ALMEIDA, *et al.*, 2012).

Verifica-se que o sistema tem grande potencial de neutralização das emissões de CO₂ eq. dos bovinos em pastejo, pois todo CO₂ eq. emitido é neutralizado pelas árvores do sistema e ainda, mantém um saldo positivo¹⁵ de 31,42 t/ha de CO₂ eq. Este saldo positivo de CO₂ eq. mantido pelo sistema de iLPF possibilita a negociação desses créditos no mercado de carbono.

Para que o sistema gere valor agregado por meio da certificação de emissões reduzidas dos gases do efeito estufa, RCEs, dentre eles o gás carbônico, é necessária a realização de projeto de mecanismos de desenvolvimento limpo, MDL, no qual se comprovará que a demanda de carbono é maior que a oferta.

Assim, na hipótese de cumpridos os requisitos de identificação de elegibilidade, linha de base, adicionalidade e monitoramento, o sistema estaria apto a gerar créditos de carbono, por meio do serviço ambiental de sequestro de carbono que presta durante seu ciclo produtivo. Visualiza-se saldo positivo quanto à fixação do carbono em relação sua emissão no sistema para o período de maio de 2010.

¹⁵ Resultado obtido do seguinte cálculo: 1,5* 1,88 (este valor refere-se às emissões de 1 ano, como são 36 meses, ou três anos, este valor deve ser multiplicado por 3) = então: 1,5*1,88*3 (anos) = 8,46 / então: 39,88 – 8,46 = 31,42.

O valor das Reduções Verificadas de Emissão (RVEs) ou Reduções Certificadas de Emissões (RCEs) em 2008 eram transacionadas em uma média de US\$ 7,34/t CO₂e, retraindo para US\$ 6,5/t CO₂ e em 2009 e para US\$ 5,9/ tCO₂ em 2012 (INSTITUTO CARBONO BRASIL, 2014).

Em 2014, a realização de leilões tem apresentado valores significativos para a comercialização dos créditos de carbono, isso porque a cotação mínima foi fixada pelo governo. Como consequência do apoio governamental, Quebec do Canadá apresentou a cotação de C\$ 11,39/t (R\$ 23,45 ou € 7,69) e a Califórnia, nos Estados Unidos vendeu permissões pelo valor de US\$ 11,50/t.

Para demonstrar o panorama da média dos preços de mercado para créditos de carbono, considerando em dólar, a preço da tonelada de carbono equivalente, segue figura:

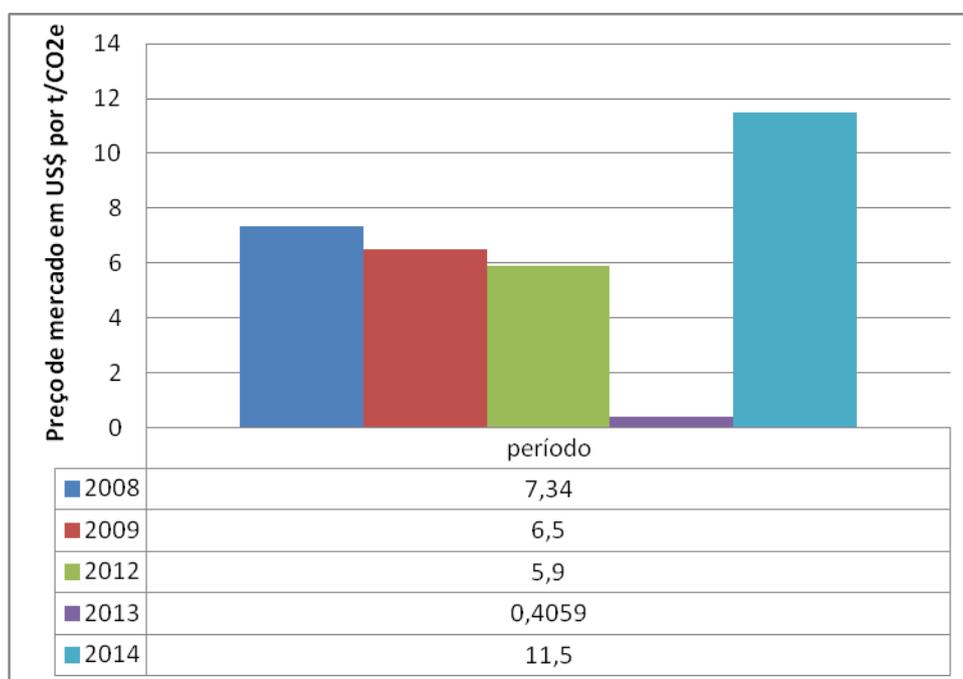


Figura 3 – Relação de preço (em US\$) de mercado do carbono equivalente em relação aos anos de 2008 a 2014. Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados do Instituto Carbono Brasil. (2014).

Ainda que a tendência para o ano de 2014 seja de valorização dos RCEs, os resultados serão analisados pelo valor médio, considerando a média das ofertas mais baixas realizadas ao longo do ano de 2013, ou seja, o valor aproximado de € 0,30/t ou US\$ 0,4059/t. (INSTITUTO CARBONO BRASIL, 2013).

Com o cálculo de $1,5 * 1,88$ (este valor refere-se às emissões de 1 ano, como são 36 meses, ou três anos, este valor deve ser multiplicado por 3) = então: $1,5 * 1,88 * 3$ (anos) = 8,46 / então: $39,88 - 8,46 = 31,42$ toneladas de CO₂ equivalente por hectare.

Verifica-se, portanto, a oportunidade de renda alternativa, a ser realizado com o estoque de 31,42 t/ha de CO₂ eq., mantido pelas árvores do sistema de iLPF com espaçamento de 22 x 2 m possibilita a negociação desses créditos no mercado de carbono. Assim o valor obtido seria de no mínimo de € 9,426/ha ou U\$ 12,75 por todo sistema, sendo este um número positivo quando considerado no horizonte de 12 anos previsto no projeto.

A produtividade de madeira e o potencial de prestação de serviços ambientais do componente arbóreo, aos 36 meses de idade, no arranjo espacial de 357 árvores/ha em sistema integrado são maiores que no arranjo de 227 árvores/ha. (FERRERA *et al.*, ANO).

Podem ser observadas outras potencialidades advindas da implantação desse sistema integrado de produção, possuindo relação direta ou indireta aos resultados, por exemplo: o incremento do balanço social da empresa, pois as práticas desenvolvidas em projeto florestais podem ser divulgadas como ambientalmente corretas; a criação de parcerias com prefeituras e governantes locais, auxiliando com incentivos, identificação e treinamento de mão de obra; o estabelecimento de parcerias com Organizações não governamentais, ONGs, para promoção do desenvolvimento sustentável na região, bem como nos procedimentos com o mercado voluntário, conservação do solo e da água, melhorias no microclima e bem-estar animal.

4. Considerações finais

Os estudos realizados em sistemas de integração lavoura e pecuária na região do cerrado brasileiro também apresentam benefícios como as melhorias nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo; redução da ocorrência de doenças, insetos-pragas e plantas daninhas; maior eficiência de uso da terra; e redução de riscos pela diversificação da produção. Contudo também apresentaram a dificuldade de adesão a este sistema, tendo em vista o seu grau de complexidade para seu gerenciamento, devido às especificidades das características de suas variáveis (VILELA, *et al.*, 2011).

Quanto ao enfoque global, verifica-se dificuldade para implantação do sistema integrado também por questões procedimentais; em 2008, foram alterados procedimentos de verificação dos projetos para certificar o cumprimento das reduções de emissão de GEE (como a implantação de Validação e Verificação (VVM), um guia adotado pelo Comitê Executivo do MDL, e a suspensão da DNV).

Essas alterações causaram às Entidades Operacionais Designadas (EODs), empresas que fazem a verificação dos projetos às referidas certificações, maior demanda por trabalho e, conseqüentemente, custos extras. As três principais EODs (TÜV Süd, a SGS e a DNV), responsáveis pela validação de 70% dos projetos em processo de registro no MDL, com a

nova demanda aumentaram as taxas cobradas pelos seus serviços, gerando o efeito cascata para as demais EODs, tornando inviável pequenos projetos de MDL, devido ao alto custo. (CARBON FINANCE *apud* MULLER, 2009)

Por outro lado, a existência do plano ABC, PRODUSA dentre outras diretrizes de política pública demonstram a abertura para a inserção de mecanismos que viabilizem o alcance de objetivos para a sustentabilidade. O pagamento por serviços ambientais, em destaque o sequestro de carbono, apresenta-se como potencial instrumento capaz de reconhecer a importância dos serviços ambientais oferecidos pelos sistemas para a manutenção, recuperação e melhoria do próprio sistema.

O estudo realizado por um grupo interdisciplinar, composto pelo Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia – IPAM, Instituto Ethos e a Comissão de Assuntos econômicos do Senado teve o esforço científico de relacionar os impactos das políticas tributária do governo no quadro geral das emissões de gases causadores das mudanças climáticas. Como resultado verificou-se que a pegada dos incentivos tributários federais para indústria, agropecuária, energia, e transportes é significativa.

E a redução a zero de alíquotas de PIS/PASEP e COFINS, entre 2006 e 2010, para o setor de agricultura aumentaram os gastos tributários em 62% e alcançaram mais de R\$ 12 bilhões em 2012, contribuindo para a expansão a cultura da soja, cana-de-açúcar e milho, e conseqüentemente, e para a aumento do consumo de fertilizantes sintéticos para as referidas produções. (MCTI, 2013 *apud* IPAM, 2013)

O aumento da produtividade no setor agrícola, não resultou no estímulo à eficiência produtiva e à redução de emissões no setor, assim a análise da pegada de carbono da política tributária brasileira recomendou a implantação de outras políticas tributárias que contemplem diretrizes para o ao desenvolvimento sustentável como a Política de Mitigação das Mudanças Climáticas, como as atividades econômicas associadas aos serviços ambientais. (IPAM, 2013)

É nesse latente cenário, com políticas públicas sólidas para reconhecer os benefícios gerados pelos serviços ambientais, que o sistema de iLPF se apresenta como uma potente máquina de produção apta a atender a demanda econômica, ambiental e social, equilibrando o sistema como um todo e garantindo maior sustentabilidade.

A implantação e o estudo dos sistemas integrados de produção, bem como a divulgação de seus resultados favorecem a conscientização do desenvolvimento sustentável. Sendo estas, etapas essenciais para o encaminhamento de padrões de produção e consumo, e conseqüentemente, das políticas públicas e dos instrumentos econômicos para formas mais sustentáveis.

Assim, uma política direcionada aos incentivos para redução de emissão dos gases de efeito estufa, com pagamentos por serviços ambientais gerados pelos sistemas produtivos, especialmente com a criação de mercado local, favorecerá, não apenas o cumprimento das metas firmadas no COP-16, como também a preservação das potencialidades ambientais ainda não conhecidas pelo homem.

5. Referencias bibliográficas

ALMEIDA, Roberto Giolo de; MACEDO, Manuel Claudio Motta; ALVES, Fabiana Villa. **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta com ênfase na produção de carne**. II Congreso Colombiano y 1er Seminario Internacional Silvopastoreo. Julio 31 e Agosto 1 de 2012.

BOLFE, Édson Luis; ANDRADE, Ricardo Guimarães; VICENTE, Luiz Eduardo; BATISTELLA, Mateus; GREGO, Célia Regina; VICTORIA, Daniel de Castro. **Uso de geotecnologias no monitoramento de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**. In: Sistemas de integração: a produção sustentável. 2.ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. Capítulo 14. 200-2015 p.

EMBRAPA GADO DE CORTE. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <http://www.cnpqc.embrapa.br/index.php?pagina=unidade/missaounidade.htm#>. Acesso em: 13 out 2013.

FERREIRA, André Dominghetti; ALMEIDA, Roberto Giolo de; MACEDO, Manuel Claudio Motta; LAURA, Valdemir Antônio; BUNGENSTA, Davi José; MELOTTO, Alex Marcel. **Arranjos espaciais sobre a produtividade e o potencial de prestação de serviços ambientais do eucalipto em sistemas integrados**. VII Congresso Latinoamericano de Sistemas **Agroflorestais** para a Produção Pecuária Sustentável. Sistemas silvipastoris, o caminho para a economia verde na pecuária mundial, 2012.

FLORES, C.A.; RIBASKI, J.; MATTE, V.L. **Sistema agrossilvipastoril na região sudoeste do estado do Rio Grande do Sul**. 2010. Artigo em Hipertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2010_4/SistemaAgroSilvoPastoril/index.htm>. Acesso em: 25.06.2012.

FONTANELI, Renato Serena. **FORAGEIRAS PARA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NA REGIÃO SUL-BRASILEIRA**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 340 p., ISBN 978-85-7574-023-1.

CAMPO GRANDE, MS (23 jun. 2014). **Google Maps**. Google. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/Campo+Grande/@-20.875456,-54.2618867,8z/data=!3m1!4b1!4m2!3m1!1s0x94866e1f9e57e9e9:0xf8e924fa9e972b16>>. Acesso em 23 jun. 2014.

LIMA, Magda Aparecida de. **Estoque de biomassa em florestas plantadas, sistemas agroflorestais, florestas secundárias e Caatinga**. In: Estoques de carbono e emissões de gases de efeito estufa na agropecuária brasileira. Cap. 4. Brasília, DF: Embrapa, 2012.

MANGABEIRA, João Alfredo de Carvalho; TÔSTO, Sérgio Gomes; ROMEIRO, Ademar Ribeiro. **Valoração de serviços ecossistêmicos: estado da arte dos sistemas agroflorestais**

(SAFs). Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2011. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/929757>>. Acesso em 26 jul 2013.

VILAR, Mariana Barbosa. **Valoração econômica de serviços ambientais em propriedades rurais**. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2009.

VILELA, Lourival; *et al.* **Sistema de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado**. Pesquisa agropecuária brasileira. Brasília, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, 2011.

SILVA, Luciana Ferreira de. **A construção de um índice de sustentabilidade ambiental agrícola (ISA):** uma proposta metodológica. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2007.

SILVA, Maria Aparecida Moraes. **Produção de alimentos e agrocombustíveis no contexto da nova divisão mundial do trabalho**. Revista Pegada, v. 9, n. 1, 2012. Disponível em: <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/pegada/article/view/1645/1580>> Acesso em: 21 ago 2014.

MULLER, Fernanda B. **Pequenos projetos de MDL enfrentam dificuldades com altas taxas de EODs**. CARBONO BRASIL/ CARBON FINANCE. 2009. Disponível em <<http://www.institutocarbonobrasil.org.br/noticias/noticia=720701>>. Acesso em: 27.08.2013.

IPAM – Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia; Instituto Ethos e Comissão de Assuntos econômicos do senado. Pegada de Carbono dos Gastos Tributários. Seminário Política Tributária e Sustentabilidade: uma plataforma para a nova economia. Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.ipam.org.br/ipam/estudo-pegada-de-co2-da-politica-tributaria-brasileira>> Acesso em: 27 nov 2013.

Referências bibliográficas gerais

AMAZONAS, Maurício de Carvalho. **Economia do meio-ambiente**: uma análise da abordagem neoclássica a partir de marcos evolucionistas e institucionalistas. Dissertação (Mestrado em Economia pelo Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas). Campinas, SP, 1994.

FAO – Food and Agriculture Organization - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Disponível em: <https://www.fao.org.br/>. Acesso em 30 Set. 2014.

GUANZIROLI, Carlos Enrique; BUAINAIN, Antonio Marcio; DI SABBATO, Alberto. Dez anos de evolução da agricultura familiar no Brasil: (1996 e 2006). **Rev. Econ. Sociol. Rural**, Brasília , v. 50, n. 2, June 2012 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032012000200009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 29 Mar. 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032012000200009>.

V.; MEDRADO, M.J.S.; NICODEMO, M.L.F.; DERETI, R.M. 2009. Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo. Colombo – Brasil: Embrapa Florestas.