

Documentos

ISSN 0103-7811
Dezembro, 2011

91

Valoração de serviços ecossistêmicos: estado da arte dos sistemas agroflorestais (SAFs)



ISSN 0103-7811

Dezembro, 2011

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Monitoramento por Satélite
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 91

Valoração de serviços ecossistêmicos: estado da arte dos sistemas agroflorestais (SAFs)

João Alfredo de Carvalho Mangabeira
Sérgio Gomes Tôsto
Ademar Ribeiro Romeiro

Embrapa Monitoramento por Satélite
Campinas, SP
2011

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Monitoramento por Satélite

Av. Soldado Passarinho, 303 – Fazenda Chapadão

CEP 13070-115 Campinas, SP

Telefone: (19) 3211-6200

Fax: (19) 3211-6222

www.cnpm.embrapa.br

sac@cnpm.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: Cristina Criscuolo

Secretária-Executiva: Shirley Soares da Silva

Membros: Bibiana Teixeira de Almeida, Daniel de Castro Victoria, Davi de Oliveira Custódio,
Graziella Galinari, Luciane Dourado e Vera Viana dos Santos

Supervisão editorial: Cristina Criscuolo

Revisão de texto: Bibiana Teixeira de Almeida

Normalização bibliográfica: Vera Viana dos Santos

Tratamento de ilustrações e diagramação eletrônica: Shirley Soares da Silva

Fotos da capa: Ivo Bulhões – Idaron (Café em sistema agroflorestral)

1ª edição

1ª impressão (2011): versão digital.

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Monitoramento por Satélite

Mangabeira, João Alfredo de Carvalho

Valoração de serviços ecossistêmicos: estado da arte dos sistemas agrofloretais (SAFs) / João Alfredo de Carvalho Mangabeira, Sérgio Gomes Tôsto, Ademar Ribeiro Romeiro. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2011.

47 p.: il. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 91).

ISSN 0103-7811.

1. Economia do ambiente. 2. Valoração ambiental. I. Tôsto, Sérgio Gomes. II. Romeiro, Ademar Ribeiro. III. Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite (Campinas, SP). IV. Título. V. Série.

CDD 333.76

Autores

João Alfredo de Carvalho Mangabeira

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Desenvolvimento, Espaço e Meio Ambiente,
Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP
manga@cnpm.embrapa.br

Sérgio Gomes Tôsto

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Desenvolvimento, Espaço e Meio Ambiente,
Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP
tosto@cnpm.embrapa.br

Ademar Ribeiro Romeiro

Economista, Doutor em Economia, Professor titular da
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas-SP
ademar@eco.unicamp.br

Agradecimentos

O autor agradece o apoio financeiro proporcionado pelas seguintes instituições e pessoas:

- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa),
- Universidade Estadual de Campinas (Unicamp),
- Ivo Bulhões, da Agência de Defesa Sanitária Agrosilvopastoril de Rondônia (Idaron), pelo apoio em Machadinho d'Oeste e pelas fotos enviadas.

Apresentação

Este documento procura fornecer, de forma sucinta e de maneira geral, uma contribuição aos estudos relativos à prestação dos serviços ecossistêmicos para a agricultura. Por intermédio de alguns dos conceitos sobre serviços ambientais e sobre sua importância, são apresentados exemplos de valoração de serviços agroecossistêmicos para os sistemas agroflorestais, além da sua vertente, os sistemas de produção silvipastoris. A contribuição destes serviços, se explorada de forma racional e frequente pelos produtores rurais, pode levar ao melhor funcionamento de seus sistemas de produção.

A equipe de pesquisa espera, com esta publicação, divulgar os procedimentos e métodos de investigação desenvolvidos e os conhecimentos adquiridos, contribuindo para inspirar outros trabalhos, pois a valoração de serviços ecossistêmicos pode constituir-se num importante instrumento, não só de avaliação e planejamento, mas também de gestão do espaço rural, de forma mais econômica e sustentável.

Mateus Batistella
Chefe-Geral

Sumário

Introdução	7
Sistemas agroflorestais (SAFs) e sua importância	8
Conceitualização dos sistemas agroflorestais.....	8
Sistemas agroflorestais no Brasil.....	10
Sistemas agroflorestais e políticas para incentivo	11
Importância dos serviços ecossistêmicos e os princípios da Economia Ecológica	13
Conceituações de serviços ecossistêmicos	13
Economia Ecológica para os serviços ecossistêmicos.....	14
Serviços ambientais e sua importância	16
Exemplificação dos serviços ecossistêmicos dos SAFs, juntamente com exemplos de valoração.....	17
Serviços ecossistêmicos prestados pelos sistemas silvipastoris (SSPs)	19
Valoração de serviços ecossistêmicos pela visão da Economia Ecológica	22
Exemplos de valoração de serviços ecossistêmicos prestados pelos sistemas agroflorestais (SAFs).....	28
Exemplos de valoração de serviços ecossistêmicos prestados pelos sistemas silvipastoris (SSPs)	31
Trabalhos com sistemas agroflorestais pela Embrapa Monitoramento por Satélite ..	34
Considerações finais.....	36
Referências.....	39

Valoração de serviços ecossistêmicos: estado da arte dos sistemas agroflorestais (SAFs)

João Alfredo de Carvalho Mangabeira

Sérgio Gomes Tôsto

Ademar Ribeiro Romeiro

Introdução

O presente documento de pesquisa tem como objetivo mostrar, de forma sucinta, experiências com sistemas agroflorestais (SAFs) no Brasil, bem como o estado da arte desses sistemas pela Embrapa Monitoramento por Satélite. Procura-se inserir estas experiências dentro da visão da Economia Ecológica, buscando metodologias complementares, baseadas em geotecnologias, para a quantificação e qualificação das contribuições dos serviços ecossistêmicos prestados por esses sistemas. Tais contribuições, se exploradas de forma racional e frequente pelos produtores rurais, podem levar ao melhor funcionamento de seus sistemas de produção de forma sustentável.

Para tanto, o desenvolvimento de métodos para localizar, quantificar e qualificar as áreas conduzidas com SAFs tornou-se prioridade nos estudos levantados por esta pesquisa. A metodologia empregada no levantamento das informações para este documento consistiu na busca e consulta às seguintes fontes:

- Anais do Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais;
- Pesquisa na internet;
- Publicações eletrônicas dos centros de pesquisa da Embrapa;
- Rede informal de contatos.

Observações pessoais também foram usadas, porém informações importantes foram verificadas na literatura. No entanto, esse levantamento deve ser considerado uma amostragem e não tem a pretensão de esgotar o tema.

As principais conclusões demonstram que as avaliações e a valoração dos serviços ecossistêmicos devem ser baseadas pelos princípios da Economia Ecológica. Os sistemas agroflorestais não podem ser analisados quanto à sua viabilidade pela ótica reducionista da Economia Ambiental, cuja vertente neoclássica prioriza a precificação, não considerando as dimensões sociais e ambientais. Esses sistemas fornecem vários serviços, cuja quantificação e valoração requerem metodologias específicas, por meio de geotecnologias.

Apesar de já terem sido comprovados e valorados alguns dos diversos serviços ambientais oferecidos pelos sistemas agroflorestais, há dificuldades de difusão e disseminação desses sistemas por parte dos agentes públicos e privados. Além disso, esses sistemas são desconhecidos por grande parte dos produtores rurais, e é necessário maior apoio para a realização de pesquisas e o desenvolvimento deste setor produtivo.

O documento encontra-se organizado da seguinte maneira:

1. Conceitualização dos sistemas agroflorestais (SAFs);
2. Importância dos serviços ecossistêmicos e os princípios da Economia Ecológica;
3. Exemplificação dos serviços ecossistêmicos dos SAFs;
4. Serviços ecossistêmicos prestados pelos sistemas silvipastoris (SSPs);
5. Valoração de serviços ecossistêmicos pela visão da Economia Ecológica;
6. Trabalhos com SAFs na Embrapa Monitoramento por Satélite;
7. Considerações finais.

Sistemas agroflorestais (SAFs) e sua importância

Conceitualização dos sistemas agroflorestais

Segundo Bolfe (2010), quanto à conceituação dos SAFs:

A história dos sistemas agroflorestais já vem de longa data, visto que foram e continuam sendo desenvolvidos por populações tradicionais em todo o mundo, cujos princípios estão arraigados às culturas milenares, os quais foram se adaptando ao meio e, este, moldando-se à ação humana.

De acordo com Young (2003), citado por Bentes-Gama (2003), o termo “agrofloresta” surgiu a partir das recomendações de pesquisas feitas em 1977 pelo Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal – International Center for Research in Agroforestry (Icraf) –, que sugeriam a ampliação do estudo agrícola e florestal em propriedades rurais. De maneira geral, os sistemas agroflorestais são caracterizados pelo “uso de árvores mais qualquer outro cultivo, ou pela combinação de árvores com cultivos alimentícios” (VERGARA, 1985). Uma definição clássica é a que descreve os sistemas agroflorestais como sistemas de uso da terra em que se combinam, deliberadamente, de maneira consecutiva ou simultânea, na mesma unidade de aproveitamento da terra, espécies arbóreas perenes com cultivos agrícolas anuais e/ou animais, para obter permanentemente maior produção (ICRAF, 1983).

Nos anos mais recentes, também tem sido desenvolvida como uma ciência que se compromete a ajudar os agricultores a incrementar a produtividade, rentabilidade e sustentabilidade da produção em sua terra. A ciência das agroflorestas caminha ao lado da arte das práticas agroflorestais que já existem (ROCHA, 2006, citado por THEODORO et al., 2009). O Icraf sugere que as agroflorestas são capazes de minimizar de forma significativa alguns desafios socioambientais do mundo atual, tanto contribuindo com produtos e serviços ambientalmente sustentáveis, como incrementando a renda de famílias pobres e garantindo sua segurança alimentar e nutricional.

Ou seja, como afirma Bolfe (2010):

a agrofloresta ou agrossilvicultura como ciência desenvolveu-se a partir da década de 70, quando as hipóteses principais da importância da função das espécies arbóreas sobre os solos tropicais foram elaboradas. Esse sistema de produção promove a interface entre a silvicultura (estudo e exploração de florestas) e a agricultura, tendo por objetivos a produção de alimento, fibras, frutas, produtos florestais madeireiros e não madeireiros (medicamentos e extratos, por exemplo).

Ainda sobre agrossilvicultura, Bolfe (2010) afirma, citando o ICRAF (2004):

a agrossilvicultura inclui tanto o conhecimento e uso de práticas agroflorestais quanto o desenvolvimento de sistemas agroflorestais (SAFs), diferindo de um sistema agropecuário tradicional por ter um componente lenhoso e perene que ocupa papel fundamental na sua estrutura e função. Os SAFs são usados deliberadamente na mesma unidade de manejo da terra com espécies agrícolas de arranjo espacial e sequência temporal.

Sistema silvipastoril é a combinação intencional de árvores, pastagem e gado numa mesma área e ao mesmo tempo e manejada de forma integrada. Pode ser uma alternativa para incorporar a produção de madeira ao empreendimento pecuário, reunindo as vantagens econômicas que cada um tem em separado. Ou seja, o rápido retorno da atividade pecuária e as características favoráveis do mercado de produtos florestais madeireiros (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2010).

Nesse sentido, Götsch (1996) citado por Bolfe (2010), ressalta que os sistemas agroflorestais são tentativas de harmonizar nossas atividades agrícolas com os processos naturais dos seres vivos, para produzir um nível ideal de diversidade e quantidade de frutos, sementes e outros materiais orgânicos de alta qualidade, sem o uso de insumos como fertilizantes, pesticidas ou maquinários pesados. O objetivo é que cada espécie desenvolva-se para aproximar nossos sistemas agrícolas do ecossistema natural local; portanto, trata-se do oposto da agricultura moderna, na qual o homem tenta adaptar plantas e ecossistemas às necessidades da tecnologia.

Segundo Vivan (2000) citado por Bolfe (2010), em uma perspectiva agroecológica os sistemas agroflorestais são entendidos como arranjos sequenciais de espécies ou de consórcios de espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas, por meio dos quais se busca, ao longo do tempo, reproduzir uma dinâmica sucessional natural, visando a atender demandas humanas de modo sustentável.

Dessa forma, percebe-se que, nos sistemas agroflorestais, a essência analógica do sistema é a semelhança e imitação da natureza, visto que plantas e animais vivem em consórcios com outras espécies porque precisam dessas espécies para otimizar sua existência e reprodução, criando novos consórcios com composições diferentes, que serão determinados por uma procedência e determinam uma continuidade (VAZ DA SILVA, 2002).

Segundo Peneireiro (2004), deve-se observar e ter postura aberta para aprender, pois nesses sistemas acaba-se por ser aprendiz da própria natureza. Os sistemas agroflorestais fundamentam-se em bases ecológicas e têm a sucessão ecológica como mola mestra. É importante compreender o funcionamento da natureza para se basear nesses fundamentos, visando elaborar, implantar e manejar esses sistemas de produção.

Sistemas agroflorestais no Brasil

No Brasil, mais precisamente na Amazônia, a prática agroflorestal é centenária e envolve variedade de combinações de arranjos e plantas, que se mostram correlacionados à função da espécie no sistema, à preferência do agricultor para estabelecer determinada espécie e ao hábito alimentar de cada região (BENTES-GAMA, 2003). Segundo Almeida et al. (1995), a diversidade dos SAFs amazônicos tem origem na experiência das comunidades indígenas, que sempre utilizaram rotineiramente as espécies da floresta tropical em benefício de sua alimentação, saúde e manufatura de utensílios diversos, ocasionando a domesticação de diversas espécies que são utilizadas até os dias de hoje na formação desses sistemas.

Para Mattos (2010), os sistemas agroflorestais vêm sendo utilizados intensamente na Amazônia, e são característicos de uso da terra pela agricultura familiar, que simula as funções das florestas nativas nas suas diferentes composições. Contudo, os sistemas têm sido invisíveis para muitos pesquisadores que empregam parâmetros analíticos convencionais, assim como para os tomadores de decisões sobre políticas agrícolas para a agricultura de pequena escala. Porém, os sistemas agroflorestais e agrossilvipastoris são os mais representativos para ilustrar a transição agroecológica da agricultura familiar amazônica.

O uso de agroflorestas visa a equilibrar os estímulos ecológicos e econômicos. Esse processo, em teoria, pode criar um sistema de agricultura sustentável, que reduz o tempo de pousio, mantém fluxo de caixa constante por meio da diversidade de produção, combina objetivos de curto e longo prazo e mantém a terra em estágios diferentes de sucessão secundária. No entanto, a agrofloresta apresenta sérias limitações na prática. A mais importante é a falta de infraestrutura e apoio político necessário para criar um sistema agroflorestal bem-sucedido e que frequentemente resulta em rendas e incentivos insuficientes entre os produtores para o uso de técnicas agroflorestais (MORAN, 2010).

Além das vantagens ecológicas e produtivas dos SAFs, Farrel e Altieri (2002) citado por Rocha e Theodoro (2006) descrevem uma série de benefícios socioeconômicos das agroflorestas quando comparadas a sistemas convencionais. Para os autores, os sistemas agroflorestais superam os monocultivos em termos socioeconômicos: a) pela eficiência ecológica da produção total por unidade de terra, que pode ser incrementada; b) devido ao fato de vários componentes ou produtos do sistema poderem ser usados como *inputs* para a produção de outros e, com isso, a quantidade de investimentos pode ser reduzida; c) a inclusão de cultivares agrícolas normalmente resulta em maior produtividade de árvores e menores custos com o manejo florestal, além de promover maior diversidade de produtos; d) os produtos florestais também podem ser obtidos por todo o ano, oferecendo empregos permanentes e salários regulares; e) alguns produtos florestais podem ser obtidos com baixa atividade de manejo, dando a eles a função de reserva para períodos nos quais houver falhas nos cultivos agrícolas ou necessidades sociais especiais (construir uma casa, por exemplo); f) devido à produção diversificada, pode-se obter distribuição dos riscos, uma vez que esses produtos serão afetados de modo diferenciado por condições desfavoráveis; g) a produção pode ser direcionada para autossuficiência ou para o mercado, pois a situação de dependência do mercado local pode ser ajustada de acordo com a demanda dos agricultores.

Sistemas agroflorestais e políticas para incentivo

As informações apresentadas até então mostram a importância dos incentivos para a implementação de sistemas agroflorestais, constituem-se como importantes alternativas econômicas para os produtores familiares, pois os retira da sazonalidade típica do setor primário e das instabilidades dos mercados exógenos de *commodities* agrícolas (MORAN et al., 2000), além de intensificar o uso da terra e de diversificar a paisagem rural. Concomitantemente, intensificam de forma substancial o uso da terra e fertilizam os solos por reciclagem de nutrientes, além de poderem ser averbados como reserva legal (MATTOS, 2010).

Segundo Mattos (2010), o Programa Proambiente já preconizava como princípios gerais o planejamento da transição agroecológica de sistemas de produção (por exemplo, sistemas perenes agroflorestais ou de uso múltiplo da floresta) e a conservação do meio ambiente (por exemplo, retenção ou recuperação de reserva legal –RL – e área de preservação permanente – APP –), elementos fundamentais não só para conferir maior viabilidade econômica aos lotes familiares (renda direta), como também para habilitá-los à remuneração de serviços ambientais (renda indireta pelo não acúmulo de passivos ambientais ou renda direta futura pela prestação de serviços ambientais).

Dessa forma, os instrumentos econômicos da produção rural necessitam ser aprimorados e integrados à legislação ambiental, cenário em que aparecem como opções os sistemas agroflorestais e os sistemas agrossilvipastoris, de modo a elevar a renda dos cultivos perenes e adaptar a atividade pecuária aos quesitos ambientais legais (MATTOS, 2010). Como exemplificam Brondízio (2009), produtores familiares do estuário amazônico, com lotes proporcionalmente menores, cessaram o processo de desmatamento com o manejo florestal e os sistemas agroflorestais baseados no açaí, devido à demanda crescente de mercados consumidores. Aqui, de novo, figura uma exceção, na qual lotes menores detêm maiores contingentes de reserva legal devido à intensificação de uso da terra. Neste caso, para aumentar a renda familiar anual, tudo indica que políticas de estímulo à produção rural necessitam ser integradas às exigências da legislação ambiental, aparecendo como opções os sistemas agroflorestais e agrossilvipastoris.

As áreas de reserva legal e de preservação permanente deveriam ser destinadas à regeneração natural da vegetação e à introdução de sistemas agroflorestais (no caso restrito da reserva legal). Porém, devido à falta de políticas específicas, em alguns assentamentos rurais essas áreas estão sendo utilizadas de forma extensiva para a criação de gado. O reflorestamento puro e simples tem poucas chances de sucesso se os produtores não puderem obter alguma renda das áreas recuperadas. Assim, é fundamental que se experimentem e divulguem sistemas agroflorestais adaptados a ecossistemas locais e aos sistemas de produção dos assentados e dos agricultores familiares em geral.

O Código Florestal considera, inclusive, de interesse social “as atividades de manejo agroflorestal sustentável praticadas na pequena propriedade ou posse rural familiar, que não descaracterizem a cobertura vegetal e não prejudiquem a função ambiental da área” citado por Fasiaben (2010). Na Instrução Normativa nº 5, explicitam-se, com detenção, os procedimentos a serem seguidos no caso da utilização de sistemas agroflorestais como indutores da recuperação de APPs em propriedade ou posse do agricultor familiar, do empreendedor familiar rural ou dos povos e comunidades tradicionais. Entretanto, não se explicita se tal detalhamento também vale para a reserva legal (FASIABEN, 2010).

O novo Código Florestal deveria preconizar o uso de sistemas agroflorestais, principalmente em lotes familiares rurais amazônicos, nas áreas de reserva legal que seriam destinadas à regeneração natural, mas, devido à falta de políticas específicas, parte delas é utilizada para a formação de pastagens extensivas. Assim, os sistemas agroflorestais advindos de enriquecimento de capoeiras apresentam potencial de unir agregação de renda e capacidade de restabelecimento da reserva legal (GUANZIROLI et al., 2001, MATTOS, 2010, PERZ; WALKER, 2002).

Outra forma de incentivo econômico seria pelo crédito rural específico para a conversão de sistemas agroflorestais, principalmente na Amazônia. Hall (2008) expõe que os agricultores familiares amazônicos tendem a valorizar os benefícios ambientais que lhes proporcionam renda, como o progresso tecnológico aplicado à mudança de sistemas de corte e queima para sistemas agroflorestais. Eles também têm plena compreensão de que, no longo prazo, os retornos econômicos da exploração de espécies perenes podem ser mais sustentáveis que os sistemas de subsistência. Entretanto, devido aos custos de oportunidade iniciais para erigir tal modelo produtivo, somente é possível atingir esse cenário com algum suporte externo que dure vários anos.

Uma das soluções, portanto, passará pelo crédito específico para sistemas agroflorestais, pois, como afirma Norder (2006), o fortalecimento da agricultura familiar em bases endógenas representa um distanciamento em relação ao modelo de produção agrícola especializado, exógeno e em grande escala que predomina no Brasil. Desse modo, valorizar a transição gradativa de uso da terra em busca da diversificação produtiva representa a melhor estratégia para afugentar riscos econômicos e ecológicos. A operacionalização do sistema de crédito rural necessita atribuir prioridade aos financiamentos rurais com investimentos de médio e longo prazo, em lugar da ênfase ao crédito de custeio coerente com o modelo de produção vinculado à aquisição mercantil de grande quantidade de recursos externos e de ciclo de curto prazo. Outro ponto vem da necessidade de harmonizar políticas de crédito rural sustentável com infraestrutura e remuneração de serviços ambientais.

Como afirma Bolfe (2010), os SAFs fazem parte de uma estratégia importante de uso da terra, voltada à qualidade de vida, à comercialização e aos serviços ambientais, como a elevação da biodiversidade e fixação de carbono. Os SAFs podem ser reconhecidos como mecanismos de desenvolvimento limpo (MDL) no contexto do Protocolo de Kyoto, desde que amparados cientificamente por metodologias, principalmente para a avaliação do estoque de carbono.

Nessa óptica, é crescente a inserção dos sistemas agroflorestais na Amazônia como instrumentos locais de MDL como fixadores de carbono, pois preconizam práticas agroecológicas e valorizam o saber cultural. Economicamente, além de o agricultor e a comunidade serem potenciais prestadores de serviços ambientais, recebendo recursos diretos para a implantação de projetos dentro do contexto de MDL, é evidente a diversificação e a constância produtiva dos sistemas agroflorestais, onde fatores de implantação e manejo elevarão o potencial biológico da terra, aumentando a produção agrícola e, portanto, diminuirão a pressão sobre os recursos naturais, fatores positivos para o desenvolvimento das populações e a diminuição das desigualdades sociais (BOLFE, 2010).

Além disso, a consciência global na década atual em relação às questões ambientais e sociais tem aumentando o interesse pelos denominados “produtos verdes” e pela atribuição de valor à natureza, incluindo os custos da degradação ambiental no valor dos produtos de determinada atividade. Em conjunto, esses fatores podem aumentar a viabilidade econômica de projetos de uso sustentável. Para a Amazônia, Kitamura e Rodrigues (2001) observam que está sendo criada uma oportunidade relevante de serviços ambientais, na qual produtos gerados por processos que não contaminem ou degradem o meio ambiente, sem resíduos de agrotóxicos e/ou aditivos seriam utilizados. Nessa óptica, é crescente a inserção dos sistemas produtivos na Amazônia como instrumentos de MDL, que preconizam práticas agroecológicas, agroflorestais e de valoração do saber cultural e dos serviços ambientais.

Becker (2006) relata que os efeitos regionais da mercantilização da natureza poderão incentivar a implantação de redes de pesquisa e desenvolvimento na Amazônia, em especial aquelas voltadas ao desenvolvimento de usos sustentáveis e à biotecnologia, criando alternativas econômicas para a população e o fortalecimento da indústria local, a manutenção de sistemas florestais como sumidouro de carbono (inserindo-se no Protocolo de Kyoto) e a recuperação de áreas degradadas por meio do plantio de florestas. Assim, surge um novo ciclo econômico na Amazônia, baseado no comércio de serviços ambientais, no qual a ecologia deixa de ser uma ação filantrópica, humanitária ou de simples preservação ambiental (HOMMA, 2003).

Portanto, serão necessárias várias ações para incentivar e criar as condições para a agricultura familiar e o desenvolvimento rural sustentável com base agroflorestal. É preciso reajustar e integrar, consideravelmente, as políticas agrária, agrícola, ambiental e macroeconômica no âmbito nacional. O principal objetivo da agricultura familiar de base ecológica e agroflorestal e do desenvolvimento rural sustentável é aumentar a produção de alimentos e fibras de maneira sustentável, gerar emprego e renda, e melhorar a segurança alimentar da Nação.

Importância dos serviços ecossistêmicos e os princípios da Economia Ecológica

Conceituações de serviços ecossistêmicos

Um bem ou serviço ecossistêmico tem grande importância para o suporte às funções que garantem a sobrevivência das espécies. De forma geral, todas as espécies de animais e de vegetais dependem dos serviços ecossistêmicos e dos recursos naturais para a sua existência. Essa importância traduz-se em valores associados aos bens ou aos recursos ambientais, que podem ser valores morais, éticos ou econômicos.

Há algum tempo, acreditava-se que os recursos ambientais, dada a sua enorme abundância, nunca iriam exaurir-se e, assim, não se via necessidade de valorá-los economicamente. O valor atribuído ao meio ambiente era zero ou infinito, ou seja, eram considerados bens gratuitos e não entravam na contabilidade econômica, apesar de serem usados na produção de bens e de serviços. Hoje em dia esta questão está bem clara e há unanimidade na opinião de que ecossistemas têm valor porque mantêm a vida na Terra e geram os serviços necessários para satisfazer as necessidades humanas, materiais e não materiais; assim, o valor dos serviços ambientais ecossistêmicos nunca é zero e pode ser muito elevado (TÔSTO, 2010).

A Avaliação Ecosistêmica do Milênio classifica os serviços ecossistêmicos de forma similar às funções ecossistêmicas, classificando-os em quatro categorias: (i) serviços de provisão ou de abastecimento; (ii) serviço de regulação; (iii) serviços culturais e (iv) serviços de suporte (MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005):

1. **Serviços de provisão** - são aqueles relacionados com a capacidade dos ecossistemas em prover bens, sejam eles alimentos (frutos, raízes, pescado, caça, mel), matéria-prima para a geração de energia (lenha, carvão, resíduos, óleos), fibras (madeiras, cordas, têxteis), fitofármacos, recursos genéticos e bioquímicos, plantas ornamentais e água;
2. **Serviços reguladores** - são os benefícios obtidos a partir de processos naturais que regulam as condições ambientais que sustentam a vida humana, como a purificação do ar, regulação do clima, purificação e regulação dos ciclos das águas, controle de enchentes e de erosão, tratamento de resíduos, desintoxicação e controle de pragas e doenças;
3. **Serviços culturais** - estão relacionados com a importância dos ecossistemas em oferecer benefícios recreacionais, educacionais, estéticos, espirituais;
4. **Serviços de suporte** - são os processos naturais necessários para que os outros serviços existam, como a ciclagem de nutrientes, a produção primária, a formação de solos, a polinização e a dispersão de sementes.

Ainda existem duas subdivisões dos serviços ecossistêmicos nas seguintes categorias: valores de uso e valores de não uso. Os primeiros são subdivididos em valores de uso direto, oriundos da utilização direta dos ecossistemas (serviços de provisão, por exemplo), valores de uso indireto, provenientes da utilização indireta dos ecossistemas (serviços de regulação), e valores de opção, que são valores derivados da perspectiva de uso futuro dos ecossistemas (MAIA, 2004).

Pressupondo, então, que a população do planeta seja totalmente dependente dos seus ecossistemas e dos serviços que eles oferecem, incluindo alimentos, água, controle de doenças, regulação do clima, satisfação espiritual e apreciação estética, a preocupação da comunidade internacional com a necessidade e a urgência de se tomarem medidas imediatas e inovadoras para defender e proteger os ecossistemas, bem como obter desenvolvimento econômico, levou a uma parceria entre diversas instituições internacionais com o objetivo de fornecer bases científicas para a gestão sustentável dos ecossistemas, permitindo a provisão contínua dos serviços por eles gerados. Assim, a Avaliação Ecossistêmica do Milênio realizou esforço único de sistematizar informações relativas aos serviços ecossistêmicos e sua contribuição para o bem-estar humano (MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005). Os serviços ecossistêmicos são a interface básica entre o capital natural e o bem-estar humano. São os benefícios diretos e indiretos gerados a partir das complexas interações entre os componentes do capital natural (ANDRADE, 2010).

Segundo Constanza et al. (1997) e Constanza e Daly (1992) citado por Tôsto (2010):

o "Capital" em geral refere-se a um fator de produção gerado pelo sistema econômico ou a ativos financeiros subjacentes a esses fatores. Designa os estoques de materiais ou informações existentes em um determinado período que geram fluxos de serviços, os quais podem ser usados para transformar outros materiais ou sua configuração espacial, contribuindo para a melhoria do bem-estar humano. O capital natural pode ser considerado como o estoque de recursos naturais existentes que geram um fluxo de serviços tangíveis e intangíveis direta e indiretamente úteis aos seres humanos, conhecido como renda natural.

Mas, como já salientado, o bem-estar humano depende dos serviços ambientais. Ademais, toda atividade humana, qualquer que seja ela, incide irremediavelmente no ecossistema, quer pelo lado da extração de recursos naturais em que a natureza funciona como fonte, quer pelo do lançamento de resíduos. A natureza, enfim, é nossa fonte primordial e insubstituível de vida.

Economia Ecológica para os serviços ecossistêmicos

O arcabouço teórico deste trabalho passa pela visão da Economia Ecológica, que preconiza que o sistema seja utilizado dentro de uma escala de exploração aceitável. No caso estudado, a escala para produção agropecuária deve ser sustentável para manter os serviços ecossistêmicos, garantindo, assim, distribuição justa e que a geração atual e as futuras possam usufruir destes bens ofertados (TÔSTO, 2010).

Por isso, a Economia Ecológica é uma corrente ideológica que vem ganhando reconhecimento 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. A Economia Ecológica leva em consideração os aspectos biofísicos e ecológicos do sistema econômico e, em termos metodológicos, oferece uma abordagem pluralista, na qual se procura integrar a contribuição de várias perspectivas teóricas para se enfrentar a problemática ambiental (ROMEIRO, 2002).

Neste caso, Andrade (2010), cita que a:

Economia Ecológica não desconsidera a valoração monetária, mas também sugere a utilização de avaliações físicas e sociais das contribuições da natureza e os impactos ambientais da economia humana, medidos em seus próprios sistemas de contabilidade. Ela parte do princípio de que a natureza provê gratuitamente serviços essenciais sobre os quais se apoiam as atividades humanas, como o ciclo de carbono e ciclos de nutrientes, o ciclo da água, a formação dos solos, a regulação do clima, a conservação e evolução da biodiversidade, a concentração de minerais, a dispersão ou assimilação de contaminadores e as diversas formas utilizáveis de energia, sendo as cifras monetárias de tais serviços ecossistêmicos dificilmente obteníveis e/ou metodologicamente incoerentes/viesadas.

A Economia Ecológica pressupõe que o caminho para a sustentabilidade está na lógica econômica cíclica, com novos estilos de vida, produção e consumo. A ciência e a tecnologia devem promover estudos que determinem escalas locais sustentáveis de uso dos recursos naturais, a partir de estudos integrados de conhecimento físico e de relações sociais dos territórios, sendo que a determinação das escalas só pode ser realizada por meio de processos coletivos de tomada de decisão (entre entes públicos e privados) subsidiadas por informações oficiais e científicas. O princípio de precaução é valorizado pela Economia Ecológica, com a adoção antecipada de medidas contra fonte potencial de danos sem esperar certezas científicas de causa-efeito da atividade. Logo, para essa corrente, a racionalidade econômica também envolve valores culturais e sociais, o que inevitavelmente demanda profundas mudanças institucionais, novos instrumentos econômicos e inovadoras metodologias de valoração indireta de serviços ambientais, indo além da microeconomia (MATTOS, 2006; ROMEIRO, 2001).

A Economia Ecológica enfatiza, também, que o mercado não conduz à equidade na distribuição e tampouco à escala sustentável. A sociedade deve proceder a uma justa distribuição inicial dos bens e serviços ambientais, e o mercado deve ser usado para resolver a questão da alocação, e não questões de escala e de distribuição (FASIABEN, 2010). A Economia Ecológica leva em consideração os aspectos biofísicos e ecológicos do sistema econômico e, em termos metodológicos, oferece uma abordagem pluralista, na qual se procura integrar a contribuição de várias perspectivas teóricas para se enfrentar a problemática ambiental (ROMEIRO, 2002).

Quanto ao aspecto do mercado, Romeiro (1999) relata que os bens ambientais transacionados (insumos materiais e energéticos) estão em crescente escassez, ocasionando a elevação dos preços e induzindo, assim, a introdução de inovações que permitam poupá-los, substituindo-os por recursos mais abundantes. Além disso, salienta que, em se tratando de bens (serviços) ambientais em geral não transacionados no mercado, por sua natureza de bem público (ar, água, ciclos bioquímicos globais de sustentação da vida, capacidade de assimilação de rejeitos, paisagem), os mecanismos de mercado falham. Para corrigir estas falhas, esse autor enfatiza que é necessário intervir para que a disposição de pagar por esses bens possa expressar-se à medida que sua escassez aumenta. Fica evidente que os mecanismos de mercado não conseguem refletir o valor total dos benefícios florestais. Assim, é necessário ter em mente que as mudanças de uso de solo no sentido da preservação só acontecerão à medida que os proprietários, como agentes econômicos e sociais, receberem e aceitarem como adequado o pagamento dos serviços gerados.

Portanto, a importância em preservar a biodiversidade está na relevância dos produtos e serviços ambientais para a humanidade e no grau, ainda alto, de desconhecimento sobre essa relevância. A importância em preservar a biodiversidade está na descoberta de novas utilidades que os recursos e serviços ambientais venham a ter para a humanidade. Nesse sentido, o princípio da precaução é crucial para fundamentar uma justificativa para a manutenção da biodiversidade.

Além do princípio de precaução, é de vital importância estar atento à finitude dos recursos naturais. Maiores níveis de utilização dos recursos naturais e a convicção de que os recursos naturais são finitos (com o risco de perdas irreversíveis potencialmente catastróficas), difundida pelos economistas ecológicos, exigem a mudança dos paradigmas nos quais se baseia a gestão dos recursos naturais, até então apoiada principalmente em resultados de estudos que buscam realizar estimativas do valor econômico dos recursos naturais. Nesse contexto, a partir dos preceitos da Economia Ecológica, que inclui diferentes dimensões de valor que não a econômica e que tem por objetivo a escala sustentável de utilização e a equidade na distribuição dos recursos naturais, além da eficiência alocativa, faz-se necessária a discussão de quão adequados são os estudos baseados na aplicação dos métodos convencionais de valoração para embasar a tomada de decisão (PAIVA, 2010).

No que se refere ao princípio de precaução, da finitude dos recursos naturais, entre outros, é recomendada a corrente da Economia Ecológica para análises, avaliações e valorações dos ecossistemas. A Economia Ecológica, por ser uma área caracterizada pelo pluralismo metodológico e pela heterogeneidade de enfoque, reúne posições que vão desde o suporte ao exercício valorativo do meio ambiente a posições de relativo descaso a essa temática. O ponto importante a se frisar é que há um consenso entre os economistas ecológicos de que a principal limitação da valoração econômica do meio ambiente atualmente praticada é que ela confere um caráter fortemente economicista às análises que envolvem o meio ambiente, e não consegue captar valores referentes à maioria dos serviços ecossistêmicos, bem como outras dimensões de seus valores, não contemplando importantes aspectos relacionados à dinâmica dos processos naturais e à sua complexidade, deficiência esta que estaria relacionada à grande complexidade das interações ecossistêmicas e à falta de informações que permitam correto tratamento dessas interações (ROMEIRO, 2002).

Serviços ambientais e sua importância

Quanto aos serviços ambientais e à sua importância para a agricultura, convém frisar que a produção sustentável de alimentos e outros materiais para a sobrevivência humana baseiam-se largamente na integridade dos ecossistemas e na provisão adequada de outros serviços, notadamente os serviços de regulação e de suporte, como controle biológico, polinização, ciclagem de nutrientes e formação do solo (ANDRADE, 2010).

Os serviços ecossistêmicos são aqueles oriundos do funcionamento saudável dos ecossistemas naturais ou modificados pelos seres humanos. Orientados para a agricultura, esses serviços são traduzidos em: absorção do carbono atmosférico, conservação de água, conservação do solo, preservação da biodiversidade e redução do risco de fogo, entre outros. Exemplos claros desse tipo de serviço seriam os sistemas agroflorestais (altamente eficientes no sequestro de carbono), a recuperação de matas ciliares e reservas permanentes, o uso eficiente de sistemas de plantio direto, e a adoção de boas práticas agrícolas que aumentem a ciclagem de nutrientes, reduzam a erosão, absorvam carbono, entre outros (ASSAD; PELEGRINO, 2007).

Todos esses serviços ambientais estão diretamente vinculados à redução da emissão de gases de efeito estufa e, quando há escala, são responsáveis pela manutenção de uma agricultura mais limpa e equilibrada. A manutenção da biodiversidade está diretamente relacionada com a sobrevivência da atual produção agrícola em face dos novos cenários de aumento de temperatura. É nos genes existentes nas espécies nativas de biomas como o Cerrado, a Caatinga e a Amazônia que estão as soluções para a adaptação das espécies exóticas (soja, milho, arroz, feijão, café, algodão) a situações de aumento de temperatura e estresse hídrico. Destruir a biodiversidade é condenar, a médio e longo prazo, o agronegócio brasileiro (ASSAD; PELEGRINO, 2007).

Demandas para isso existem no Brasil, principalmente na Amazônia. Nesse sentido, Kitamura e Rodrigues (2001) observam que está sendo criada uma oportunidade relevante de serviços ambientais nessa região, onde produtos gerados por processos que não contaminem ou degradem o meio ambiente, sem resíduos de agrotóxicos e ou aditivos, seriam utilizados. Baseada nessa demanda entra a relevância da prestação de serviços ambientais e a escala de paisagem rural, que podem ser garantidas com a consolidação econômica da agricultura familiar na região por meio da intensificação de seus sistemas produtivos com cultivos perenes, sobretudo dentro de um desenho produtivo baseado em sistemas agroflorestais (MATTOS, 2010). Assim, o novo contexto legal de propriedade tem a incumbência constitucional de produção econômica, proteção ecológica e respeito social ao trabalhador, sendo que a função ecológica é efetivada quando os serviços ecológicos ou ecossistêmicos estão assegurados dentro do processo de destinação econômica e social à terra.

Exemplificação dos serviços ecossistêmicos dos SAFs, juntamente com exemplos de valoração

Os serviços ecossistêmicos prestados pelos sistemas agroflorestais têm funções ecológicas para a manutenção ou melhoria da capacidade produtiva do solo e também prestam diversos serviços ambientais e vários estudos corroboram a importância dos serviços ecossistêmicos prestados pelos sistemas agroflorestais.

Segundo Alfaro-Villatoro et al. (2004), em pesquisas conduzidas pela Embrapa Agrobiologia com produção de café em sistema agroflorestal, os seguintes serviços ecossistêmicos neste tipo de produção podem ser destacados.

- Diminuição da sobreprodução de frutos, estabilizando as flutuações bianuais de produção e reduzindo a morte descendente dos ramos e raízes (DA MATTA, 2004);
- Facilitação do controle de ervas invasoras, diminuindo custos de mão de obra e/ou herbicidas (ROMERO-ALVARADO et al., 2002; STAVER, 1999)
- Prolongamento da vida produtiva da cultura, diminuindo custos de renovação do cafezal (DA MATTA, 2004);
- Modificação do microclima, melhorando as condições para o bom desempenho da cultura (MIGUEL et al., 1995);
- Redução do dano causado por ventos e chuvas fortes (CARAMORI et al., 1996);
- Diminuição da necessidade de controle de pragas e doenças por meios químicos, uma vez que favorece o equilíbrio entre populações de organismos benéficos e patogênicos (GUHARAY et al., 2001).

Ainda segundo Alfaro-Villatoro et al. (2004), o microclima criado pelo sistema sombreado favorece a redução da evapotranspiração da cultura, melhorando a eficiência de uso da água pela menor temperatura e radiação, maior retenção de água do solo, redução da velocidade do vento e outros efeitos que afetam o uso da água pela planta (MIGUEL et al., 1995), bem como facilita a remoção de excesso de umidade do solo por transpiração da cobertura arbórea (MONTEITH et al., 1991).

Segundo Bolfe (2010), no Brasil, em especial na região da Amazônia, os sistemas agroflorestais estão sendo amplamente estudados e difundidos nos últimos anos, com ênfase na agricultura familiar (CARVALHO, 2006; GÖTSCH, 1996; KATO et al., 2006; KITAMURA; RODRIGUES, 2001; LUIZÃO et al., 2006; OSTERROHT, 2002, PENEIREIRO et al., 2000; PORRO, 2009; SANTIAGO, 2004; VIVAN, 1998; YANA; WEINERT, 2001). Esses sistemas permitem a recuperação de áreas degradadas, a produção de cultivos diversificados (alimentares e biocombustíveis) e a geração de serviços ambientais (infiltração de água, aumento da matéria orgânica, elevação da biodiversidade), constituindo-se ainda como importantes fixadores de carbono na biomassa e no solo, em razão da capacidade dos vegetais em utilizar o CO₂ atmosférico no processo fotossintético, contribuindo com a sustentabilidade da região (BOLFE, 2010).

De acordo com Valois (2003) citado por Bolfe (2010), os sistemas agroflorestais na Amazônia têm demonstrado vantagens comparativas em relação aos monocultivos, pois além de evitar a degradação de solos e proporcionar o aumento da matéria orgânica, com conseqüente benefício para a melhoria química e física dos solos, trazem o grande mérito de reduzir a incidência de pragas e doenças nas lavouras. Este autor destaca que a agrofloresta não se constitui apenas em sistema de produção, mas no uso da terra de maneira estratégica, pois a produção é elevada por unidade de área, principalmente pela combinação simultânea ou escalonada de espécies anuais, semiperenes, perenes, madeiras e não madeiras, além da pecuária, e é compatível com os padrões dos produtores rurais familiares, no caso da Amazônia.

Sob um enfoque diferente, de acordo com Luizão et al. (2006) citado por Bolfe (2010):

os serviços ecossistêmicos, após analisar profundamente os ciclos biogeoquímicos em agroflorestas da Amazônia, concluíram que: os sistemas agroflorestais estudados, com seleção de espécies nativas de fruteiras e árvores madeiras, mostraram ser uma forma eficiente para reutilização de áreas abandonadas e/ou degradadas na Amazônia, recuperando não apenas a capacidade produtiva da terra – alimentos e madeira –, mas também vários serviços ambientais do ecossistema: fixação de carbono na biomassa, circulação da água na interface solo-planta-atmosfera e reciclagem de nutrientes minerais. [...] recomenda-se que os SAFs sejam direcionados especialmente para a recuperação das duas centenas de milhões de hectares de áreas já desmatadas e abandonadas na Amazônia Brasileira.

Os sistemas agroflorestais, como um todo, inspiram, absorvendo energia e nutrientes e crescendo; e expiram, transformando toda a biomassa e energia acumulada para o ciclo seguinte, ciclos que têm em comum a explicação de sucessão das espécies. Assim, a organização desses sistemas de produção reflete a organização de ecossistemas e demonstra a estratégia do planeta: a complexidade e os mecanismos geradores da ordem, ou seja, das condições ambientais como um todo (VAZ DA SILVA, 2002).

Os sistemas agroflorestais têm-se mostrado uma estratégia que privilegia a convergência entre diferentes maneiras de encarar a sustentabilidade dos sistemas de produção, pois, ao contrário da maximização dos sistemas proposta pela agricultura moderna, o objetivo dos sistemas agroflorestais é otimizar a produção e renda, e não maximizar, e isso tem sido uma alternativa desenvolvida pelos agricultores estudados (BOLFE, 2011).

Apesar de, na atualidade, as relações entre os homens e a natureza caracterizarem-se como máxima produção, com o objetivo dos homens de retirar o máximo de produtos do solo, os sistemas agroflorestais enfatizam a máxima proteção, em um fundamento de que homem e natureza são concebidos como parte de um mesmo processo. O homem é a natureza que toma consciência de si própria, e esta é uma verdadeira descoberta, visto que a sociedade esqueceu-se disso ao colocar o projeto de dominação da natureza, pois cada povo/cultura constrói seu conceito de natureza, ao mesmo tempo em que institui suas relações sociais (BOLFE, 2011).

Por outro lado, sistemas de produção mais equilibrados geram benefícios para toda a sociedade, tais como a manutenção dos ecossistemas florestais, a melhoria da qualidade do ar, da água, dos solos e da biodiversidade, garantem prestações de serviços ambientais em escala de paisagem rural e na qualidade de vida dos produtores rurais. Esses benefícios são denominados “serviços ambientais” na literatura internacional, mas em quase todas as circunstâncias não são considerados pelos mercados brasileiros ou valorados por políticas públicas de desenvolvimento rural, não sendo possível internalizar os custos ambientais adicionais no preço final do produto (MATTOS, 2010).

Sistemas agroflorestais são, talvez, aqueles que exigem a maior mudança de paradigma para serem devidamente compreendidos, pois ao criar uma agrofloresta o agricultor está agindo positivamente sobre o manejo da paisagem, dos grandes processos naturais, realizando o que se pode chamar de vontade do planeta, ou do universo, em vez de orientar-se por objetivos imediatos como o lucro e a máxima rentabilidade, conforme Osterroht (2002).

Serviços ecossistêmicos prestados pelos sistemas silvipastoris (SSPs)

Atualmente, é possível perceber fortes tendências para mudanças significativas na forma dos diferentes sistemas de utilização da terra, nas quais os aspectos relativos à sustentabilidade ambiental e à criação de novas alternativas socioeconômicas vêm assumindo importância cada vez maior para os produtores. Dentro desse contexto, o emprego de sistemas silvipastoris tem sido visualizado como importante alternativa de uso sustentado da terra, principalmente naquelas áreas potencialmente sujeitas à degradação e, também, como nova fonte de agregação de valor econômico à propriedade rural por meio da exploração de madeira (RIBASKI et al., 2005).

Segundo Radomski (2009), o sistema silvipastoril, que também se constitui numa modalidade de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), tem sido visualizado como importante estratégia de uso sustentado da terra, principalmente naquelas áreas potencialmente sujeitas à degradação e, também, como uma nova fonte de agregação de valor econômico à propriedade rural por meio da exploração de madeira.

Além disso, os sistemas silvipastoris promovem ao proprietário vários serviços ambientais. Nas áreas sob a influência de árvores, ocorre elevação dos teores de matéria orgânica no solo devido à deposição contínua de biomassa por meio da queda de folhas, flores, frutos e galhos que, ao se decomporem, promovem a reciclagem de nutrientes removidos das camadas mais profundas. O efeito das árvores aumentando os teores de nitrogênio e de matéria orgânica no solo é geralmente mais pronunciado quando essas são leguminosas capazes de se associar a bactérias diazotróficas responsáveis pela fixação de nitrogênio (N) do ar. O sistema radicular das árvores também contribui para modificar a porosidade do solo e a taxa de infiltração de água, reduzindo sua erodibilidade (CASTRO; PACIULLO, 2006).

Segundo Altieri (1999), a implantação de sistemas silvipastoris (SSPs), uma das modalidades dos sistemas agroflorestais (SAFs), é considerada uma forma de recuperar a biodiversidade funcional em agroecossistemas. A integração de árvores, pastagem e animais pode promover o uso sustentável da terra, ao aliar a capacidade do componente arbóreo de proteger o solo e melhorar a sua fertilidade à capacidade das pastagens e das gramíneas de facilitar o controle de erosão do solo e o acúmulo de matéria orgânica. A presença de árvores nas pastagens normalmente gera impactos ambientais favoráveis, principalmente por criar condições climáticas adequadas para os animais. Os bovinos, principalmente os de aptidão leiteira, são muito sensíveis às altas temperaturas, a ponto de terem seus desempenhos produtivos prejudicados em condições de clima adverso. As altas temperaturas e a intensa insolação nas vacas leiteiras provocam redução no tempo de pastejo durante o dia e, conseqüentemente, prejudicam o consumo voluntário (PUPO, 1995).

O principal objetivo da arborização de pastagens cultivadas é o manejo adequado dos recursos que podem ser potencializados pelas árvores, de modo a se obter benefícios para sistemas pecuários baseados em pastagens. Ou seja, a arborização das pastagens tem a capacidade de prover vários serviços ambientais desejados para o proprietário rural, tais como a fixação biológica de nitrogênio, a mobilização de fósforo, a reciclagem de nutrientes, o controle da erosão e do escoamento superficial de águas de chuva. As árvores consorciadas com as pastagens podem fornecer tanto serviços (sombra para o gado, melhora na ciclagem de nutrientes, redução da erosão dos solos, proteção das nascentes, quebra-ventos, entre outros) quanto produtos (madeira, fruto, forragens, óleos, resinas etc.), cooperando para minimizar as implicações negativas da implementação das pastagens homogêneas (OLIVEIRA et al., 2003).

As árvores podem melhorar a produtividade do pasto, aumentando a ciclagem de nutrientes (raízes mais profundas e com maior variedade de plantas ou microrganismos associados a elas); podem extrair do solo água e nutrientes que teoricamente seriam inacessíveis às ervas; e depositam nutrientes no solo por meio da queda das folhas, ramos e frutos. A biomassa e a quantidade de nutrientes liberados mediante a poda das árvores nos sistemas silvipastoris varia dependendo do tipo de manejo que se utiliza. As árvores podem prover benefícios diretos na forma de produtos, como frutos, madeira, forragem e lenha, melhoram diretamente o pasto, diversificam a produção e contribuem para o sistema agrícola em geral. A oferta de madeira também pode ajudar a diminuir a pressão sobre outras áreas naturais, e a sombra gerada pelas árvores também pode melhorar a produção do gado, especialmente a produção de leite (SOARES ANDRADE, 2007). Muitos estudos encontraram um efeito positivo do sombreamento sobre a concentração de minerais na planta, que foi relacionada com a sua menor taxa de crescimento (GARCIA; COUTO, 1997). O componente arbóreo também pode propiciar maior aporte de minerais pela maior reciclagem de nutrientes.

Os sistemas silvipastoris combinam árvores com o pasto, oferecendo uma alternativa aos sistemas de produção de gado convencionais, e proveem uma vegetação perene, de raízes profundas, a qual cresce permanentemente e produz um dossel denso, apesar de irregular. Murgueitio (1999) cita os seguintes tipos de arranjos produtivos com sistemas silvipastoris:

- a) Alta densidade de árvores e arbustos plantados no pasto, o que provê sombra e suplemento alimentício e contribui para evitar a erosão e compactação do solo;
- b) Sistema de estábulos, no qual o gado é alimentado por folhagens de diversas árvores e arbustos plantados em áreas que antigamente eram usadas para pecuária;
- c) Uso de árvores de crescimento rápido para cercas e barreiras contra vento.

Os sistemas silvipastoris são capazes de fixar quantidade significativa de carbono no solo e na biomassa aérea. Os sistemas também contribuem com os serviços de água, mesmo que este seja um impacto pontual. A infiltração geralmente aumenta com a presença de árvores, reduzindo o escoamento superficial e a erosão do solo. Melhoras no manejo do gado podem ajudar a reduzir a compactação do solo. A presença de árvores leva também a um aumento na evapotranspiração. Em áreas com relevo acentuado, as árvores desempenham um papel de prevenção de deslizamentos (SOARES ANDRADE, 2007).

A arborização das pastagens ocasiona uma série de serviços ecossistêmicos pelo sombreamento, além de benéficos econômicos. A arborização das pastagens permite repovoar de forma ordenada áreas de pastagens a céu aberto, para proteger o rebanho dos extremos climáticos e, ainda, obter serviços ambientais e diversificação de produtos florestais e pecuários (MONTROYA et al., 1994). Árvores são um investimento de longo prazo e podem ser utilizadas no manejo do risco econômico, no planejamento da aposentadoria para os produtores, pela provável venda da madeira no futuro, e como forma de transferir riqueza entre gerações (ABEL et al., 1997).

Segundo Nicodemo (2004), percebe-se como a sombra criada pela árvore modifica o microclima e afeta a quantidade e qualidade da forragem produzida. Comparando-se ao ambiente de pastagens desprotegidas, o microclima modificado entre as árvores pode reduzir a velocidade dos ventos, a radiação solar, baixar a relação de radiação vermelha/infravermelha, criar um regime de temperatura ameno, com maior umidade, mais baixas taxas de evapotranspiração e maiores níveis de umidade no solo.

Fatores ambientais assim modificados têm efeito significativo sobre a qualidade da forragem, já que digestibilidade da matéria seca e o conteúdo de nutrientes são determinados pela morfologia, anatomia e composição química da forrageira. Sob sombra, a proporção de mesofilo, mais facilmente digestível, é maior em relação à epiderme, menos digestível. As gramíneas produzidas em ambientes sombreados mostram geralmente maior teor de proteína bruta, maior teor de nitrogênio não proteico, cutículas mais finas, lâminas mais largas, alongação estimulada e desenvolvimento vascular diminuído. Entretanto, à medida que o nível de sombra aumenta, a concentração de carboidratos solúveis na planta diminui e pode haver um declínio concomitante de conteúdo de parede celular. Existem informações contraditórias, com relatos de queda no teor de polissacarídeos de parede celular e teor de fibra bruta e maior digestibilidade em plantas sombreadas, em relação às produzidas ao sol. Dados de pesquisa mostraram que a produção, o conteúdo de fibras e de proteína da forrageira podem ser mantidos sob sombra, desde que selecionadas as espécies adequadas (LIN et al., 2001).

Segundo Dias Filho e Ferreira (2007), diversos benefícios ambientais, em escala local e global, têm sido atribuídos aos sistemas silvipastoris. Entre esses benefícios, destacam-se a conservação do solo e dos recursos hídricos, a promoção do sequestro de carbono e o aumento da biodiversidade. Em razão disso, os sistemas silvipastoris são apontados como a solução para muitos dos problemas inerentes às pastagens, principalmente aqueles de natureza ambiental. Apesar das diversas vantagens exaustivamente atribuídas aos sistemas silvipastoris, na prática a adoção desses sistemas pelos produtores ainda é relativamente restrita. Essa discrepância entre as evidências técnicas e a realidade prática sugere a existência de barreiras que estariam dificultando a adoção mais ampla dessa tecnologia pelos produtores.

Para Dias Filho e Ferreira (2007), as evidências têm mostrado que, dentro da perspectiva do produtor rural, benefícios ambientais constantemente atribuídos aos sistemas silvipastoris, como o aumento da biodiversidade, a conservação dos recursos hídricos e o sequestro de carbono, teriam importância apenas marginal. Isso significa dizer que tais benefícios geralmente não seriam considerados pelos produtores quando da decisão do uso da terra.

A baixa lucratividade inicial (primeiros três ou quatro anos) aliada à necessidade relativamente alta de investimento na fase de estabelecimento (custo inicial) seria uma das principais barreiras para a adoção desses sistemas. Assim, a criação de políticas públicas de linhas de crédito para a implantação de SSPs seria essencial para tornar o investimento economicamente viável. Nesse sentido, o governo teria papel chave. Tais políticas teriam, no entanto, que ser adequadas à realidade das diferentes regiões e tipos de produtor rural (i.e., pequeno ou grande) a que se destinassem (DIAS FILHO; FERREIRA, 2007).

Outra forma realista de estímulo à adoção de sistemas silvipastoris seria o desenvolvimento de políticas pelas quais os produtores fossem pagos pelos serviços ambientais que gerassem com o uso de práticas silvipastoris. Tal incentivo aliviaria o ônus financeiro assumido pelo produtor e proveria à sociedade os benefícios ambientais advindos dessas práticas (DIAS FILHO; FERREIRA, 2007).

Valoração de serviços ecossistêmicos pela visão da Economia Ecológica

O objetivo deste tópico não é o de fazer o levantamento detalhado dos métodos de valoração de serviços ecossistêmicos, mas o de apresentar alguns conceitos, segundo a visão da Economia Ecológica, que auxiliem a compreensão das relações estabelecidas no presente documento. Afinal, o que é a valoração de serviços ecossistêmicos?

A valoração dos serviços ecossistêmicos pode ser considerada um conjunto de informações úteis necessárias para a gestão do capital natural, e a sua organização é necessária para orientar a tomada de decisões envolvendo o uso dos ativos do capital natural. Exercida em conjunto com instrumentos financeiros e arranjos institucionais, pode permitir aos indivíduos capturar o valor dos ativos dos ecossistemas, podendo, assim, produzir efeitos favoráveis em termos de gestão sustentável do capital natural.

Há duas correntes de pensamento econômico que tratam a questão da valoração dos serviços ecossistêmicos: a corrente da Economia Ambiental e a da Economia Ecológica. A corrente da Economia Ambiental é considerada a principal resposta da Economia Neoclássica à problemática ambiental e representa uma resposta ao questionamento da sociedade sobre o papel dos ecossistemas na dinâmica econômica e no bem-estar. Considerando a economia como um sistema fechado, no qual se analisam os fluxos monetários, de trabalho e de renda entre as pessoas e as unidades produtivas (empresas), a teoria econômica tradicional falhava ao não identificar que as matérias primas necessárias para ser transformadas em bens de consumo e, conseqüentemente, para gerar renda, vinham da natureza – e ao supor que tais recursos eram ilimitados (TÔSTO, 2010). A partir da década de 1960, com o aparecimento de grandes problemas ambientais, alguns em escala global, os economistas começaram a perceber que a teoria econômica era falha ao não incorporar os recursos naturais.

Conhecer o valor dos serviços ecossistêmicos é útil para a sua efetiva gestão, o que, em alguns casos, pode incluir incentivos econômicos para a sua preservação. Essas duas correntes de pensamento econômico tratam a questão da valoração dos serviços ecossistêmicos, mas como essas correntes valoram esses serviços?

Em Economia, uma das formas desenvolvidas para se enfrentar a questão da gestão do capital natural é a valoração de serviços ecossistêmicos, que consiste na atribuição de valores econômicos aos benefícios prestados pelos ecossistemas usando técnicas mormente ancoradas no paradigma neoclássico. Todavia, severas críticas à valoração, advindas principalmente do campo da Economia Ecológica, já se encontram amplamente publicizadas (ANDRADE, 2010).

Assim, pelo pressuposto, a Economia do Meio Ambiente tem sua base na teoria econômica neoclássica segundo seu arcabouço teórico (embasado na teoria microeconômica do bem-estar), o valor dos recursos naturais seria determinado pelo conjunto de preferências individuais pela conservação, preservação ou utilização dos bens e serviços ambientais (BATEMAN; TURNER, 1992). Apesar de sua importância ser senso comum entre as diferentes correntes metodológicas, a valoração econômica dos ativos ambientais ainda é alvo de muitas críticas, seja por questões teóricas que a envolvam, seja por problemas metodológicos em sua aplicação.

Ressalta-se que a concepção neoclássica de valor dos recursos naturais será expressa unicamente na "métrica monetária". Ademais, essa concepção não toma na devida medida as dimensões ética, normativa e ecológica dos recursos naturais, ou seja, não considera os "valores associados diretamente aos serviços culturais e ecológicos providos pelo sistema natural", que são diferentes do conceito de valor de existência.

Todavia, existe um relativo "consenso", ou, pelo menos, um reconhecimento na análise da problemática ambiental neoclássica de que os recursos naturais têm um "valor econômico positivo", porque direta ou indiretamente a sociedade os utiliza para elevar o seu grau de bem-estar.

Vários autores criticam essa corrente de pensamento econômico neoclássico. Para Daly e Farley (2003), apesar de sua importância enquanto forma de chamar a atenção da sociedade para as questões ambientais, os métodos de valoração econômica ambiental são cheios de problemas, devido principalmente à falta de conhecimento sobre os serviços ecossistêmicos e à falta de familiaridade com a valoração de tais bens e serviços. Ainda segundo tais autores, talvez seja impossível dar valor monetário à infinitude de bens e serviços que não tem mercados. Além disso, a visão de que se devem valorar bens e serviços ecossistêmicos para então decidir aquilo que será preservado e o que será destruído é um exemplo de imperialismo econômico.

Martinez-Alier (1987) é mais contundente em suas críticas à utilização dos métodos convencionais, via neoclássicos, de valoração ambiental. Segundo suas colocações, esses métodos não têm como levar em conta interesses das gerações futuras, o que excluiria parte dos interessados do processo decisório.

A outra corrente de pensamento econômica é a denominada de Economia Ecológica, que segundo Tôsto (2010):

Amplia o campo de análise ao entender o sistema econômico como um sistema aberto. Isto é, a Economia Ecológica incorpora a análise econômica tradicional, mas entende que estas relações entre empresas e pessoas não podem ocorrer indefinidamente, uma vez que existem limites impostos pelos ecossistemas que afetam esta relação, como a extração de recursos naturais e a obtenção de energia necessária para a produção destes bens de consumo. Além disso, existem limites na capacidade dos ecossistemas de absorverem os resíduos gerados pelo sistema econômico. De acordo com a terceira lei da termodinâmica, a lei da entropia, por mais que os processos de reciclagem ganhem eficiência, existe sempre perda de material e energia ao longo da cadeia de produção.

É importante notar, porém, que a Economia Ecológica não descarta integralmente os métodos de valoração existentes, mas concorda que em alguns casos eles não são aplicáveis, devendo-se então utilizar outros métodos que não tenham como resultado um valor monetário puro.

A Economia Ecológica não desconsidera a valoração monetária, mas também sugere a utilização de avaliações físicas e sociais das contribuições da natureza e os impactos ambientais da economia humana, medidos em seus próprios sistemas de contabilidade. Ela parte do princípio de que a natureza provê gratuitamente serviços essenciais sobre os quais se apoiam as atividades humanas, como o ciclo de carbono e ciclos de nutrientes, o ciclo da água, a formação dos solos, a regulação do clima, a conservação e evolução da biodiversidade, a concentração de minerais, a dispersão ou assimilação de contaminadores e as diversas formas utilizáveis de energia, sendo as cifras monetárias de tais serviços ecossistêmicos dificilmente obtíveis e/ou metodologicamente incoerentes/viesadas (ANDRADE, 2010).

Um dos grandes desafios da Economia Ecológica passa a ser então o desenvolvimento de um sistema de valoração no qual o valor monetário seja ponderado com os valores não monetários (ecológicos e sociais). Admitir a incomensurabilidade econômica de alguns aspectos dos sistemas naturais, em um contexto de riscos e incertezas, requer a utilização de indicadores físicos e sociais de falta de sustentabilidade. De fato, como afirmam Martinez-Alier et al. (1998), a Economia Ecológica não deve recorrer a um único tipo de valor, expresso em um simples numerário. Deve, sim, ir além do horizonte das correntes neoclássicas, buscando avaliar em termos físicos os impactos do sistema econômico.

A Economia Ecológica tem-se preocupado em analisar as relações de interações entre a estrutura (refere-se aos indivíduos e às comunidades de plantas e animais dos quais o ecossistema é composto, sua idade e distribuição e os recursos abióticos) e as funções do ecossistema. O conhecimento limitado (e, portanto, o elevado grau de incerteza) sobre como essas interações acontecem traz uma grande dificuldade para se prever e direcionar os impactos das ações humanas sobre esse ecossistema e suas funções (PAIVA, 2010).

De acordo com Romeiro (2001), na maioria das vezes os impactos causados pela utilização dos recursos naturais não são conhecidos em sua totalidade. Outros fatores também incertos são as relações ecossistêmicas que ocorrem da integração dos componentes da estrutura ecossistêmica. A incerteza também permeia a ideia de limites (ou não) dos recursos naturais, evidenciando a incapacidade da sociedade em prever perdas catastróficas irreversíveis.

Sob a perspectiva da Economia Ecológica, construída a partir da integração dos objetivos de escala sustentável das atividades humanas, justiça social e eficiência econômica, qualquer definição de valor, ou método de valoração deve considerar na devida medida esses objetivos (ANDRADE, 2010). A partir da abordagem transdisciplinar, é impossível não discutir o entendimento do termo "valor", em especial para que se possa alcançar uma linguagem comum. Segundo Bingham et al. (1995), no senso comum o termo valor não é confuso, porque para os indivíduos em geral significa o interesse ou o desejo de ter algo, independentemente de esse algo ter valor de uso explícito. Para os economistas ecológicos os valores ecológicos estão relacionados às interdependências biofísicas, as quais se refletem em "valores de contribuição" implícitos no ecossistema global, incluindo suas consequências para a dinâmica econômica (PATTERSON, 2002). Ou seja, o valor dos ecossistemas e de seus componentes seria utilizado em termos de sua contribuição para a sobrevivência humana (FARBER et al., 2002). Contudo, o valor ecológico deve preferencialmente considerar as espécies e as funções ecológicas que geralmente não são detectadas ou valoradas pela maioria dos métodos de valoração, embora proporcionem benefícios para o sistema antropogênico e ecológico. Além disso, os valores ecológicos "não são estáticos, mas dinâmicos", porque os ecossistemas são dinâmicos.

O ponto importante a se frisar é que há consenso entre os economistas ecológicos de que a principal limitação da valoração econômica do meio ambiente atualmente praticada é que ela confere caráter fortemente economicista às análises que envolvem o meio ambiente, e não consegue captar valores referentes à maioria dos serviços ecossistêmicos, bem como outras dimensões de seus valores, não contemplando importantes aspectos relacionados à dinâmica dos processos naturais e à sua complexidade, deficiência esta relacionada à grande complexidade das interações ecossistêmicas e à falta de informações que permitam correto tratamento dessas interações (ROMEIRO, 2002).

Para a valoração ambiental, a questão tem sido discutida segundo uma estratégia baseada no conceito de serviços ecossistêmicos, e a valoração dos serviços ecossistêmicos deve ser vista como ferramenta imprescindível na organização das informações visando tanto ao processo direto de tomada de decisão quanto ao fornecimento de subsídios na formulação de políticas públicas que contribuem para a gestão sustentável dos recursos ambientais (TÔSTO, 2010).

Um bem ou um serviço ambiental qualquer tem grande importância para o suporte às funções que garantem a sobrevivência das espécies. De forma geral, todas as espécies de animais e de vegetais dependem dos serviços ambientais e dos recursos naturais para sua existência. Essa importância traduz-se em valores associados aos bens ou aos recursos ambientais, que podem ser valores morais, éticos ou econômicos. Há algum tempo, acreditava-se que os recursos ambientais, dada a sua enorme abundância, nunca iriam exaurir-se e, assim, não se via necessidade de valorá-los economicamente. O valor atribuído ao meio ambiente era zero ou infinito, ou seja, era considerado bem gratuito e não entrava na contabilidade econômica, apesar de ser usado na produção de bens e de serviços (TÔSTO, 2010). Porém, os ecossistemas

Portanto, é de importância crucial o tema da valoração do capital natural e dos seus serviços. Enquanto provedor de serviços essenciais, o capital natural é reconhecidamente dotado de valor econômico. No entanto, a característica de bens públicos assumida pelos elementos estruturais do capital natural faz com que os seus valores econômicos não sejam adequadamente capturados pelo mercado.

O valor econômico é uma das muitas formas possíveis de definir e de medir valor e é antropocêntrico, pois tem valia para os humanos. Há várias percepções e definições de valor e de valoração, mas três tipos principais são usualmente definidos – valores ecológicos, socioculturais e econômicos –, cada um com seu próprio conjunto de critérios e de unidades de valor (de GROOT, 2002).

Daily et al. (2000) apontam, ainda, que a valoração não é a solução para o problema da preservação do capital natural, nem um fim em si mesma. A valoração é apenas um modo de organização das informações necessárias para guiar um processo de tomada de decisões envolvendo o uso dos ativos do capital natural. Exercido em conjunto com instrumentos financeiros e arranjos institucionais que permitam aos indivíduos capturar o valor dos ativos dos ecossistemas, o processo de valoração pode conduzir a efeitos favoráveis em termos de gestão sustentável do capital natural.

Quanto à questão de métodos de valor, a valoração ambiental é um importante critério no processo de decisão na definição de políticas ambientais e de desenvolvimento sustentável, sendo que vários métodos podem ser utilizados e a escolha mais adequada vai depender das especificidades de cada situação e de ampla revisão sobre o caso a ser analisado. Segundo Young e Fausto (1997), os estudos de valoração econômica dos recursos naturais têm recebido crescente atenção na literatura sobre economia ambiental. Entre outros motivos, a valoração permite identificar e ponderar os diferentes incentivos econômicos que interferem na decisão dos agentes em relação ao uso dos recursos naturais.

Nesse sentido, o esforço de atribuir valores econômicos para os benefícios ambientais não valorados no mercado deve ser entendido como a busca de parâmetros monetários que expressem o desejo das pessoas pelo usufruto de um benefício ou pela eliminação de um mal associado a modificações no meio ambiente. Portanto, as técnicas de valoração buscam correlacionar o desejo de conservação do meio ambiente com valores monetários. Com isso, procura-se construir instrumentos analíticos capazes de incrementar as informações para fazer comparações entre projetos de desenvolvimento e de preservação e, também, para tomar decisões quanto às prioridades na gestão ambiental, diante da escassez de recursos.

De forma geral, o valor econômico dos recursos ambientais tem sido desagregado na literatura da seguinte maneira (YOUNG; FAUSTO, 1997):

$$\text{Valor econômico total} = \text{valor de uso} + \text{valor de opção} + \text{valor de existência.}$$

O valor de uso (VU) representa o valor atribuído pelas pessoas pelo uso ou usufruto propriamente dito dos recursos ambientais. O VU é composto pelo valor de uso direto (VUD), no qual o indivíduo usufrui atualmente de um recurso visando, por exemplo, à extração, à visitação, a alguma outra forma de atividade produtiva ou ao consumo direto, e pelo valor de uso indireto (VUI), no qual o benefício atual do recurso deriva de funções ecossistêmicas como a proteção dos corpos d'água decorrente da preservação das florestas.

Porém, as pessoas que não usufruem atualmente de serviços prestados pelo meio ambiente também podem atribuir um valor a ele. Trata-se de um valor relacionado a usos futuros que podem gerar alguma forma de benefício ou satisfação aos indivíduos. Este valor é referido como valor de opção (VO), ou seja, opção para uso futuro – seja ele direto ou indireto – em vez do uso presente conforme compreendido no valor de uso.

A terceira parcela, o valor de existência (VE), caracteriza-se como um valor de não uso. Esta parcela é a mais difícil de conceituar, pois representa um valor atribuído à existência do meio ambiente independentemente do seu uso atual ou futuro. Representa um valor conferido pelas pessoas a certos recursos ambientais, como florestas e animais em extinção, mesmo que não tencionem usá-los ou apreciá-los.

Alguns desses valores estão relacionados aos circuitos de mercados e de trocas – dando a ideia de valores econômicos – e outros estão ligados à ordem moral e ética (valor à vida, aos direitos humanos, à solidariedade), conhecidos como valores não econômicos. Uma perspectiva mais ampla de valor divide-se, pois, em valores econômicos e não econômicos.

Segundo Andrade (2010), para fins de políticas que têm por objetivo enfrentar os *trade-offs* associados ao uso dos recursos naturais, é preciso, em última instância, conhecer de que maneira mudanças nos fluxos de serviços ecossistêmicos impactam o potencial humano em atingir seus objetivos finais relativos às suas necessidades (materiais ou não).

Todavia, apesar de não serem apreendidos pela prática corrente da valoração, os valores não econômicos possuem importante interação com as variáveis econômicas, uma vez que a busca de sua realização perpassa a dimensão econômica, sendo não neutros em suas relações (AMAZONAS, 2009). O grande desafio da valoração passa a ser, portanto, a tentativa de inclusão dos valores não econômicos relativos aos serviços ecossistêmicos, de modo que a valoração torne-se mais ampla e abrangente. Além de incluir tais valores não econômicos, ligados principalmente a questões de ordem moral, ética e cultural, um esquema valorativo amplo deve também trazer considerações sobre a complexidade dos processos ecossistêmicos e suas interações com as variáveis humanas.

Como apontado por Patterson (1998), uma teoria do valor adequada aos princípios e à visão pré-analítica da Economia Ecológica deve conter “bases contábeis” comuns e coerentes que a tornem válida do ponto de vista econômico-ecológico. Sendo a Economia Ecológica fundada na visão biofísica do sistema econômico – entendendo que este apresenta um funcionamento semelhante ao dos ecossistemas em termos de fluxo de matéria e energia – segue-se que uma teoria do valor consistente deve estar fundamentada na análise de tais fluxos. Alguns princípios, como conservação de massa e energia, sistemas abertos, existência de *feedbacks*, interdependência etc., devem estar presentes de modo a não ferir a interpretação básica de que o sistema econômico adere-se às leis da termodinâmica.

Portanto, a saída está na valoração dos ecossistemas, e seus serviços (provisão, regulação, suporte e serviços culturais) têm valor (no sentido econômico) para a sociedade na medida em que o homem, direta e indiretamente, deriva utilidade do seu uso efetivo ou potencial. Como já mencionado, o exercício valorativo correntemente praticado enfatiza apenas a dimensão econômica associada aos valores dos ecossistemas, tornando-se, assim, reducionista, pois desconsidera outras fontes de valores não associadas à utilidade e não se coaduna com a natureza sistêmica complexa dos ecossistemas. Em outras palavras, a abordagem utilitária considera que o objetivo maior perseguido pelos agentes econômicos está na maximização de sua utilidade individual, não considerando outros objetivos e, portanto, outros valores (COSTANZA et al., 1998).

A disponibilidade de informações e de indicadores ambientais sobre as relações existentes entre as atividades antrópicas e os processos ecossistêmicos é determinante para a aplicabilidade de cada método. Nesse sentido, não existe receituário geral capaz de correlacionar tipos de recursos ambientais a métodos de valoração, e a decisão de utilização de um método específico está condicionada a uma série de questões conjunturais, como disponibilidade financeira, recursos humanos, qualidade da base de dados e outras.

Assim sendo, o problema de pesquisa que se pretende enfrentar é o aprimoramento da valoração dos serviços ecossistêmicos a partir de um contexto econômico-ecológico. Ao mesmo tempo, considera-se que um processo mais amplo de valoração deve incorporar outras dimensões de valores associadas aos serviços ecossistêmicos (valores ecológicos e sociais, além do valor econômico).

Assim, com o intuito de fornecer alguns exemplos de quantificação e valoração de serviços ecossistêmicos que auxiliem a compreensão das relações estabelecidas no presente documento, este tópico procura mostrar que esses valores são de difícil mensuração e são poucos os estudos empíricos que seguem este enfoque. Porém, existem alguns estudos que quantificam e valoram alguns serviços ambientais.

Diante do exposto acima sobre a valoração dos serviços ecossistêmicos e sua importância, de maneira geral, serão apresentados exemplos, dentro dos princípios da Economia Ecológica, sobre valoração de serviços ecossistêmicos de forma indireta, em que a produção econômica deve ser associada à prestação desses serviços. O tópico seguinte será assim dividido: a) exemplos de valoração de serviços ecossistêmicos prestados pelos sistemas agroflorestais e b) exemplos de valoração de serviços prestados pelos sistemas silvipastoris.

Exemplos de valoração de serviços ecossistêmicos prestados pelos sistemas agroflorestais (SAFs)

Para a Economia Ecológica, em qualquer situação, a valoração direta de recursos naturais não é suficiente para garantir melhor alocação dos recursos, pois como esse tipo de valoração é algo ditado pelo mercado, inevitavelmente levará ao objetivo da maximização dos lucros, que não oferece garantia de bem-estar à sociedade. Neste caso, para os economistas ecológicos não basta a valoração direta, mas a indireta, via comparações ou determinações de alguns serviços de forma não econômica ou precificável. Porém, as informações na literatura sobre quantidades e valores monetários associados aos serviços ambientais de forma geral são escassos. Neste caso, serão apresentados a seguir alguns exemplos de valoração, não monetária, dos serviços prestados pelos sistemas agroflorestais.

Quanto ao ciclo de nutrientes, os estudos realizados demonstraram aspectos positivos proporcionados pelas árvores, tais como: deposição contínua de matéria orgânica, redução da temperatura do solo, controle da erosão, bombeamento de nutrientes das camadas mais profundas e fixação de nitrogênio (no caso de espécies apropriadas). Hadfield (1963) sugere que árvores de sombra, comumente usadas nos trópicos, podem depositar mais de 5.000/kg/ha/ano de folhas. Na Costa Rica, onde o sistema café x *Erythrina* x *Cordia* é muito comum em zonas cafeeiras, estimou-se que as espécies florestais podem depositar cerca de 5.700 kg/ha/ano de matéria orgânica (FASSBENDER, 1982).

Segundo Baggio (1983), muitos outros aspectos devem ser considerados na análise de qualquer sistema de sombreamento ou proteção com o uso de espécies florestais. Entre estes, citam-se como importantes: a redução de ventos frios e quentes e secos, impactos de chuvas torrenciais e granizo, efeitos alelopáticos, relações com a presença de pragas e doenças e custos adicionais para o plantio e a manutenção das árvores. Ademais, a diversificação da produção, com a oferta de produtos florestais, pode ser decisiva para o aumento da rentabilidade da terra. A atenuação da velocidade do vento, obtida pela presença organizada de árvores como quebra-ventos, pode resultar em incremento do rendimento das culturas agrícolas e das pastagens devido a: economia de água, resultante da menor evaporação do solo e evapotranspiração das plantas; menor oscilação das temperaturas diurnas e noturnas, o que evita choques térmicos; redução dos riscos de danos físicos às folhas; otimização do suprimento de CO₂ (VIVAN, 1998).

Segundo Rodrigues (2009), as informações existentes na literatura sobre o efeito do sombreamento na produção de café são escassas e variam de acordo com as condições regionais (altitude, temperatura, radiação fotossinteticamente ativa e fertilidade do solo) e com a espécie arbórea utilizada. Porém, existe uma demanda por conhecimento sobre os sistemas de produção de café arborizados em termos agrônomicos e econômicos. As informações sobre práticas de manejo que permitam desempenho favorável desses sistemas de produção, com conhecimento sobre a escolha das espécies arbóreas adequadas, o seu espaçamento, a frequência da poda, a nutrição dos cafeeiros e a seleção de cultivares mais adaptadas a essas condições ainda não são suficientemente claras para a sua inserção bem-sucedida nos agroecossistemas e cadeias produtivas locais.

Com base nesta demanda, pesquisas de Rodrigues (2009) tiveram como objetivo avaliar o desenvolvimento vegetativo e produtivo de café *Coffea canephora*, variedade Conilon, em três sistemas de cultivo de café arborizado em Machadinho d'Oeste, RO. As conclusões foram as seguintes: a) sistemas de cultivo de café arborizado com bandarria, pinho-cuiabano e cedro-australiano não influenciaram, no período avaliado, o diâmetro da copa e do caule e a altura da planta de café quando comparados ao sistema de monocultivo; b) a presença da espécie florestal *Schizolobium amazonicum* (bandarra) nas condições de Machadinho d'Oeste, RO, resultou em produtividade superior à do sistema de café submetido a pleno sol; e c) o uso de espécies arbóreas adequadas não afeta, ou pode estimular, a produção de café Conilon nas condições de cultivo em Machadinho d'Oeste, RO.

Ainda segundo Rodrigues (2007), a consorciação de árvore com cafeeiro é uma prática comum em países de regiões tropicais. Para os pequenos produtores de Rondônia, a inclusão de árvores nas lavouras cafeeiras poderá constituir-se em alternativa para promover a sustentabilidade do sistema agrícola, favorecendo interações ecológicas e econômicas entre os componentes.

Apesar de algumas experiências de associação de café com árvores terem sinalizado a redução de produtividade de grãos em virtude de diferentes formas de competição e possivelmente outros fatores, como alelopatia (MUSCHLER, 1993), esta não é uma situação generalizada. Segundo Muschler (2001), as lavouras de café são prejudicadas por excesso de sombreamento somente em ambientes ótimos para a cultura. No entanto, a sombra pode beneficiá-las quando há limitações ambientais, caso típico que ocorre na maior parte das zonas cafeeiras de Rondônia. Exemplos dessas limitações ambientais podem ser os solos com baixa fertilidade natural e o clima quente e úmido ou com uma estação seca definida (RODRIGUES, 2007).

A arborização em lavouras de café é um importante componente para o equilíbrio ecológico do sistema, considerando-se a perspectiva de produção sustentada. Essa importância verifica-se sob vários aspectos, entre os quais se destacam: a ciclagem de nutrientes, a diminuição da taxa de decomposição da matéria orgânica do solo, resultante da redução da temperatura do solo, a presença de controladores naturais de pragas e doenças e a possibilidade de aumentar a renda ou de melhorar a utilização da mão de obra na entressafra (RODRIGUES, 2007).

Em trabalhos realizados por Rodrigues (2007), foi detectado um serviço ambiental produzido pelo café arborizado. Nessa pesquisa, o objetivo foi estudar os efeitos da arborização na cobertura do solo em sistemas de café (*Coffea canephora*) arborizado, e chegou-se à seguinte conclusão: após seis anos de implantação, os agrossistemas com café arborizado reduziram a presença de plantas companheiras e aumentaram a biomassa de liteira. O sistema de café a pleno sol teve 60% da parcela coberta por plantas companheiras, principalmente por gramíneas, e os consorciados com bandarria e teca tiveram 15% e 5%, respectivamente. Em contrapartida, a biomassa de liteira das árvores sobre o solo e as coberturas de liteira aumentaram por causa da queda de materiais (folhas, galhos, frutos), criando uma barreira física acima do solo que dificultou a germinação de sementes de invasoras. Em regiões como Machadinho d'Oeste, onde a temperatura e a alta

umidade favorecem o desenvolvimento de ervas daninhas, a biomassa depositada no solo e a sombra proporcionada pelas árvores nas lavouras de café são mecanismos que diminuem o custo de manejo com as plantas invasoras, seja de mão de obra ou herbicidas, além de proteger o solo e reciclar nutrientes.

Outros aspectos relativos aos serviços ambientais dos SAFs são a proteção e regeneração da biodiversidade, a conservação e melhoria da qualidade da água e a manutenção e o embelezamento da paisagem. O manejo da biodiversidade é importante não só para um solo fértil, mas para um agroecossistema saudável e produtivo. Por isso, os SAFs diversificados apresentam inúmeras vantagens e vêm sendo cada vez mais reconhecidos como método importante no manejo sustentável do solo, levando ao reencontro do equilíbrio dos agroecossistemas e amenizando as adversidades ambientais e econômicas (DUARTE et al, 2008).

Quanto à valoração com sistemas agroflorestais sobre carbono, o desenvolvimento e o uso crescente de tecnologias de sequestro de CO₂ são incentivados pelo Protocolo de Kyoto (UNFCCC, 1998; IPCC, 2007). Neste contexto, Wandelli et al. (2004) apresentaram estudo relacionando os serviços ambientais de geração de biomassa acima do solo de SAFs em relação à regeneração natural de áreas degradadas e ao sistema com forrageiras herbáceas, sendo observados resultados superiores (7,4 t/ha/ano) para os SAFs em relação à regeneração natural (6,8 t/ha/ano) e às forrageiras (2,8 t/ha/ano), além da grande produção de grãos e frutas obtida nesse sistema. Já Fernandes (2006), abordando o papel da agrofloresta para a produção e sustentabilidade das paisagens diante das mudanças globais do clima, destaca que dois sistemas agroflorestais de nove anos na região de Manaus obtiveram biomassa de 7,4 t/ha/ano e 9,1 t/ha/ano, conforme as espécies utilizadas, totalizando, no período, 34,3 t e 41,7 t de C em cada um deles.

Segundo Lustosa (2008), as árvores também podem contribuir para o processo de restabelecimento da fauna do solo, fator importante para a decomposição de resíduos de plantas. A decomposição de matéria orgânica é controlada pela biota do solo, particularmente a macrofauna, importante para a disponibilização de nutrientes nos sistemas de baixo "input", onde as culturas, em grande parte, dependem de nutrientes liberados de materiais orgânicos em vez de fertilizantes inorgânicos.

As espécies leguminosas são utilizadas por apresentarem grande potencial para fornecer nitrogênio em quantidades suficientes para aumentar a produção das culturas associadas. A *Sesbania sesban* é capaz de substituir a aplicação de fertilizantes nitrogenados para se obter rendimentos de milho de aproximadamente 4 t/ha, segundo Bhojvaid e Timmer (1998). Nos SAFs, a sombra produzida pelas árvores é um dos fatores responsáveis pelo aumento da disponibilidade de nitrogênio no solo, pois evidências mostram que a taxa de mineralização é estimulada pelo sombreamento. A melhoria do ambiente do solo sob a copa das árvores possibilita atividade microbiana mais efetiva na decomposição da matéria orgânica, o que resulta numa maior liberação do nitrogênio mineralizado. Esta influência é importante na agricultura, na qual o nível de nitrogênio do solo constitui limitação ao desenvolvimento de culturas agrícolas ou pastagens.

Os métodos de valoração não monetários apresentados acima podem contribuir como apoio para que se possam melhorar os procedimentos de valoração, ou seja, na forma de métodos complementares aos tradicionais. Além disso, a valoração não monetária pode ajudar na identificação dos efeitos de retroalimentação que tanto preocupam a sociedade, fornecendo indicadores sobre os benefícios econômicos que não podem ser "monetizados" pela valoração convencional.

Como destacado, o valor dos recursos naturais é composto por valores econômicos ou não econômicos, e suas origens são as dimensões ecológicas, socioculturais e econômicas. Portanto, se, por um lado, existem diversas origens ou fontes de valores, por outro, é preciso que para cada tipo de valor tenha-se um determinado método de valoração. Dessa maneira, a valoração dos recursos naturais não deve ser restrita a um único método ou técnica, ou mesmo a um pressuposto teórico-metodológico, mas deve abarcar um conjunto de técnicas e de pressupostos teórico-metodológicos.

É importante salientar que mesmo que um grande número de serviços ecossistêmicos tenha sido contemplado, a estimativa total do valor do ecossistema pode ser conservadora, visto que provavelmente nem toda a gama de serviços ecossistêmicos foi incorporada à análise, dadas as dificuldades inerentes de se medir (em termos biofísicos) todos os processos ecológicos relevantes e a ignorância e incerteza diante da complexidade dos ecossistemas.

A utilização de um amplo conjunto de métodos de valoração permitirá melhor captação da diversidade das contribuições associadas à recuperação e conservação dos ecossistemas, e conseqüentemente possibilitará que se capturem as múltiplas fontes de valor dos ecossistemas. Assim, observa-se que os diferentes métodos de valoração são propostos para capturar os diferentes tipos de valores (ecológicos, econômicos, sociais, culturais etc.), que se baseiam em diferentes conceitos de valor.

Exemplos de valoração de serviços ecossistêmicos prestados pelos sistemas silvipastoris (SSPs)

Quanto a exemplos de valoração ecossistêmica dos sistemas silvipastoris, alguns trabalhos já comprovaram os benefícios desses sistemas. Segundo Carvalho e Xavier (2005), mais de 89% do carbono armazenado em sistemas agroflorestais correspondeu ao carbono do solo. Nos sistemas a pasto, o carbono total armazenado foi maior nos sistemas silvipastoris que nas pastagens em monocultura.

Quanto ao microclima existente debaixo da copa das árvores, este beneficia os animais domésticos, mantendo-os confortáveis à sombra, ao contrário da exposição à insolação direta ou às baixas temperaturas do inverno (MONTROYA et al., 2000). Esse é um aspecto importante, pois os bovinos tendem a pastear preferencialmente nas horas mais frescas do dia e, certamente, em não havendo o componente arbóreo como agente regulador de temperatura, o consumo da pastagem torna-se limitado, tanto por razões de desequilíbrio do balanço térmico quanto por restrições do horário de pastejo.

Conforme Bhojvaid e Timmer (1998) citados por Lustosa (2008), a modificação do microclima, na presença do componente arbóreo, repercute no balanço hídrico do solo, contribuindo para a elevação da umidade disponível para as plantas sob a copa das árvores. Maiores teores de umidade nos solos debaixo de coberturas florestais foram relatados, sendo atribuídos à redução da radiação que chega ao solo, que influi significativamente na taxa de evaporação de água, concorrendo para a manutenção da sua umidade. O maior teor de umidade no solo favorece a atividade microbiana, resultando em aceleração da decomposição da matéria orgânica e possibilitando o aumento da sua mineralização. Avaliando um sistema silvipastoril no semiárido argentino, os autores constataram que, durante um ano seco, uma única chuva induziu aumento marcante na mineralização de nutrientes, destacando que nesse processo o nitrogênio correlacionou-se com a umidade no solo.

Por um lado, de acordo com Bhojvaid e Timmer (1998) citados por Lustosa (2008), as espécies arbóreas melhoram os solos por numerosos processos. As árvores influenciam a quantidade e a disponibilidade de nutrientes dentro da zona de atuação do sistema radicular das culturas associadas, por meio do acréscimo de nitrogênio (N₂) pela fixação biológica de N₂, da recuperação de nutrientes abaixo do sistema radicular das culturas agrícolas e/ou pastagens, da redução das perdas de nutrientes por processos como lixiviação e erosão e do aumento da disponibilidade de nutrientes pela sua maior liberação na matéria orgânica do solo. As raízes profundas das árvores podem interceptar os nutrientes que foram lixiviados das camadas superficiais e acumularam-se no subsolo, geralmente fora do alcance do sistema radicular das culturas agrícolas e/ou pastagens, e retorná-los à superfície na forma de serapilheira. Numerosos estudos mostram que a quantidade de matéria orgânica é mais alta na camada superficial dos solos debaixo de árvores que em

áreas abertas. Por exemplo, em um sistema agroflorestal com *Leucaena leucocephala*, são obtidos 12,3 g/kg de carbono (C) debaixo das copas das árvores e, entre as fileiras, 9,4 g/kg, em comparação a 5,9 g/kg de C nas parcelas sem árvores.

Por outro lado, a presença das árvores nos sistemas teve efeitos importantes no que diz respeito à conservação dos solos e à proteção contra erosão. As perdas de solo no período de julho a setembro de 2004 (42,9 mm de chuva) foram significativamente maiores na área cultivada com aveia e milho (359 kg/ha), em comparação aos 42 kg/ha perdidos na área com pastagem nativa e os somente 32 kg/ha e 18 kg/ha nos sistemas silvipastoris, com pinus e com eucalipto, respectivamente. Estes resultados comprovam a fragilidade desses solos e mostram a importância das árvores como elementos essenciais no processo de proteção do solo (RIBASKI et al., 2005).

Nesses sistemas, as espécies arbóreas também têm o potencial de melhorar os solos por numerosos processos. Em síntese, as árvores podem influenciar na quantidade e disponibilidade de nutrientes dentro da zona de atuação do sistema radical das culturas associadas, principalmente pela possibilidade de recuperar nutrientes abaixo do sistema radicular das pastagens e reduzir as perdas por lixiviação e erosão, aumentando, conseqüentemente, a disponibilidade desses nutrientes pela maior quantidade de matéria orgânica depositada no solo e pelo processo de ciclagem de nutrientes (BURESH; TIAN, 1997; RIBASKI, 2000).

Outro estudo afirma que as leguminosas fixadoras de nitrogênio fornecem serapilheira rica em nitrogênio, que, além de melhorar a fertilidade do solo, reduz a erosão, previne a infestação de ervas daninhas e serve de substrato para melhorar a estruturação e as propriedades biológicas do solo (FRANCO et al., 2003). A quantidade de N fixado pelas espécies arbóreas varia em função das espécies e das relações bióticas e abióticas envolvidas no processo de fixação biológica do nitrogênio (FRANCO et al., 2003). Um povoamento de angico-vermelho na Zona da Mata mineira, plantado em espaçamento 7 m x 7 m (204 árvores/ha), depositou 4.224 kg de biomassa/ha de matéria seca entre outubro/1993 e abril/1994 (6 meses), com concentração de nitrogênio variando de 2,12% a 2,26%. Isso corresponderia a um aporte de 89,5 kg de nitrogênio/ha a 95,5 kg de nitrogênio/ha. Genericamente, recomenda-se para adubação de manutenção de pastagens de gramíneas, de 50 kg a 100 kg de N/ha. A *Sesbania* sp. chegou a fixar 286 kg/ha em 56 dias, podendo suprir, assim, a necessidade nitrogenada de qualquer cultura agrícola (FRANCO et al., 2003).

Quanto à qualidade das pastagens, trabalhos mais recentes de avaliação de desempenho animal e da pastagem em sub-bosque de eucalipto em sistemas silvipastoris evidenciam o grande potencial de produção destes sistemas, observando-se melhoria da qualidade da pastagem sombreada (CARVALHO, 1998; RIBASKI et al., 2003) e ganhos de peso dos animais (SILVA; SAIBRO, 1998; VARELLA, 1997). Além disso, a associação de pastagens com árvores contribui para reduzir os danos provocados por geadas na pastagem (PORFÍRIO-DA-SILVA, 1994; CARVALHO, 1998).

Segundo Nicodemo (2004), o gado bovino apresenta-se particularmente sensível às condições úmidas e quentes, portanto o oferecimento de sombra pode melhorar sua tolerância e sua produção. Piquetes sombreados têm melhorado a eficiência da conversão de alimentos e sobrevivência do gado (BIRD et al., 1992). Estudo sobre disponibilidade de sombra para vacas leiteiras da raça holandesa, na região de Santa Maria, RS, conduzido por Carvalho (1991), mostrou aumentos na produção do leite e do teor percentual de sólidos não gordurosos, concluindo, ainda, que os animais mais especializados e de primeiras lactações seriam os mais afetados pela condição desfavorável de ausência de sombra.

Ainda de acordo do Nicodemo (2004) a presença de um estrato arbóreo em pastagens pode constituir também uma forma de promover a manutenção de forragem verde no inverno (SILVA, 1994). As árvores constituem uma barreira contra perdas de radiação de ondas longas durante a noite, impedindo a formação de geadas de radiação (geada branca) e os ventos gélidos e dessecantes (geada negra). Essa proteção

resulta, em termos práticos, em pastagens verdes sob árvores durante o inverno. Silva (1998) registraram, nas condições do noroeste paranaense, temperaturas do ar mais elevadas em até 2 °C na posição sob as copas de renques arbóreos em noite de inverno, e os valores de temperatura do ar atingiram até 8 °C de diferença entre as posições sombreadas e ensolaradas. Dessa forma, as árvores contribuem para a conservação de calor do solo e do ar, ao proteger a área da ação dos ventos que arrastariam a umidade.

Quanto ao estoque de carbono nos sistemas silvipastoris, Neves et al. (2004) citados por Radomski (2009), acompanhando sistemas agrossilvipastoris na região do Cerrado de Minas Gerais, observaram tendência de aumento no estoque de carbono ao longo do tempo, demonstrando a eficiência do sistema na captura e manutenção de carbono no solo e na biomassa. Entretanto, as características físicas do solo (textura e mineralogia) são determinantes para a formação de estoques de carbono orgânico, bem como para a formação de complexos organominerais de alta estabilidade (PILLON et al., 2009).

Os dados acima mostram, mesmo que sinteticamente, processos de valoração não monetária dos serviços ecossistêmicos prestados pelos sistemas silvipastoris. O processo de valoração dos serviços ecossistêmicos requer a elaboração de estratégias que auxiliem na superação de suas limitações, bem como considerem outras fontes do valor dos serviços ecossistêmicos. Considera-se, ainda, que a valoração (ou avaliação) dos serviços ecossistêmicos não deve ser restrita à mera aplicação dos métodos, devendo ser um processo mais amplo no qual sejam considerados aspectos econômicos, ecológicos e sociais.

Como frisa Radomski (2009), deve-se considerar a complexidade dos SSPs e que a visão reducionista ou compartimentalizada da pesquisa não é capaz de explicar todos os fenômenos que envolvem esses sistemas. Sendo assim, ressalta-se a importância do enfoque holístico nos trabalhos de pesquisa em SSPs, de modo a contemplar a grande diversidade de condições de produção (solos, clima, espécies florestais, forrageiras, aspectos socioeconômicos) e a própria complexidade funcional desses sistemas.

É importante lembrar, também, que nem todos os serviços listados estão presentes em todas as categorias apresentadas, havendo também o problema de informações inexistentes, o que representa uma severa fonte de subestimação dos valores encontrados.

Quanto aos aspectos econômicos ou monetários, quando práticas que promovem benefícios ambientais são as mais economicamente rentáveis, existe uma adoção natural e voluntária delas pelos produtores. No entanto, sob a perspectiva do produtor rural, principalmente daquele descapitalizado e sem fácil acesso ao crédito, estratégias de manejo que promovam benefícios ambientais não seriam necessariamente aquelas mais rentáveis (PAGIOLA et al. 2004). Ademais, os benefícios gerados pela adoção de práticas agrícolas sustentáveis (como os SSPs) são geralmente auferidos dentro de um prazo relativamente longo (são cumulativos), enquanto os custos dessa adoção são imediatos (GOBBI; CASASOLA, 2003; LEE, 2005).

Enfim, os investimentos (capital, tempo e mão de obra) relativamente altos para a implantação e manutenção de SSPs, aliados à baixa taxa de retorno financeiro desses sistemas nos primeiros anos após a implantação, seriam importantes barreiras econômicas que dificultariam a adoção desses sistemas, principalmente por produtores descapitalizados ou sem acesso a crédito (PAGIOLA et al., 2004), havendo necessidade, portanto, de crédito diferenciado ou do apoio de pagamento de serviços ambientais.

Trabalhos com sistemas agroflorestais pela Embrapa Monitoramento por Satélite

A Embrapa Monitoramento por Satélite desenvolve métodos que possam quantificar e valorar os serviços ecossistêmicos de forma não monetária e monetária. Assim sendo, o objetivo deste tópico é mostrar os trabalhos com SAFs realizados pela Embrapa Monitoramento por Satélite usando ferramentas geotecnológicas.

Bolfe e Batistella (2009) propuseram fazer uma caracterização dos SAFs com base na estrutura da vegetação, como subsídio à classificação de imagens orbitais da Região de Tomé-Açu, PA. Técnicas de geoprocessamento e de sensoriamento remoto foram utilizadas na análise qualitativa e quantitativa do uso e da cobertura das terras de forma eficiente e de custo relativamente baixo, porém a diversidade de arranjos produtivos dos SAFs dificulta a classificação e o monitoramento dessas áreas. Os primeiros resultados destas pesquisas foram: a divisão dos SAFs de Tomé-Açu em SAF 1, SAF 2, SAF 3 e SAF 4, a partir de sua estrutura, permite uma classificação desses sistemas, apesar da complexidade dos arranjos produtivos observados; os parâmetros de percentual de cobertura de copa, área basal e altura média são os que melhor evidenciaram os intervalos da classificação proposta para os SAFs da região. Os resultados desse trabalho serão utilizados como subsídio à classificação do uso e da cobertura das terras de Tomé-Açu por meio de imagens de satélite, amparando estudos sobre a fixação de carbono e o monitoramento ambiental, essenciais para a avaliação dos serviços ambientais prestados pelos SAFs no contexto das paisagens analisadas.

Outra pesquisa de Batistella et al. (2009) caracterizou a composição florística dos sistemas agroflorestais no Município de Tomé-Açu, PA, classificados com base em parâmetros da estrutura da vegetação adulta. O desenvolvimento de métodos para localizar, quantificar e qualificar as áreas conduzidas com SAFs tornou-se prioridade. Portanto, os principais resultados dessa pesquisa foram: os dados observados referentes à diversidade de espécies e à abundância nos SAFs estudados sugerem elevada heterogeneidade do uso da terra da região de Tomé-Açu, PA; as espécies *Theobroma cacao* L., *Theobroma grandiflorum* e *Euterpe oleracea* Mart. são os componentes florísticos de maior abundância, apresentando densidade relativa média conjunta de 76% e dominância relativa de 54%, o que demonstra a sua importância econômica e ecológica para a região; a caracterização dos SAFs por meio da análise da composição florística detalhada dos arranjos produtivos permitirá amparar estudos sobre o manejo agroflorestal, estimativas de fixação de carbono na biomassa vegetal e a sustentabilidade ambiental da região.

Pesquisas de Mangabeira et al. (2009) sobre sistemas agroflorestais com café no Município de Machadinho d'Oeste, RO, para o ano de 2008, comparam a produtividade de café produzido a pleno sol e sombreado a partir de uma amostra de 172 agricultores familiares que produzem café na área de assentamento agrícola nesse município, na fronteira agrícola da Amazônia. O objetivo do estudo foi corroborar a importância dos sistemas agroflorestais (SAFs) quanto aos serviços ambientais prestados. Foram analisados os dados da produtividade agrícola média dos dois sistemas de cultivos, comparados pelo teste T no nível de 5% de probabilidade, e foram descritos alguns indicadores comparativos para os dois sistemas.

Os primeiros resultados alcançados mostram que não houve diferença de produtividade entre os dois sistemas, mas que há vantagem aparente do café sombreado em relação ao café a pleno sol. Os SAFs com café, neste caso, mostram-se favoráveis do ponto de vista ambiental e social, em razão do bem-estar do trabalho, relacionado ao fato de o agricultor manejar o café à sombra. Do ponto de vista econômico, existe também a possibilidade de se computar, no futuro, a exploração da madeira dos SAFs.

Já a pesquisa de Bolfe (2010) objetivou gerar modelos de estimativa de carbono estocado na biomassa epígea de SAFs da região de Tomé-Açu, PA, por meio da correlação entre variáveis espectrais e parâmetros biofísicos. Foram utilizados arcabouço teórico da Escola Geográfica Espacial; instrumentais geotecnológicos, como sistemas de informações geográficas e imagens de satélites; inventários agroflorestais e análises florísticas e estruturais. Considerando-se a variabilidade observada, os SAFs foram divididos em quatro classes (SAF 1, SAF 2, SAF 3 e SAF 4) para as quais foram estimados a biomassa epígea (106,51 Mg/ha) e o estoque de carbono (47,93 Mg C/ha), na média e individualmente. Os SAFs estudados demonstraram-se importantes acumuladores de carbono, podendo contribuir no processo de sequestro do CO₂. As correlações obtidas entre as variáveis espectrais (índices de vegetação) e características biofísicas (carbono) por meio de regressão linear foram, em sua grande maioria, significativas (de $r^2 = 0,54$ a $r^2 = 0,84$), indicando, assim, potencial na predição do estoque de carbono. Entre os melhores modelos, destacam-se aqueles obtidos pelo Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Ratio Vegetation Index (RVI), Transformed Soil Adjusted Vegetation Index 1 (TSAVI 1), Simple Ratio (RS 5:3), Normalized Difference (ND 5:7), Transformed Soil Adjusted Vegetation Index 2 (TSAVI 2) e Perpendicular Vegetation Index 3 (PVI 3). O arcabouço teórico-metodológico baseado na matriz geográfica forneceu melhor compreensão dos resultados, possibilitando uma síntese de análise regional por grupo de índices ou por classe agroflorestal e gerando mapas de carbono da região, os quais poderão subsidiar o desenvolvimento rural sustentável.

Portanto, as ferramentas de geotecnologias são importantes na complementariedade de valoração mais refinada. Mas é preciso avançar em termos de propostas para o aperfeiçoamento da valoração dos serviços ecossistêmicos, de forma a contornar o viés reducionista da economia neoclássica. Além disso, a análise empreendida tem o mérito de realçar algumas lacunas que devem ser trabalhadas para o refinamento do processo de valoração.

Também ficou claro que uma valoração mais refinada exigiria a utilização de ferramentas e informações que suportem uma avaliação integrada da dinâmica espaço-temporal dos serviços ecossistêmicos e que possam ser incorporadas às análises elaboradas usando sistemas de informações geográficas (SIGs), geoprocessamento e sensoriamentos remoto. O grande número de variáveis e a interdependência dos fatores ecológicos exigem o uso de ferramentas adequadas que possibilitem ao executor da valoração melhor compreender a dinâmica ecológica envolvida. Assim sendo, a valoração dos serviços ecossistêmicos deve ser refinada no sentido de considerar a utilização das ferramentas acima que o auxiliem na superação de suas limitações. Procurou-se demonstrar, ainda, que a valoração (ou avaliação) dos serviços ecossistêmicos não deve ser restrita à mera aplicação dos métodos, devendo ser um processo mais amplo, no qual sejam considerados aspectos econômicos, ecológicos e sociais.

Pensando em ações futuras, sugere-se que sejam realizadas outras pesquisas abordando imagens de outros sensores remotos, outras técnicas diferenciadas de correções atmosféricas e radiométricas, e diferentes índices de vegetação, texturas e modelos de mistura espectral.

Considerações finais

Pela literatura levantada e pelas experiências da Embrapa Monitoramento por Satélite, fica evidente a existência de vários serviços ecossistêmicos prestados pelos sistemas agroflorestais, gerando benefícios para agricultura, sendo que, de um modo geral, quase todas as culturas podem beneficiar-se destes serviços, beneficiando a sociedade em geral.

A valoração dos serviços ecossistêmicos dos SAFs deve ser norteada pelos princípios da Economia Ecológica. Estes sistemas fornecem vários serviços, cuja quantificação e valoração requerem metodologias específicas, principalmente via geotecnologias. Apesar de já terem sido comprovados e valorados alguns dos diversos serviços ambientais oferecidos pelos sistemas agroflorestais, estes sistemas encontram dificuldades de difusão e disseminação por parte dos agentes públicos e privados, além de serem desconhecidos por grande parte dos produtores rurais, necessitando, portanto, de mais apoio para pesquisas e desenvolvimento deste setor produtivo.

Também é evidente que o interesse pela valoração dos serviços ecossistêmicos tem aumentado consideravelmente, independente do prisma teórico utilizado.

Neste trabalho ficou demonstrado que a prática usual de pura aplicação dos métodos de valoração não é suficiente para um processo de valoração capaz de capturar corretamente o valor dos serviços ecossistêmicos afetados pelas intervenções antrópicas.

Acredita-se que o principal motivo pelo qual pouco se tem avançado na ampliação e refinamento da valoração dos serviços ecossistêmicos é a insistência em se tratar o problema por uma ótica reducionista/unidisciplinar. Superar esta visão exigirá grandes esforços no sentido de alterar esta tendência.

Para o caso da valoração econômica ou não dos recursos naturais dependerá de uma criteriosa avaliação ecossistêmica, cujo objetivo principal será identificar as funções e serviços ecossistêmicos, uma vez que é fundamental compreender de maneira aprofundada a complexidade dos ecossistemas em avaliação e suas relações com a dinâmica socioeconômica.

Em síntese, a partir da identificação das funções ecossistêmicas será possível verificar quais serviços são proporcionados, tanto em âmbito local quanto global. Por sua vez, os serviços habilitam uma tentativa para que se possam mensurar, em termos monetários ou não, seus respectivos valores. É preciso recordar que os serviços ecossistêmicos têm valor para a sociedade, portanto são passíveis de valoração (precificação). Para tanto, a partir do valor total dos respectivos serviços, não necessariamente expressos na métrica monetária, será possível traçar as linhas gerais que deverão nortear a tomada de decisão a respeito do uso e ocupação do espaço.

Portanto, é preciso aumentar o grau de informação e de compreensão sobre o papel que o sistema natural tem na geração de bem-estar via sistema econômico, não somente para que se possa “encontrar” o valor total dos recursos naturais, mas para que não seja realizada dupla contagem dos benefícios e dos impactos gerados pela interação entre os sistemas.

Neste trabalho, admite-se que a valoração dos serviços prestados pelo capital natural seja uma discussão de importância crucial para os economistas ecológicos e necessários para uma gestão racional, prudente e sustentável dos recursos naturais. É neste sentido que o presente trabalho apresenta como contribuição maior a proposta da valoração dos serviços ecossistêmicos de forma não monetária.

Sendo assim, a adoção da visão pré-analítica da Economia Ecológica é determinante para os avanços necessários. Assim, a consolidação de modelos mais abrangentes de valoração deve considerar as alternativas aqui discutidas de se levar em conta os aspectos relativos à escala sustentável, um processo de valoração monetária mais consciente de suas limitações e potencialidades e as possibilidades de uma distribuição dos recursos mais justa tanto entre a geração presente e futura. Espera-se que este estudo tenha pontuado de forma clara as potencialidades da Economia Ecológica, possibilitando identificar as lacunas onde há necessidades de estudos de maior profundidade teórica e conceitual e de aplicações práticas, tão necessárias ao processo de intervenção na realidade.

Há que se avançar na sintonia entre economistas, ecólogos, biólogos e demais áreas de conhecimentos. O diálogo construtivo e aberto entre esses profissionais é essencial para a construção de uma massa crítica sólida para se desvendar os nexos entre ecossistemas, sistema econômico e bem-estar humano. Também, deve-se enfrentar a escassez de informações através da construção de uma base ampla de dados que subsidie processos de avaliação e valoração dos serviços ecossistêmicos.

Por fim, refinamentos constantes nos modelos econômicos e ecológicos devem ser perseguidos no intuito de representar de forma cada vez mais fiel os fenômenos reais de interação entre o meio natural e humano. Deve-se, ainda, avançar na melhor sintonia entre tais modelos e técnicas com geotecnologia de forma a permitir o melhor tratamento das escalas espaciais dos serviços ecossistêmicos. Sendo assim, valoração dos recursos naturais pode fornecer informações capazes de subsidiar a tomada de decisão dos agentes e formulação de políticas públicas.

Referências

- ABEL, N.; BAXTER, J.; CAMPBELL, A.; CLEUGH, H.; FARGHER, J.; LAMBECK, R.; PRINSLEY, R.; PROSSER, M.; REID, R.; REVELL, G.; SCHMIDT, C.; STIRZAKER, R.; THORBURN, P. **Design principles for farm forestry**: a guide to assist farmers to decide where to place trees and farm plantations on farms. Canberra: RIRDC/LWRRRRDC/FWPRDC Joint Venture Agroforestry Program, 1997. 102 p. Disponível em: <<http://www.mtg.unimelb.edu.au/designbook.htm>> . Acesso em: 21 jan. 2003.
- ALFARO-VILLATORO, M. A.; SAGGIN-JUNIOR, O. J.; RICCI, M. dos S.; da SILVA, E. M. R.; BERBARA, R. L. L. **Produção de café em sistema agroflorestal**. Rio de Janeiro: Embrapa Agrobiologia, 2004. (Documento 187).
- ALMEIDA, C. M. V. C.; SOUZA, V. F. S.; LOCATELLI, M.; COSTA, R. S. C.; VIEIRA, A. H.; RODRIGUES, A. N. A.; COSTA, J. N. M.; RAM, A.; SÁ, C. P.; VENZIANO, W.; MELLO JUNIOR, R. S. **Sistemas agroflorestais como alternativa auto-sustentável para o Estado de Rondônia**: 1 – Histórico, aspectos agrônômicos e perspectivas de mercado. Porto Velho: PLANAFLORO-PNUD, 1995. 59 p.
- ALTIERI, M. A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 74, p. 19-31, 1999
- AMAZONAS, M. de C. O pluralismo da economia ecológica e a economia política do crescimento e da sustentabilidade. **Boletim da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica**, n. 20, jan./abr. 2009.
- ANDRADE, D. C. **Modelagem e valoração de serviços ecossistêmicos**: uma contribuição da economia ecológica. 2010. 268 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas,
- ASSAD, E. D.; PELEGRINO, G. Q. O clima e a potência ambiental. **Revista Agroanalysis**, v. 27, n. 4, p. E3-E4, 2007.
- BAGGIO, A. J. **Sistema agroflorestal grevilea x café**: início de nova era na agricultura paranaense? Curitiba: Embrapa-URPFCS, 1983. 15 p. (Circular Técnica, 09).
- BATEMAN, I.; TURNER, K. Valuation of the environment, methods and techniques: the contingent valuation method. In: TURNER, R. T. (Ed.). **Sustainable environmental economics and management**. London; New York: Belhaven, 1992.
- BATISTELLA, M.; BOLFE, E. L.; BENTES-GAMA, M. de M.; TAKAMATSU, J. A. Análise florística de sistemas agroflorestais em Tomé-Açu classificados a partir da estrutura da vegetação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 7., 2009. Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: SBSAF, 2009.

- BECKER, B. K. **Amazônia: geopolítica na virada do III milênio**. Rio de Janeiro: Garamond, 2006. 168 p.
- BENTES-GAMA, M. de M. **Análise técnica e econômica de sistemas agroflorestais em Machadinho d'Oeste, Rondônia**. 2003. 112 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, MG.
- BHOJVAID, P. P.; TIMMER, V. R. Soil dynamics in age sequence of *Prosopis juliflora* planted for sodic soil restoration in India. **Forest Ecology and Management**. v. 106, n. 2/3, p. 181-193, 1998.
- BINGHAM, G.; BISHOP, R.; BRODY, M.; BROMLEY, D.; CLARK, E. T.; COOPER, W.; COSTANZA, R.; HALE, T.; HAYDEN, G.; KELLERT, S.; NORGAARD, R.; NORTON, B.; PAYNE, J.; RUSSEL, C.; SUTER, G. Issues in Ecosystem valuation: improving information for decision making. **Ecological Economics**, v. 14, p. 73-90, 1995.
- BIRD, P. R.; BICKNELL, D.; BULMAN, P. A.; BURKE, S. J. A.; LEYS, J. F.; PARKER, J. N.; VAN DER SOMMEN, F. J.; VOLLER, P. The role of shelter in Australia for protecting soils, plants and livestock. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 20, p. 59-86. 1992.
- BOLFE, E. L.; BATISTELLA, M. Uma proposta de classificação dos sistemas agroflorestais de Tomé-Açu a partir de parâmetros estruturais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 7., 2009. Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: SBSAF, 2009.
- BOLFE, E. L. **Desenvolvimento de uma metodologia para a estimativa de biomassa e de carbono em sistemas agroflorestais por meio de imagens orbitais**. 2010. 233 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas.
- BOLFE, A. P. F. **Educação na floresta: uma construção participativa de sistemas agroflorestais sucessionais em Japarutuba, Sergipe**. 2004b. 160 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente.
- BOLFE, A. P. F. **Sistemas agroflorestais: um caminho para agricultura sustentável à luz da cultura camponesa**. 2011b. 219 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais). Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas.
- BRONDIZIO, E. S. Análise intra-regional de mudanças do uso da terra na Amazônia. In: MORAN, E.; OSTROM, E. (Org.); ALVES, D. S.; BATISTELLA, M. (Trad.). **Ecossistemas florestais: interação homem-ambiente**. São Paulo: Editora Senac: Edusp, 2009.
- BURESH, R. J.; TIAN, G. Soil improvement by in sub-Saharan Africa. **Agroforestry Systems**, v. 38, n. 1/3, p. 51-76, 1997
- CARAMORI, P. H.; ANDROCIOLI FILHO, A.; DI BAGIO, A. Coffee shade with *Mimosa scabrella* Benth. for frost protection in Southern Brazil. **Agroforestry Systems**, Holland, v. 33, p. 205-214, 1996.
- CARVALHO, N. M. **Efeitos da disponibilidade de sombra durante o verão sobre algumas condições fisiológicas e de produção em vacas da raça holandês**. 1991. 199 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- CARVALHO, M. M. **Arborização de pastagens cultivadas**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1998. 37 p. (Documentos, 64).

- CARVALHO, J. E. U. de. Utilização de espécies frutíferas em sistemas agroflorestais na Amazônia. In: GAMA-RODRIGUES, A. C. da; BARROS, N. F. de; GAMA-RODRIGUES, E. F. da; FREITAS, M. S. M.; VIANA, A. P.; JASMIN, J. M.; MARCIANO, C. R.; CARNEIRO, J. G. de A. (Org.). **Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável**. Campos de Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. p. 169-176.
- CARVALHO, M. M.; XAVIER, D. F. Sistemas Silvopastoris para recuperação e desenvolvimento de pastagens. In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de. **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, 517 p.
- CASTRO, C. R. T. de; PACIULLO, D. S. C. **Boas práticas para a implantação de sistemas silvipastoris**. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, 2006. (Comunicado Técnico, 50).
- COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R. V.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G.; SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M. The value of ecosystem services: putting the issues in perspective. **Ecological Economics**, v. 25, p. 67-72, 1998.
- CUNHA, F. L. S. da. **Valoração dos serviços ecossistêmicos em bacias hidrográficas**. 2008. 129 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, Campinas.
- DAILY, G. C.; SÖDERQVIST, T.; ANIYAR, S.; ARROW, K.; DASGUPTA, P.; EHRlich, P. R.; FOLKE, C.; JANSSON, A. M.; JANSSON, B.-O.; KAUTSKY, N.; LEVIN, S.; LUBCHENCO, J.; MÄLER, K.-G.; SIMPSON, D.; STARRETT, D.; TILMAN, D.; WALKER, B. The value of nature and nature of value. **Science**, v. 289, n. 5478, p. 395-396, 2000.
- DAGANG, A. B. K.; NAIR, P. K. R. Silvopastoral research and adoption in Central America: recent findings and recommendations for future directions. **Agroforestry Systems**, v. 59, p. 149-155, 2003.
- DALY, H.; FARLEY, J. **Ecological economics: principles and applications**. Washington: Island Press, 2003.
- DA MATTA, F. M. Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. **Field and Crops Research**, Amsterdam, v. 86, n. 2/3, p. 99-114, 2004.
- DE GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, v. 41, p. 393-408, 2002.
- DIAS FILHO, M. B.; FERREIRA, J. N. Barreiras à adoção de sistemas silvipastoris no Brasil. In: FERNANDES, E. N.; PACIULLO, D. S.; CASTRO, C. R. T. de; MULLER, M. D.; ARCURI, P. B.; CARNEIRO, J. da C. (Org.). **Sistemas agrossilvipastoris na América do Sul: desafios e potencialidades**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007. p. 327-340.
- DUARTE, E. M. G.; CARDOSO, I. M.; FÁVERO, C. Terra Forte. **Revista Agriculturas: experiências em agroecologia**, v. 5 n. 3, p. 11-15, 2008.
- FARBER, S. C.; COSTANZA, R.; WILSON, M. A. Economic and ecological concepts of valuing ecosystem services. **Ecological Economics**, v. 41, p. 375-392, 2002.
- FASIABEN, M. do C. R. **Impacto econômico da reserva legal florestal sobre diferentes tipos de unidades de produção agropecuária**. 2010. 219 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, Campinas.
- FASSBENDER, H. W. **Aspectos edafoclimáticos de los sistemas de producción agroforestales**. Turrialba: CATIE, 1982. 109 p.

- FERNANDES, E. C. M. Agroforestry for productive and sustainable landscapes in the face of global change. In: GAMA-RODRIGUES, A. C. da; BARROS, N. F. de; GAMARODRIGUES, E. F. da; FREITAS, M. S. M.; VIANA, A. P.; JASMIN, J. M.; MARCIANO, C. R.; CARNEIRO, J. G. de A. (Org.). **Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável**. Campos de Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. p. 15-31.
- FRANCO, A. A.; RESENDE, A. S.; CAMPELLO, E. F. C. Importância das leguminosas arbóreas na recuperação de áreas degradadas e na sustentabilidade de sistemas agroflorestais. In: SEMINÁRIO SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2003, Campo Grande, MS. **Palestras...** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 24 p. 1 CD ROM.
- GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F. de; GAMA-RODRIGUES, E. F. da. **Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável**. Campos de Goytacazes, RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006.
- GARCIA, R.; COUTO, L. Silvopastoral systems: emergent technology of sustainability. In: GOMIDE, J. A. (Ed.). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p. 281-302.
- GOBBI, J. A.; CASASOLA, F. Comportamiento financiero de la inversión en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica. **Agroforestería en las Américas**, v. 10, p. 52-60, 2003.
- GÖTSCH, E. **Break-through in agriculture**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1996. 22 p.
- GUANZIROLI, C.; ROMEIRO, A.; BUAINAIN, A. M; DI SABATTO, A.; BITTENCOURT, G. **Agricultura familiar e reforma agrária no século XXI**. Rio de Janeiro: Garamond, 2001.
- GUHARAY, F.; MONTERROSO, D.; STAVER, C. El diseño y manejo de la sombra para la supresión de plagas en cafetales de América Central. **Agroforestería en las Américas**, Turrialba, v. 8, n. 29, p. 22-27, 2001.
- GUO, Z.; XIAO, X.; GAN, Y.; ZHENG, Y. Ecosystem functions, services and their values – a case study in Xingshan County of China. **Ecological Economics**, v. 38, p. 141-154, 2001.
- HADFIELD, W. Critical studies of the shade problem in tea. **Two and a Bud**, v. 10, n. 4, p. 9-15, 1963.
- HALL, A. Better RED than dead: paying the people for environmental services in Amazonia. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, v. 363, n. 1498, may, p. 1925–1932, 2008.
- HOMMA, A. K. O. **História da agricultura na Amazônia: da era pré-colombiana ao terceiro milênio**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 274 p.
- IBRAHIM, M.; VILANUEVA, C.; MORA, J. Traditional and improved silvopastoral systems and their importance in sustainability of livestock farms. In: MOSQUERA-LOSADA, M. R.; RIGUEIROSRODRIGUEZ, A.; McADAM, J. (Ed.). **Silvopastoralism and sustainable land management. INTERNATIONAL CONGRESS ON SILVOPASTORALISM AND SUSTAINABLE MANAGEMENT**, 2004, Lugo, Spain. **Proceedings...**Oxfordshire: CABI International, 2005. p. 13-18.
- ICRAF. International Center for Research in Agroforestry. **Agroforestry systems: inventory (AFSI) project coordinator's report for the period September 1982-June. 1983**. [on line]. Disponível em: <www.worldagroforestrycentre.org/>. Acesso em: 16 jun. 2003.
- ICRAF. International Center for Research in Agroforestry. **Agroforestry defined**. In: International Center for Research in Agroforestry. 2004. Disponível em: <<http://www.ciesin.org/ic/icraf>>. Acesso em: 15 mar. 2006.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change**. Summary for policymakers. Cambridge: University Press, 2007. (Contribution of working group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change),

KATO, O. R.; KATO, M. S. A.; CARVALHO, C. J. R.; FIGUEIREDO, R. de O.; CAMARÃO, A.; SÁ, T. D. de A.; DENICH, M.; VIELHAUER, K. Uso de agroflorestas no manejo de florestas secundárias. In: GAMA-RODRIGUES, A. C. da; BARROS, N. F. de; GAMARODRIGUES, E. F. da; FREITAS, M. S. M.; VIANA, A. P.; JASMIN, J. M.; MARCIANO, C. R.; CARNEIRO, J. G. de A. (Org.). **Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável**. Campos de Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. p. 119-138.

KITAMURA, P. C.; RODRIGUES, G. S. Valoração de serviços ambientais em sistemas agroflorestais: métodos, problemas e perspectivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3., 2001. Manaus. **Anais...** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. p. 115-121.

LEE, D. R. Agricultural sustainability and technology adoption issues and policies for developing countries. **American Journal of Agriculture Economics**, v. 87, p. 1325-1334, 2005.

LIN, C. H.; MCGRAW, R. L.; GEORGE, M. F.; GARRETT, H. E. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forage species with agroforestry potential. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 53, n. 3, p. 269-281, 2001.

LUIZÃO, F. J.; TAPIA-CORAL, S.; GALLARDO-ORDINOLA, J.; SILVA, G. C.; LUIZÃO, R. C. C.; TRUJILLO-CABRERA, L.; WANDELLI, E.; FERNANDES, E. C. M. Ciclos biogeoquímicos em agroflorestas na Amazônia. In: GAMA RODRIGUES, A. C. da.; BARROS, N. F. de.; GAMA RODRIGUES, E. F. da.; FREITAS, M. S. M.; VIANA, A. P.; JASMIM, J. M.; MARCIANO, C. R.; CARNEIRO, J. G. de A. (Org.). **Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável**. Campos dos Goytacazes, RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. v. 1, p. 87-100.

LUSTOSA, A. A. S. Sistema Silvipastoril - propostas e desafios. **Revista Eletrônica Lato Sensu**, v. 3, n. 1, mar. 2008. Disponível em: <<http://www.unicentro.br>>. Acesso: 15 out. 2011.

MANGABEIRA, J. A. de C.; GREGO, C. R.; MIRANDA, E. E. de; ROMEIRO, A. R.; BENTO, M. F. L. Análise comparativa entre café produzido a pleno sol e no sistema agroflorestal em Machadinho d'Oeste-RO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 7., 2009. Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: SBSAF, 2009.

MARQUES, J. F.; COMUNE, A. E. A teoria neoclássica e a valoração ambiental. In: ROMEIRO, A. R.; REYDON, B. P.; LEONARDI, M. L. A. (Org.). **Economia do meio ambiente**. Campinas: Unicamp, 1996. 384 p.

MARTINEZ-ALIER, J. Economía y ecología: cuestiones fundamentales. **Pensamiento Iberoamericano**, Madrid, n. 12, 1987.

MARTINEZ-ALIER, J.; MUNDA, G.; O'NEILL, J. Weak comparability of values as a foundation for ecological economics. **Ecological Economics**, v. 26, p. 277-286, 1998.

MATTOS, L. Capital social na concepção de políticas públicas: a importância socioeconômica e ecológica dos sistemas agroflorestais frente aos mecanismos de desenvolvimento. In: GAMA RODRIGUES, A. C. da.; BARROS, N. F. de.; GAMA RODRIGUES, E. F. da.; FREITAS, M. S. M.; VIANA, A. P.; JASMIM, J. M.; MARCIANO, C. R.; CARNEIRO, J. G. de A. (Ed.). **Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável**. Campos: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2006.

- MATTOS, L. M. **Decisões sobre usos da terra e dos recursos naturais na agricultura familiar amazônica: o caso do PROAMBIENTE**. 2010. 458 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, Campinas,
- MICHEL, G.-A.; NAIR, V. D.; NAIR, P. K. R. Silvopasture for reducing phosphorus loss from subtropical sandy soils. **Plant and Soil**, v. 297, p. 267-276, 2007.
- MIGUEL, A. E.; MATIELLO, J. B.; CAMARGO, A. P.; ALMEIDA, S. R.; GUIMARAES, S. R. Efeitos da arborização do cafezal com *Grevillea robusta* nas temperaturas do ar e umidade do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 21., 1995, Caxambu, MG. **Anais...** Rio de Janeiro: MARA/PROCAFE, 1995. p. 55-60. Parte 2.
- MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystem and Human Well-Being: a framework for assessment**. Washington, DC: Island Press, 2003.
- MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human Well-being: Synthesis**. Washington, DC: Island Press, 2005. Disponível em português em: <<http://www.maweb.org/documents/document.446.aspx.pdf>>.
- MONTEITH, J. L.; ONG, C. K.; CORLETT, J. E. Microclimate interactions in agroforestry. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 45, n. 1/4, p. 31-44, 1991.
- MONTOYA, V. L. J.; BAGGIO, A. J.; SOARES, A. D. **Guia prático sobre arborização de pastagens**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 15 p. (Documentos, 49).
- MONTOYA, L. J.; MEDRADO, M. J. S.; MASCHIO, L. M. DE A. Aspectos de arborização de pastagens e viabilidade técnica-econômica da alternativa silvipastoril. In: SEMINÁRIO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 1., Colombo. **Anais...** Colombo: Embrapa-CNPQ, 1994. p.157-172.
- MORAN, E. F. **Meio ambiente e floresta**. São Paulo: Editora Senac, 2010. (Serie Meio Ambiente, 11).
- MORAN, E. F.; BRONDIZIO, E. S.; TUCKER, J.; SILVA-FORSBERG, M. C.; FALESI, I. C.; McCracken, S. Strategies for Amazonian forest restoration: evidence for afforestation in five regions of the Brazilian Amazon. Reprinted from. In: HALL, A. (Ed.). **Amazonia at the Crossroad: the challenge of sustainable development**. London: Institute of Latin American Studies, 2000. p. 129-149.
- MURGUEITIO, R. E. Sistemas agroforestales para la producción ganadera em Colombia. In: SEMINÁRIO INTENSIFICACIÓN DE LA GANADERÍA EM CENTROAMÉRICA: BENEFICIOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES, 6., 1999. Turrialba. **Anales...** Turrialba: FAO-CATIE, 1999. p. 24-26.
- MUSCHLER, R. G. Component interactions. In: NAIR, P. R. (Ed.). **An introduction to agroforestry**. Dordrecht: Kluwer, 1993. p. 243-258.
- MUSCHLER, R. G. Shade improves coffee quality in a sub-optimal coffee zone of Costa Rica. **Agroforestry systems**, v. 85, p. 131-139, 2001.
- NEVES, C. M. N.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; MACEDO, R. L. G.; TOKURA, A. M. Estoque de carbono em sistemas agrossilvipastoril, pastagem e eucalipto sob cultivo convencional na Região Noroeste do Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 5, p. 1038-1046, 2004.
- NICODEMO, M. L.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; THIAGO, L. R. L.; GONTIJO NETO, M. M.; LAURA, V. A. **Sistemas silvipastoris: introdução de árvores na pecuária do centro-oeste brasileiro**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2004. (Documentos, 146)

- NORDER, L. A. C. Mercantilização da agricultura e desenvolvimento sustentável. In: SCHNEIDER, S. (Ed.). **A diversidade da agricultura familiar**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006. p. 57-81.
- OLIVEIRA, T. K. de; FURTADO, S. C.; ANDRADE, C. M. S.; FRANKE, L. L. **Sugestões para implementação de sistemas silvipastoris**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2003, 28 p. (Documentos, 84).
- OSTERROHT, M. Princípios filosóficos dos sistemas agroflorestais. **Agroecologia Hoje**, v. 3, n. 15, p. 4-19, 2002.
- PAGIOLA, S.; AGOSTINI, P.; GOBBI, J.; DE HAAN, C.; IBRAHIM, M.; MURGUEITIO, E.; RAMÍREZ, E.; ROSALES, M.; RUÍZ, J. P. **Paying for biodiversity conservation services**. In: Environment Department Papers. Washington: World Bank, 2004. 37 p. (Environmental and Economic Series, 96).
- PAIVA, R. F. da P. de S. **A valoração ambiental a partir da economia ecológica: um estudo de caso para a poluição hídrica e atmosférica na cidade de Volta Redonda/RJ**. 2010. 150 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, Campinas.
- PATTERSON, M. G. Ecological production based pricing of biosphere processes. **Ecological Economics**, v. 41, p. 457-478, 2002.
- PATTERSON, M. G. Commensuration and theories of value in ecological economics. **Ecological Economics**, v. 25, p. 105-125, 1998.
- PEARCE, D. W.; TURNER, R. K. **Economics of natural resources and environment**. Londres: Harvester Wheatsheaf, 1990.
- PENEIREIRO, F. M.; RODRIGUES, F. O.; LUDEWIGS, T.; MENEZES-FILHO, L.C.de L.; ALMEIDA, D. A. de; CRONKLETON, P.; SOUZA, A. D. de; SOUZA, R. P.; BRILHANTE, N. A.; GONCALO, E. N. Avaliação da sustentabilidade de sistemas agroflorestais no leste do Estado do Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3., 2000, Manaus. **Anais...** Manaus: Embrapa, 2000. p. 427-429.
- PENEIREIRO, F. M. Educação agroflorestal: construindo o conhecimento. In: SIMPÓSIO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2., 2004, Aracaju. **Anais...** Aracaju: CBSAF, 2004. p. 118-124.
- PERZ, S. G.; WALKER, R. Household life cycles and secondary forest cover among small farm colonists in the Amazon. **World Development**, v. 30, n. 6, p. 1009-1027, 2002.
- PILLON, C. N.; ROSA, C. M.; SANTOS, D. C.; FARIAS, M. O.; CRUZ, L. H. C.; KUNDE, R. J. Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Bioma Pampa. In: WORKSHOP INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NO BIOMA PAMPA, 2009, Pelotas. **Palestras...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 1 CD-ROM.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Sistema silvipastoril (grevílea + pastagem): uma proposição para aumento da produção do arenito caiuíá. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1.; ENCONTRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NOS PAÍSES DO MERCOSUL, 1., 1994, Porto Velho. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. v. 2. p. 291-298.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M. J. S.; NICODEMO, M. L. F. F.; DERETI, R. M. **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo**. Colombo: Embrapa Floresta, 2010.
- PORRO, R. **Alternativa agroflorestal na Amazônia em transformação**. Brasília, DF: Embrapa, 2009. 825 p.
- PUPO, N. I. H. **Manual de pastagens e forrageiras: formação, conservação e utilização**. Campinas: Instituto de Ensino Agrícola, 1995. p. 36-38.

- RADOMSKI, M., I. **Sistemas silvipastoris**: aspectos da pesquisa com eucalipto e grevilea nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil: dados eletrônicos. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. (Embrapa Florestas, 191).
- RIBASKI, J. **Influência da algaroba (*Prosopis juliflora* (SW.) DC.) sobre a disponibilidade e qualidade da forragem de capim-búfel (*Cenchrus ciliaris* L.) na região semi-árida brasileira**. 2000. 165 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- RIBASKI, J.; RAKOCEVIC, M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Avaliação de um sistema silvipastoril com eucalipto (*Corymbia citriodora*) e braquiária (*Brachiaria brizantha*) no Noroeste do Paraná. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 8., 2003, São Paulo. **Benefícios, produtos e serviços da floresta**: oportunidades e desafios do século XXI. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura: Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, 2003. 1 CD-ROM.
- RIBASKI, F.; DEDECEK, R. A.; MATTEI, V.; FLORES, C. A.; VARGAS, A. F. C.; RIBASKI, S. A. G. **Sistemas silvipastoris**: estratégias para o desenvolvimento rural sustentável para a metade sul do Estado do Rio Grande do Sul. Colombo: Embrapa Floresta, 2005. (Comunicado Técnico, 150)
- ROCHA, E. J. L. P.; THEODORO, S. H. **Fertilização organomineral para acelerar o desenvolvimento de agroflorestas sucessionais**. Brasília, DF: UNB, 2006. p. 231-250. (Cadernos do CEAM).
- RODRIGUES, V. G. S. **Arborização de café Robusta e implicações na formação de liteira e no estabelecimento de plantas companheiras**. Porto Velho, RO. Embrapa Rondônia, 2007. (Circular Técnica, 91).
- RODRIGUES, V. G. S. **Avaliação do desenvolvimento vegetativo de cafeeiros arborizados e a pleno sol**. Porto Velho, RO. Embrapa Rondônia, 2009. (Circular Técnica, 112).
- ROMEIRO, A. R. **Desenvolvimento sustentável e mudança institucional**: notas preliminares. Campinas: IE-Unicamp, 1999. 26 p. (Textos para discussões, 68).
- ROMEIRO, A. R. **Economia ou economia política da sustentabilidade?** Campinas: IE/UNICAMP, 2001. 28 p. (Textos para Discussão, 102).
- ROMEIRO, A. R. **Cultural and institutional constraints on ecological learning under uncertainty**. Instituto de Economia/ UNICAMP, 2002. (Texto para Discussão, 110).
- ROMERO-ALVARADO, Y.; SOTO PINTO, L.; GARCIA BARRIOS, L.; BARRERA-GAYTÁN, J. F. Coffee yields and soil nutrients under the shades of Inga sp. Vs. multiple species in Chiapas, México. **Agroforestry Systems**, Holland, v. 54, n. 3, p. 215-224, 2002.
- SANTIAGO, J. L. Sistemas agroflorestais tradicionais e a sustentabilidade social das comunidades ribeirinhas do Estado do Amazonas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 5., 2004, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Embrapa, 2004. p. 96-104.
- SEROA DA MOTTA, R.; RUITENBEEK, J.; HUBER, R. **Uso de instrumentos econômicos na gestão ambiental da América Latina e Caribe**: lições e recomendações. Rio de Janeiro: IPEA/DIPES, 1996. (Texto para Discussão, 440).
- SILVA, V. P. da. Sistema silvipastoril (grevilea) pastagem: uma proposição para o aumento produção no arenito Caiuá. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994, Porto Velho. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. v. 2. p. 291-297.
- SILVA, V. P. da. **Modificações microclimáticas em sistemas silvipastoris com *Grevillea robusta* A. Cunn. Ex R.Br. no noroeste do Estado do Paraná**. 1998. 128 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SILVA, J. L. S.; SAIBRO, J. C. Utilização e manejo de sistemas silvipastoris. In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS DE CORTE, 4., 1998, Canoas. **Anais...** Canoas: Ed. da ULBRA, 1998. p. 3-28.

SOARES ANDRADE, J. P. **A implantação do pagamento por serviços ecossistêmicos no território portal da Amazônia: uma análise econômico-ecológica.** 2007. 108 f. Dissertação (Mestrado em desenvolvimento econômico) – Universidade de Campinas, Instituto de Economia, Campinas.

STAVIER, C. Managing ground cover heterogeneity in coffee (*Coffea arabica* L.) under managed tree shade: from replicated plots to farmer practice. In: BUCK, L. E.; LASSOIE, J. P.; FERNANDES, E. C. M. (Ed.). **Agroforestry in sustainable agricultural systems.** Boca Raton: CRC, 1999. p. 67-96. (Advances in Agroecology).

THEODORO, S. H.; DUARTE, L. G.; VIANA, J. N. (Org.). **Agroecologia: um novo caminho para extensão rural sustentável.** Rio de Janeiro: Garamond, 2009. 236 p.

TÔSTO, S. G. **Sustentabilidade e valoração de serviços ecossistêmicos no espaço rural do Município de Araras, SP.** 2010. 217 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, Campinas.

UNFCCC. Framework Convention on Climate Change. **Report of the conference of the parties on its third session, held at Kyoto from 1 to 11 December 1997.** Kyoto: UNFCCC, 1998.

VALOIS, A. C. C. **Benefícios e estratégias de utilização sustentável da Amazônia.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 75 p.

VARELLA, A. C. **Uso de herbicidas e de pastejo para controle da vegetação nativa no ano do estabelecimento de três densidades de *Eucalyptus saligna* Smith.** 1997. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre.

VAZ DA SILVA, P. P. **Sistemas agroflorestais para recuperação de matas ciliares em Piracicaba, SP.** 2002. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Piracicaba.

VERGARA, N. T. Sistemas agroflorestais: una cartilla... **Unasylla**, v. 37, n. 147, 1985. Disponível em: <[http://www.fao.org/docrep/r1340s/r1340s05.htm#sistemas agroflorestais: una cartilla....](http://www.fao.org/docrep/r1340s/r1340s05.htm#sistemas%20agroflorestais%3A%20una%20cartilla....)>. Acesso em: 16 jun. 2003.

VIVAN, J. L. **Agricultura e florestas: princípios de uma interação vital.** Guaíba, RS: Agropecuária, 1998. 207 p.

WANDELLI, E. V.; FERNANDES, E.; SOUSA, S. G. A.; PERIN, R.; COSTA, J. R. Serviços ambientais e produtos de sistemas agroflorestais e da vegetação secundária no processo de recuperação de áreas degradadas na Amazônia Central. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 5., 2004. **Anais...** Curitiba: Embrapa, 2004. p. 172-174.

YANA, W.; WEINERT, H. **Técnicas de sistemas agroflorestais: multiestrato, manual práctico.** Sapecho, ME: Interinstitucional Alto Beni, 2001. 56 p.

YOUNG, A. **Agroforestry research, then and now: the evolution of research by the World Agroforestry Centre (formerly ICRAF).** Disponível em: <<http://www.uea.ac.uk/env/landresources/news-agroforestry-research.html>>. Acesso em: 12 maio 2003.

YOUNG, C. E. F.; FAUSTO, J. R. B. **Valoração de recursos naturais como instrumento de análise da expansão da fronteira agrícola na Amazônia.** Rio de Janeiro: IPEA, 1997. (Texto para discussão, 490).

Embrapa

Monitoramento por Satélite

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

G O V E R N O F E D E R A L
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA