

# Valoração de serviços ecossistêmicos em sistemas agroflorestais (SAF's)

## João A. Mangabeira

*Doutor em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente e Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite*  
manga@cnpm.embrapa.br



## Sérgio Gomes Tôsto

*Doutor em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente e Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite*  
tosto@cnpm.embrapa.br



## Ademar Ribeiro Romeiro

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



## Édson Luis Bolfe

*Engenheiro Florestal, Doutor em Geografia, Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite*  
bolfe@cnpm.embrapa.br



## Introdução

O presente artigo tem como objetivo mostrar, de forma sucinta, experiências com sistemas agroflorestais (SAF's) no Brasil, e inseri-los dentro da visão da Economia Ecológica, bem como, mostrar que metodologias complementares, baseadas em geotecnologias, são utilizadas para quantificação e qualificação das contribuições dos serviços ecossistêmicos prestados por esses sistemas. Tais contribuições, se exploradas de forma racional e freqüente pelos produtores rurais, pode levar a um melhor funcionamento de seus sistemas de produção, de forma racional e sustentável.

A metodologia empregada no levantamento das informações para este documento consistiu na busca e consultas às seguintes fontes: Anais do Congresso Brasileiro de sistemas agroflorestais; Pesquisa na internet; Rede informal de contatos; pesquisas na Embrapa Monitoramento por Satélite.

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, na vertente neoclássica que prioriza a precificação, não considerando as dimensões sociais e ambientais. Estes sistemas fornecem vários serviços, cuja quantificação e valoração requerem metodologias específicas, 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, pagamentos aos produtores pelos serviços ecossistêmicos prestados, entre outros.

### Sistemas agroflorestais (SAF's)

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).

### Serviços ecossistêmicos na visão da Economia Ecológica

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-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).

Diante disto, de acordo com os princípios da Economia Ecológica serão apresentados alguns serviços ecossistêmicos prestados pelos sistemas agroflorestais. 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);
- 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).

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 SAF's seria essencial para tornar o investimento economicamente viável. Nesse sentido, o governo teria papel chave para esse fim. Tais políticas teriam, no entanto que ser adequadas à realidade das diferentes regiões e tipo de produtor rural (i.e., pequeno ou grande) a que se destinassem (DIAS FILHO & FERREIRA, 2007).

### Valoração de serviços ecossistêmicos pela visão da Economia Ecológica

Há duas correntes de pensamento econômico que trata a questão da valoração dos serviços ecossistêmicos: a corrente "main-stream" neoclássica chamada Economia Ambiental (envi-

ronmental economics) e a corrente chamada de economia ecológica (ecological economics).

No que diz respeito à valoração monetária do meio ambiente, dos serviços ecossistêmicos, a economia ecológica difere da economia ambiental na medida em que parte de uma avaliação ecossistêmica mais cuidadosa, o que lhe permite discernir serviços ecossistêmicos que de outro modo passariam despercebidos. Em outras palavras, procura trabalhar com modelos ecológicos mais próximos possível da realidade ecológica complexa. No caso em questão, começando pela valoração sobre o 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).

### Experiências com sistemas agroflorestais pela Embrapa Monitoramento por Satélite

Atento com o que foi exposto acima, a Embrapa Monitoramento por Satélite vem desenvolvendo métodos de avaliação ecossistêmica que permitam melhor identificar e quantificar serviços ecossistêmicos, principalmente em sistemas agroflorestais, usando ferramentas geotecnológicas.

Pesquisa de Bolfe (2010) objetivou gerar modelos de estimativa de carbono estocado na biomassa epígea de SAF's da região de Tomé-Açu, PA, por meio da correlação entre variáveis espectrais e parâmetros biofísicos. Utilizou-se 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 a variabilidade observada nos SAF's, estes foram divididos em quatro classes (SAF 1, SAF 2, SAF 3 e SAF 4) para as quais estimou-se a biomassa epígea (106,51Mg.ha<sup>-1</sup>) e o estoque de carbono (47,93MgC.ha<sup>-1</sup>) médio e individualmente. Este mesmo estudo observou valores de biomassa crescente em função da elevação da biodiversidade dos sistemas avaliados, obtida em função do número de espécies encontradas, variando de 13,63Mg.ha<sup>-1</sup> para os sistemas classificados como SAF 1 (nove espécies observadas) a 268,75Mg.ha<sup>-1</sup> para o SAF 4 (quarenta espécies observadas). Os SAF's estudados demonstraram-se importantes acumuladores de carbono, podendo contribuir no processo de sequestro do CO<sup>2</sup>.

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, gerando mapas de carbono da região os quais poderão subsidiar o desenvolvimento rural sustentável. Outros trabalhos mostram a importância do uso de geotecnologias para espacializar serviços ecossistêmicos, possibilitando-se assim, uma gestão ambiental eficiente, bem como subsidiar programas de pagamento por serviços ecossistêmicos (Guillaumet et al., 2009).

Estas ferramentas de geotecnologias tem um vasto campo de aplicação pela frente considerando as possibilidades de complementação com 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 e recomendações.

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 beneficia-se destes serviços. A avaliação ecossistêmica cuidadosa mostra que nem todos os serviços podem ser mensurados monetariamente por falta de informações, deixando claro que na maioria das vezes a dimensão monetária do valor do meio ambiente em geral é subestimada. No entanto, a parte que é possível monetizar é suficiente para justificar políticas de pagamentos por serviços ecossistêmicos, as quais são muito importantes.

É necessário ter em mente que as mudanças de uso de solo no sentido da preservação ou de uso racional só acontecerão na medida em que os proprietários, como agentes econômicos e sociais, recebam e aceitem como adequado o pagamento dos serviços gerados. Muito embora os mecanismos de PSE e REDD até o momento são focalizados muito sobre os serviços ecossistêmicos localizados em "florestas naturais", buscando-se evitar o desmatamento, porém o grande

desafio que se coloca é o de incentivar e reconhecer a importância das práticas agroflorestais como preservadoras de serviços ecossistêmicos (Narloch *et al.*, 2011).

Em fim, os investimentos (capital, tempo e mão de obra) relativamente altos para implantação e manutenção de SAF'S, aliados a baixa taxa de retorno financeiro desses sistemas, nos primeiros anos após a implantação, seriam importantes barreiras econômicas que dificultariam a sua adoção, principalmente por produtores descapitalizados ou sem acesso a crédito (PAGIOLA *et al.* 2004). Necessitando, portanto, de crédito diferenciado ou do apoio de pagamento de serviços ambientais, sem esquecer que geralmente falta também acesso à mercado e transporte para escoamento da produção.

A partir das negociações do "Pós-Kyoto" prevê-se um novo acordo mundial sobre a redução dos Gases de Efeito Estufa após 2012. Vislumbra-se também, um cenário futuro positivo para as pesquisas em sistemas agrícolas de mitigação do aquecimento global, no qual será cada vez mais urgente o desenvolvimento de novas metodologias para a mensuração e valoração dos serviços ambientais, principalmente aquelas relacionadas a geotecnologias.

Por fim, refinamentos constantes nos modelos econômico-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

## Referência Bibliográficas

- 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).
- BOLFE, E. L.: Desenvolvimento de uma metodologia para a estimativa de biomassa e de carbono em sistemas agroflorestais por meio de imagens orbitais. *Tese doutorado*. Instituto de Geociências/Unicamp, Campinas, 2010.
- 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.
- 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.
- DIAS FILHO, M. B.; FERREIRA, J.N. Barreiras à adoção de sistemas silvipastoris no Brasil. In: Fernandes, E. N.; Pacuillo, 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
- FASSBENDER, H.W. Aspectos edafoclimáticos de los sistemas de producción agroforestales. Turrialba, CATIE, 1982. 109p.

- GUHARAY, F.; MONTERROSO, D.; STAYER, C. El diseño y manejo de la sombra para la supresión de plagas en cafetales de América Central. *Agroforesteria en las Américas*, Turrialba, v. 8, n. 29, p. 22-27, 2001.
- Guillaumet J.L ; Laques A.E., Lena P ; de Robert P. La spatialisation de la biodiversité - Pour la gestion durable des territoires. Paris: Ird. (2009 ).
- HADFIELD, W. Critical studies of the shade problem in tea. *Two and a Bud*, 10 (4): 9-15, 1963.
- 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/](http://www.worldagroforestrycentre.org/)>. Acesso em: 16 jun. 2003
- 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 CAFEIRAS, 21., 1995, Caxambu, MG. *Anais...* Rio de Janeiro: MARA/PROCAFE, 1995. p. 55-60. Parte 2.
- Narloch et al. 2011. Payments for agrobiodiversity conservation services for sustained on-farm utilization of plant and animal genetic resources. *Ecological Economics* 70 : 1837-1845
- 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. 37p. (World Bank. Environmental and Economic Series, 96).
- ROMEIRO, A.R. Cultural and institutional constrains on ecological learning under uncertainty. Texto para Discussão, Instituto de Economia/ UNICAMP, nº 110, agosto. 2002.
- 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.
- VERGARA, N. T. Sistemas agroflorestales: una cartilla... *Unasyva*, v. 37, n.147, 1985. [on line] Disponível em: <[http://www.fao.org/docrep/r1340s/r1340s05.htm#sistemas agroforestales:una\\_cartilla....](http://www.fao.org/docrep/r1340s/r1340s05.htm#sistemas_agroforestales:una_cartilla....)>. Acesso em 16 jun. 2010.