

## VALORAÇÃO ECOLÓGICA DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

RONCON, T.J.<sup>1</sup>; ORTEGA, E.<sup>2</sup>; MARGARIDO, L.A.C.<sup>1</sup> e BESKOW, P.R.<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>UFSCar/CCA/DTAISER, [thiagorcon@hotmail.com](mailto:thiagorcon@hotmail.com); <sup>2</sup>UNICAMP/FEA/LEIA

### Resumo

Este trabalho objetiva estimar o valor ecológico de Áreas de Preservação Permanente do Bioma Mata Atlântica. A avaliação dos serviços ecossistêmicos de APP foi feita com base na metodologia descrita por De Groot (1992) e a valoração com base na metodologia emergética descrita por Odum (1996, 2000), Tilley (1999), Cohen (2003) e Coelho et al. (2003). Foi estimado um valor anual dos serviços ecossistêmicos em Em\$ 35E9 ha/ano (E9 = bilhão) para o fragmento de 7 anos, Em\$ 39E9 ha/ano para o fragmento de 25 anos, Em\$ 63E9 ha/ano para o fragmento de 75 anos e Em\$ 82E9 ha/ano para o fragmento de 200 anos de sucessão natural. A análise emergética é um método que pode ser utilizado na valoração ecológica de APP e fornecer uma referência da dimensão do valor econômico do trabalho realizado por APP. As cifras apontam a relevância da consideração dessa referência no processo de formulação de Políticas Públicas e tomadas de decisão.

**Palavras-chave:** Avaliação emergética, serviços ecossistêmicos, Código Florestal.

### Introdução

A Agroecologia, em seus diferentes enfoques, valoriza os ecossistemas naturais (e por extensão, os serviços ecossistêmicos) por se tratar da base de todo processo de produção que, prioritariamente, tem uma base energética renovável local, manejando o agroecossistema em função da recuperação e manutenção destes recursos, otimizando a sustentabilidade da sua produção. No Brasil um agroecossistema é composto por áreas de habitação, cultivo e preservação ambiental, que segundo o Código Florestal – CF (1965) pode ser uma preservação de forma parcial, no caso da Reserva Legal (RL), e/ou integral, no caso das Áreas de Preservação Permanente (APP); os limites destas áreas destinadas à preservação parcial ou integral estão definidos no CF que estabelece critérios a esse respeito. Os benefícios proporcionados pelos ecossistemas naturais estão vinculados à capacidade dos seus componentes e processos em fornecer “bens e serviços ecossistêmicos” para satisfazer, direta ou indiretamente, as necessidades humanas. Existem funções de Regulação, Produção, Suporte e Informação (de GROOT, 1992). Estas funções podem ser relacionadas com as estruturas e processos dos ecossistemas naturais.

A legislação (CF) reconhece a importância das APPs nas funções de preservação dos recursos hídricos, da paisagem e a estabilidade geológica, da manutenção da biodiversidade e do fluxo gênico da fauna e da flora, da proteção do solo, além de assegurar o bem estar das populações humanas. A eliminação de florestas para sua conversão em áreas agrícolas representa um tipo de modificação extensiva que pode alterar os ecossistemas e reduzir sua capacidade de prover uma ampla variedade de serviços ecossistêmicos (POST, 2007).

A valoração ecológica dos ecossistemas naturais reconhece o trabalho da natureza na conversão e manutenção da energia no ecossistema e o valor econômico desse trabalho para os agricultores. Políticas Públicas mal fundamentadas ameaçam a preservação dos recursos naturais; como é o caso da proposta de alteração do CF, que possibilita uma maior conversão de áreas naturais (florestas) em áreas agrícolas, principalmente as áreas destinadas por Lei à preservação para assegurar a dinâmica dos ciclos biogeoquímicos e o bem-estar das populações silvestres e humanas.

Um tema de frequente discussão na literatura da Economia Ecológica é a necessidade de métodos de valoração, para os recursos naturais, que sejam mais biofísicos ou biocêntricos, para gerar um contraponto em relação àqueles mais antropocêntricos, os quais são empregados nas avaliações da vertente Neoclássica da Economia (PATTERSON, 2002). A

# 1º FÓRUM PAULISTA DE AGROECOLOGIA

Avaliação Emergética (ODUM, 1996 - 2000) aplicada pode atender essa necessidade, pois mede todas as contribuições (moeda, massa, energia e informação) em termos de energia agregada equivalente (emergia). Para tal, faz uso da Teoria de Sistemas, da Termodinâmica, da Biologia e de novos princípios do funcionamento de sistemas abertos que estão sendo propostos por uma rede internacional de pesquisadores.

Este trabalho objetiva valorar, apoiado na Ecologia de Sistemas com base nos fluxos e estoques de massa e energia renovável, as Áreas de Preservação Permanente do Bioma Mata Atlântica, para que estes dados possam fundamentar Políticas Públicas e tomadas de decisão a favor da recuperação e manutenção destas áreas.

## Metodologia

Foram estudados, em duas propriedades rurais, quatro fragmentos florestais (floresta estacional semidecidual) remanescentes da Serra da Mantiqueira localizados em APP, em diferentes estágios (07 anos com 2ha, 25 anos com 3ha, 75 anos com 3ha no Sítio Duas Cachoeiras-SDC, Amparo-SP, e 200 anos com 15ha na Fazenda das Palmeiras-FP, Itapira-SP) de sucessão natural secundária, segundo o DAP da vegetação e dados fornecidos pelos proprietários. Cada fragmento foi definido como um sistema e a dimensão trabalhada nos cálculos se referem a um hectare de cada fragmento. A coleta de dados primários foi pontual e relativa ao verão (12/2009 - 02/2010). São considerados como fluxos de entrada: a energia do sol, da chuva e do vento, os primeiros foram obtidos com o CRESESB (Centro de Referência das Energias Solar e Eólica) e a pluviosidade do sistema foi fornecida pelo proprietário do SDC referente à última média anual (2009-2010) e foi considerada para a FP. Foram considerados como estoques: o valor mássico da fertilidade do solo, a energia da estrutura física do solo, a energia da biomassa microbiana do solo, a energia da biomassa verde (Produtividade Primária Líquida - PPL), a energia da estrutura da biomassa verde (Produtividade Primária Bruta - PPB) e a riqueza de espécies vegetais. As análises físicas e de fertilidade solo (perfil de 0,0-0,05m, 0,05-0,1m, 0,1-0,2m e de 0,2m-0,4m) e microbiológicas do solo (perfil de 0,0-0,1m) foram realizadas pelos Laboratórios do CCA-UFSCar. O levantamento da riqueza vegetal dos fragmentos foi feito em campo, com a contagem de espécies diferentes, com base nas diferenças morfológicas dos exemplares coletados; a PPL, PPB e Respiração Total (RT) foram estimadas com base no levantamento da biomassa vegetal total dos fragmentos e dados de Malhi et al. (1999).

Foram considerados como fluxos de saída: a energia da percolação de água, a energia do escoamento total (superficial + sub-superficial + escoamento de base) e a energia da evapotranspiração, o afloramento de água nas nascentes e a energia da RT, os fluxos de água foram estimados com base na pluviosidade, medição "in loco" e nas referências de Tonhasca Jr. (2005) e Garcia et al. (2006). Os dados de estoque e fluxos foram convertidos em massa (g/ha) ou energia (J/ha) para posterior avaliação emergética.

A tradução de "bens e serviços ecossistêmicos" em estruturas e componentes (estoques) da APP e como processos (fluxos) em APP permitiram a valoração dos fragmentos de APP. Esta correlação está relacionada com a primeira etapa da metodologia descrita por De Groot (1992), onde as 37 funções do ecossistema natural foram descritas e analisadas. A valoração das APPs foi feita com base na metodologia emergética proposta por Odum (1996 - 2000), Tilley (1999) e Cohen (2003), e o valor da relação energia/dinheiro (Emdólar - Em\$) empregado foi estimado neste estudo para o ano de 2010, a partir de dados de Coelho et al. (2003) que contabiliza a proporção entre a energia investida por um país, dada em energia solar, para gerar um dólar do Produto Nacional Bruto (PNB). O uso dos fatores de transformação de energia ("transformidades") permite converter as unidades dos fluxos de energia e materiais (insumos) utilizados por um sistema na geração de um recurso (produto), para emergia solar. As unidades da emergia solar são Joules de energia solar equivalente (sej). Depois dessa operação todos os fluxos estarão expressos na mesma unidade. Ter os fluxos de insumos na mesma base (sej) permite somar fluxos, calcular razões, comparar a emergia consumida com a energia produzida.

## Resultados e Discussão

# 1º FÓRUM PAULISTA DE AGROECOLOGIA

Os resultados apresentados são preliminares, frutos da dissertação de mestrado que está em desenvolvimento no Programa de Pós-graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural da UFSCar com apoio do Laboratório de Engenharia Ecológica da UNICAMP. Após a análise dos dados, entende-se que os valores atribuídos às APPs se referem às funções do ecossistema que são decorrentes da dinâmica entre as estruturas, componentes e processos do ecossistema. O diagrama (Figura 01) ilustra o funcionamento e as inter-relações entre essas estruturas, componentes e processos estudados em APP, de acordo com a dinâmica de um ecossistema florestal.

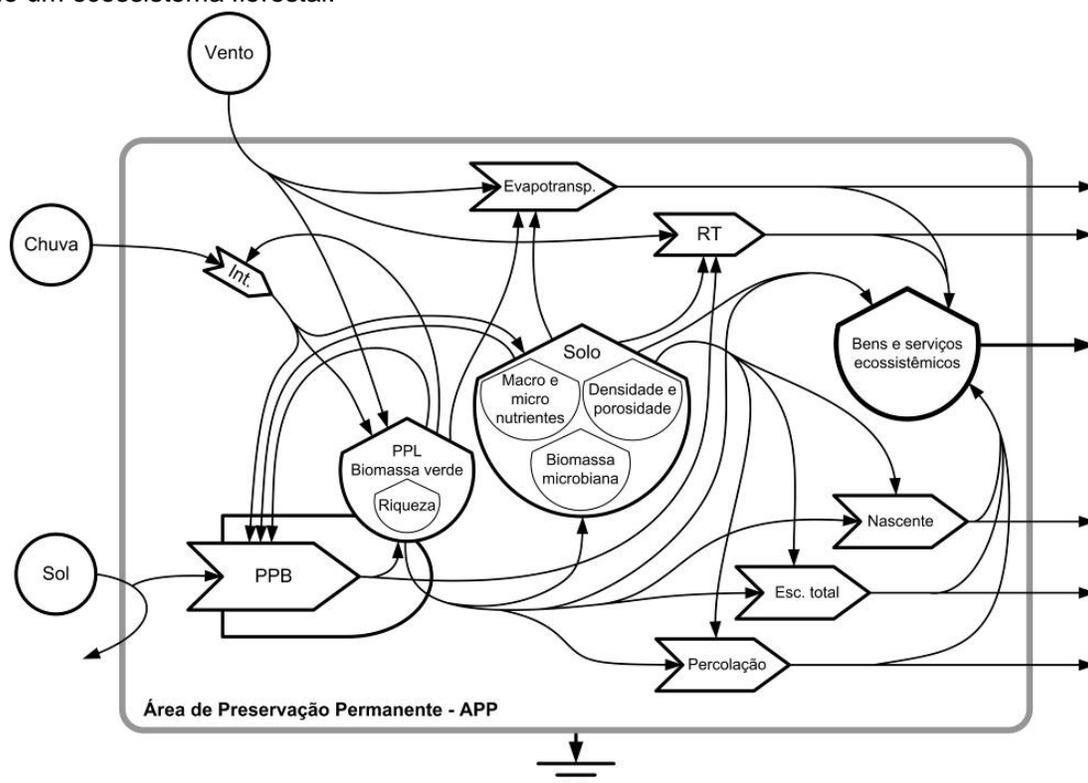


FIGURA 01 – Diagrama que ilustra as relações entre as estruturas, componentes e processos estudados em Áreas de Preservação Permanente – APP.

Costanza et al. (1997) utilizando metodologias da Economia Neoclássica, valorou 17 serviços ambientais em biomas em todo o globo, chegando a um valor médio de US\$ 33E12 (E12 = trilhão) por ano e, apesar de sua importância, o trabalho não ofereceu estimativas sob um ponto de vista biocêntrico.

O valor do Em\$ estimado representa a relação de 2,89E12 sej (energia solar equivalente) para cada dólar americano. A avaliação emergética das estruturas, componentes e processos de cada fragmento permitiu estimar o valor dos serviços ecossistêmicos do bioma Mata Atlântica em Em\$ 35E9 ha/ano (E9 = bilhão) para o fragmento de 7 anos, Em\$ 39E9 ha/ano para o fragmento de 25 anos, Em\$ 63E9 ha/ano para o fragmento de 75 anos e Em\$ 82E9 ha/ano para o fragmento de 200 anos de sucessão secundária natural e o investimento energético nessas áreas é representado nos fluxos de energia do Sol, da Chuva e do Vento, que juntos somam um valor estimado, na mesma relação, de Em\$ 5,7E6 ha/ano (E6 = milhão), este investimento representa 0,0091% do valor dos estoques nessas áreas em 75 anos, com uma eficiência do processo interno de 99,99%, utilizando 100% de energia renovável, estes valores se referem, principalmente, aos serviços de manutenção da diversidade de espécies vegetais que as áreas de preservação (parcial ou integral) oferecem.

Segundo Tonhasca Jr. (2005), a Mata Atlântica representa aproximadamente 12% do território nacional (111018200 ha) que, se subestimado como o fragmento de 200 anos estudado, representa um valor de Em\$ 9,1E18 ha/ano (E18 = quintilhão); hoje restam

# 1º FÓRUM PAULISTA DE AGROECOLOGIA

menos de 10% da floresta original (TONHASCA JR., 2005), que nessa lógica representaria um valor de Em\$ 911E15 ha/ano (E15 = quadrilhão); o que significa que já perdemos Em\$ 8,2E18 ha/ano devido à conversão de áreas naturais, patrimônio natural que é de direito e de igual usufruto de toda a população humana, em áreas de habitação e produção ou cultivo que geram bens e serviços (comercializados via mercado) com margens de lucro administradas segundo interesses particulares de uma pequena parcela desta mesma população. Como os componentes do reino animal e as funções de informação não foram incluídos nesta avaliação preliminar, o valor do hectare está subestimado e a inclusão destes componentes na avaliação e valoração pode elevar esses valores, ressaltando ainda mais sua importância.

## Conclusão

A avaliação emergética é um método que pode ser utilizado para uma valoração ecológica de recursos naturais sob um ponto de vista biocêntrico, oferecendo o contraponto necessário para discutir a tomada de decisão que ameaçar estas APPs. Os valores apresentados, devido a sua grandeza, merecem atenção e reflexão por parte dos agricultores, representantes eleitos e sociedade civil, para que a importância destas áreas seja levada em consideração no processo de tomada de decisão e formulação de Políticas Públicas, já que o valor de perda por hectare desflorestado de APP alcança a casa dos bilhões de dólares.

## Agradecimentos

Agradecemos ao Sr. Guaraci e ao Sr. Aluízio por apoiar o estudo dos fragmentos nas propriedades, a UFSCar e a UNICAMP por fornecerem a infra-estrutura e o apoio científico e a CAPES por conceder a bolsa de estudos.

## Referências

- BRASIL. Lei nº 4.771/65, de 15 de setembro de 1965, já alterada pela Lei nº 7.803 de 18 de julho de 1989, que institui o Novo Código Florestal. In: DEPRN. Setor de Legislação (Comp.) **Coletânea Básica de Legislação**. São Paulo, 2002.
- COELHO, O. ORTEGA, E.; E COMAR, V. Balanço de Energia do Brasil (Dados de 1996, 1989 e 1981). In: Engenharia Ecológica e Agricultura Sustentável (Ecological Engineering and Sustainable Agriculture). Organizador: Enrique Ortega, 2003.
- COHEN, M. J. Dynamic Emergy Simulation of Soil Genesis and Techniques for Estimating Transformity Confidence Envelopes. **Emergy Synthesis 2: Theory and applications of the emergy methodology**. Proceedings of the 2nd biennial emergy conference held at Gainesville, FL September 2001. The Center for Environmental Policy, University of Florida, Gainesville. Cap. 26, 2003. 355-369 p.
- COSTANZA, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, 1997. 253-260 p.
- DE GROOT, R.S. **Functions of Nature**. Amsterdam, Wolters-Noordhoff, 1992. 315p.
- GARCIA, G. J., GAMERO, H.G., GARCIA, L. B. R., VETTORAZZI, C. A., KRÖENERT, R., VOLK, M., LAUCH, A.; MEYER, B. Impacto do uso da terra na erosão do solo e no balanço e qualidade de água na bacia do Rio Corumbataí, SP. **Holos Environment** V.6 number 2, 2006. 118-136 p.
- MALHI, Y., BALDOCCHI, D.D., JARVIS, P.G. The carbon balance of tropical, temperate and boreal forests. **Plant, Cell and Environment**, V.22, 1999. 715-740 p.
- ODUM, H.T. Emergy Accounting. Environmental Engineering Sciences. University of Florida, Gainesville, Florida, USA. April 2000. <http://dieoff.org/page232.pdf>
- ODUM, H.T. Environmental accounting, emergy and decision making. New York: John Wiley & Sons. 1996. 370 p.
- PATTERSON, M.G. Ecological production based pricing of biosphere process. **Ecological Economics** V.41, 2002. 457-478 p.
- POST – Parliamentary Office of Science and Technology. Ecosystem Services. Post Note, n. 281. Disponível em: <[HTTP://www.parliament.uk/documents/upload/postpn281.pdf](http://www.parliament.uk/documents/upload/postpn281.pdf)>.
- TILLEY, D.R. Emergy Basis of Forest Systems. PhD Dissertation. University of Florida, 1999. 310 p.
- TONHASCA JR., A. **Ecologia e história natural da mata atlântica**. Rio de Janeiro: Interciência, 2005. 197 p.