

**I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL**  
02 e 03 de Outubro de 2009 – Universidade Federal de Viçosa – Viçosa/MG

**Aplicação da Análise Emergética para Avaliação da Sustentabilidade de  
Sistemas de Produção de Leite**

Elizabeth Nogueira Fernandes<sup>1</sup>, Ana Caroline Silva Nogueira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Engenheira Florestal da Embrapa Gado de Leite; e-mail: bethn@terra.com.br; nogueira@cnpq.embrapa.br

<sup>2</sup>Estudante de graduação em Ciências Econômicas do Instituto Vianna Jr; e-mail: anacarol.nogueira@yahoo.com.br

**Resumo:** O atual trabalho debate o uso da Análise Emergética (AE) para avaliar a sustentabilidade de dois sistemas de produção de leite, sendo um orgânico e outro convencional. Foram avaliados os aspectos ambientais, econômicos e sociais de duas propriedades rurais de produção de leite. Os índices emergéticos utilizados foram: Transformidade (Tr), Renovabilidade (%R), Taxa de Rendimento Emergético (EYR), Taxa de Investimento de Energia (EIR) e Taxa de Intercâmbio de Energia (EER). Foram também calculados alguns índices sociais, como trabalhadores por hectare, pessoas empregadas por hectare e custo do empregado por hectare, bem como a rentabilidade econômica dos sistemas de produção. O estudo concluiu que, para as propriedades analisadas, a melhor relação custo/benefício econômica, social e ambiental foi obtida no sistema que adota o manejo orgânico de produção.

**Palavras-chave:** análise emergética, leite, sustentabilidade agrícola

**Application of emergetic analisys for evaluation of environmental systems of  
milk production**

**Abstract:** This paper discusses the use of Emergética Analysis (EA) to assess the sustainability of both systems of production of milk, one organic and one conventional. We evaluated the environmental, economic and social of the two farms for milk production. The indices used were emergéticos: Transform (Tr), Renewability (% R), rate of return Emergético (EYR), Investment Energia rate (EIR) and Energia Exchange Rate (EER). We also calculated some social indicators, such as workers per hectare, people employed per hectare and cost of employee per hectare and the economic profitability of production systems. The study concluded that for the properties analyzed, the best cost / benefit economic, social and environmental system that was adopted in the management of organic production.

**Key Words:** analysis emergética, milk, agricultural sustainability

**Introdução**

Nos últimos anos foi possível observar que a agricultura tem se desenvolvido baseada fortemente na utilização intensiva de máquinas agrícolas e insumos químicos, tais como herbicidas e fertilizantes, e tecnologias para elevar a produção, o que está gerando uma exaustão dos recursos naturais devido ao seu uso indevido. O modelo de desenvolvimento baseado no uso intensivo de energia, que está diretamente relacionada com a apropriação de recursos naturais, com conseqüentes impactos, diretos e indiretos,

sobre o meio ambiente tornou-se uma preocupação de caráter mundial. Um ambiente equilibrado é condição primordial para a manutenção da sociedade humana, principal agente responsável pelo grau de sua alteração (Russel, 1987).

A partir desse contexto de degradação ambiental deu-se origem ao desenvolvimento sustentável que surgiu quando se notou que tal degradação está relacionada diretamente com a queda de qualidade de vida e que esses problemas afetam toda a população, despertando a consciência da sociedade a respeito da importância de produtos mais saudáveis aliado a uma maior proteção do meio ambiente e da necessidade de políticas públicas e privadas que implementem um consumo e desenvolvimento sustentável.

Com a precisão de mudança no processo de produção, desenvolveu-se a metodologia emergética, que segundo Ortega (2002), os índices de energia permitem comparar as contribuições da natureza e da economia na composição do produto e medir, entre outros parâmetros, o impacto ambiental, a sustentabilidade e a capacidade de carga do sistema que será avaliado. A energia, escrita com “m”, é toda a energia consumida durante o processo de obtenção de qualquer recurso natural, matéria prima, bem industrial ou informação, ou seja, é toda energia necessária para produzir um certo produto. A energia solar de um produto é toda a energia do produto expressa em energia solar necessária para produzi-lo, ou seja, a contabilidade de todos os recursos naturais (água, sol, chuva, vento, marés, solo, entre outros.) e os recursos econômicos (insumos agrícolas, produtos químicos, equipamentos industriais, máquinas agrícolas, mão-de-obra). Sua unidade de medida é joule de energia solar, denominada como emjoule e abreviado sej (Odum, 1996).

Segundo Odum (1996), “Emergia denota memória da energia demandada para obtenção de um produto ou serviço”. A emergia está diretamente associada à fonte primária de energia que é o sol, sendo denominada Emergia Solar.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi utilizar os índices emergéticos como instrumento de avaliação comparativa entre os sistemas de produção convencional e orgânico de leite, oferecendo ferramentas e procedimentos para a gestão sustentável da pecuária, visando à otimização dos recursos naturais, bem como fornecer subsídios para a elaboração de políticas públicas para o setor agropecuário, tendo como marco de referência para formular e avaliar as informações de tais sistemas o Desenvolvimento Sustentável.

### **Material e Métodos**

Com a finalidade de obter resultados consistentes e atingir-se o objetivo do trabalho foram selecionados dois estabelecimentos rurais de produção de leite do Brasil, sendo um representativo dos sistemas que adotam o manejo convencional (SC) e o outro, representativo dos que adotam o manejo orgânico (SO). O SC situa-se em Coronel Pacheco, Minas Gerais, e comercializa apenas leite *in natura*, enquanto que o SO situa-se no município de Serra Negra, São Paulo e apresenta maior diversidade de renda, incluindo a comercialização de frutas e verduras, além do leite e seus derivados, que são beneficiados no próprio local, como na maioria dos sistemas orgânicos.

A partir de visitas às unidades de produção pecuária foram feitos levantamentos de dados através de entrevistas com os proprietários ou dirigentes das propriedades realizadas, respectivamente, com a elaboração de um questionário estruturado sob a forma de um roteiro de questões dirigidas, para que aspectos previamente definidos e importantes não fossem esquecidos, servindo como um guia de caráter dinâmico.

As principais informações levantadas foram: os recursos naturais envolvidos; produção por hectare dos produtos das propriedades; insumos aplicados anualmente aos sistemas produtivos estudados incluindo mão-de-obra, serviços terceirizados,

maquinários, combustíveis, corretivos, adubos e defensivos; bens e serviços pagos anualmente para manutenção; avaliação do preço de mercado dos bens móveis e imóveis usados pelas unidades de produção em estudo; fluxos econômicos financeiros anuais dos bens e serviços adquiridos e da receita das unidades de produção estudadas. Também os serviços públicos (impostos), serviços privados (taxas) e subsídios (se houver). A metodologia demonstra ser muito útil, pois permite que fatores de interação econômica e ambiental sejam incorporados na análise.

De posse destes dados será possível elaborar o diagrama ecossistêmico de cada propriedade estudada e obter informações relevantes aos seguintes índices emergéticos: Transformidade (Tr), Renovabilidade (%R), Razão de Rendimento Emergético Líquido (EYR), Razão de Investimento de Emergia (EIR) e Razão de Intercâmbio de Emergia (EER), objetivando garantir um consistente resultado e uma correta observação dos fluxos dos processos. O resultado desses índices é que estabelecerão regulamentos para a proteção ambiental, os quais permitirão a sustentabilidade sócio-econômico dos sistemas rurais de produção de leite.

### Resultados e Discussão

Após a concretização dos estudos, com base nas informações obtidas, pode-se verificar na tabela 1, que a propriedade SO, que emprega o sistema orgânico, apresentou melhores índices emergéticos tendo maior contribuição da natureza em comparação aos recursos provenientes da economia. A diversificação da produção e a reciclagem interna de nutrientes do SO foram os fatores que mais contribuíram para uma diminuição de recursos vindos da economia, favorecendo, assim, o bom índice de renovabilidade alcançado.

No que diz respeito à sustentabilidade, a propriedade SC, que emprega o sistema convencional, mostrou-se inviável, pois apresentou baixos índices de emergia, utilizando mais dos recursos provenientes da economia.

O melhor desempenho apresentado pelo sistema orgânico com relação aos indicadores emergéticos, também pode ser observado com relação aos indicadores sociais. Além disto, o SO apresentou rentabilidade de 88%, confirmando, desta forma, sua viabilidade ecológica, social e econômica.

Tabela 1 – Indicadores emergéticos, econômicos e sociais dos sistemas convencional e orgânico de produção de leite

Indicadores	Sistemas de produção		Unidades
	Orgânico	Convencional	
<b>Emergéticos:</b>			
Transformidade (Tr)	3.536.822	2.129.362	sej/J
Taxa de Rendimento (EYR)	2,19	1,51	adimensional
Taxa de Investimento (EIR)	0,84	1,94	adimensional
Renovabilidade (%R)	54,34	33,96	%
Intercâmbio Emergético (EER)	2,03	7,28	adimensional
<b>Econômicos e Sociais:</b>			
Rentabilidade Econômica	0,88	0,10	adimensional
Trabalhadores/ha	0,04	0,03	peçoas/ha
Pessoas empregadas/ha	0,08	0,03	peçoas/ha
Custo empregado/ha.ano	2,31	72,00	RS/ha.ano

A partir dos resultados obtidos conclui-se que o sistema orgânico apresentou maior rendimento líquido em termos de contribuição dos recursos naturais na formação

do produto, em relação à contribuição dos recursos provenientes da economia. Já a taxa de investimento no sistema orgânico foi menor (0,84), uma vez que os recursos naturais representam menor impacto no custo de produção, ou seja, demonstrando menor impacto ambiental direto no sistema orgânico de leite.

Na execução do trabalho ficou claro que é necessário um esforço para melhorar e adequar a metodologia emergética às circunstâncias locais no Brasil, onde não há dados de uso de energia na agricultura, somente dados monetários, porém, demonstrando ser uma importante ferramenta de informação aos produtores. Os projetos agroecológicos merecem uma análise diferenciada devido a sua complexidade e porque aproveitam os serviços, considerados gratuitos, da biodiversidade e o trabalho familiar. Os modelos disponíveis na literatura científica de origem norte-americana e europeia correspondem a uma agricultura convencional excessivamente simples e diferem muito no seu funcionamento dos sistemas orgânicos ou agroecológicos. Nos projetos agrícolas de tipo ecológico, sejam eles novos ou tradicionais, a biodiversidade tem um papel importante no fornecimento de materiais e serviços para a produção rural.

#### **Literatura Citada**

- ODUM, H.T. **Environmental Accounting: Energy and Decision Making**. New York, John Wiley, 1996. 370p.
- ORTEGA, E. 2002. **Engenharia ecológica: conceitos básicos e importância do trabalho de H.T. Odum**. In Engenharia ecológica e agricultura sustentável: usando a metodologia energética-ecossistêmica. Campinas, SP.
- RUSSEL, C. E. 1987. **Plantation Forestry**. In Jordan, C. F. (ed) **Amazonian Rain Forests**: New York, Springer-Verlag. 138 p.