

# AVALIAÇÃO EMERGÉTICA DO SISTEMA DE PRODUÇÃO INTEGRADO DE GRÃOS, SUÍNOS E PEIXES EM SANTA CATARINA: SEUS SUBSISTEMAS E A INTENSIFICAÇÃO DA SUÍNOCULTURA\*

*Emergy Assessment Of An Integrated Production System Of Grains, Pig And Fish In Santa Catarina State: Its Subsystems And The Intensification Of Pig Production*

Otávio Cavalett<sup>1</sup>; Júlio Ferraz de Queiroz<sup>2</sup>; Enrique Ortega<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Unicamp - Faculdade de Engenharia de Alimentos - Laboratório de Engenharia Ecológica, CP 6121, CEP 13083-970, Campinas, SP - otavio@fea.unicamp.br

<sup>2</sup>Embrapa Meio Ambiente (CNPMA) - Rodovia SP 340, Km 127.5, CEP 13820-000, Jaguariúna, SP

## RESUMO

Nesta avaliação emergética calculou-se os indicadores de transformidade solar (Tr), renovabilidade (%R), relação do rendimento de emergia (EYR), índice de investimento de emergia (EIR), relação de carga ambiental (ELR) e a relação de troca de emergia (EER) para avaliar os aspectos ambientais do sistema de produção integrado de grãos, suínos e peixes (SPIGSP) em pequenas propriedades rurais do estado de Santa Catarina. Estes resultados foram comparados com os obtidos para os subsistemas (grãos, suínos e peixes) que compõe o sistema integrado trabalhando de forma independente. Além disso, foi calculado como os indicadores emergéticos do SPIGSP são alterados com intensificação da suinocultura.

**Palavras-chave:** Ecologia, Emergia, Sustentabilidade, Co-produção.

## ABSTRACT

In this emergy assessment, we calculated emergy indicators of solar transformity (Tr), renewability (%R), emergy yield ratio (EYR), emergy investment ratio (EIR), environmental loading ratio (ELR) and emergy exchange ratio (EER) to evaluate environmental aspects of integrated production systems of grains, pig and fish (IPSGPF) in small farms of Santa Catarina State, Brazil. Results were compared to those obtained in the subsystems (grains, pig and fish), that make part of the integrated system, however, working independently. Furthermore, changes in the emergy indicators, with the intensification of swine production, was also assessed.

**Keywords:** Ecology, Emergy, Sustainability, Co-production

## INTRODUÇÃO

A região oeste do estado de Santa Catarina caracteriza-se por uma grande agro-industrialização, baseada em pequenas unidades de produção familiar. Nas últimas três décadas, os sistemas de criação de suínos vêm se intensificando para atender os interesses das agroindústrias. Em face disto, a principal motivação deste trabalho foi aplicar a metodologia emergética (ME) para avaliar os aspectos ambientais destas unidades de produção. A ME usa bases termodinâmicas para avaliar o custo energético (energia solar incorporada) das diversas formas dos recursos produtivos (energia, materiais e serviços) para convertê-las a uma mesma base, a emergia solar.

---

\* Trabalho realizado com o apoio financeiro do CNPq.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A ME utiliza a visão da ecologia sistemas que permite que fatores de interação entre a economia e o ambiente sejam incorporados na análise. O método geral para aplicação da metodologia emergética foi desenvolvido por Odum (1996). A ME é dividida em três principais etapas. O primeiro passo é desenhar o diagrama de fluxos de energia para reconhecer os principais elementos do sistema. Na segunda etapa monta-se a tabela de avaliação de energia e na terceira etapa obtêm-se e interpreta-se os indicadores emergéticos. De acordo com Odum (1996) a  $Tr$  é calculada dividindo-se a energia total pela energia contida nos produtos. A  $\%R$  é calculada como a porcentagem da energia dos recursos renováveis em relação a energia total. O EYR é obtido dividindo-se a energia total do sistema pela energia dos recursos da economia. O EIR é calculado dividindo-se a energia dos recursos comprados da economia pela energia dos recursos da natureza. O ELR é obtido dividindo-se a energia dos recursos não renováveis da natureza mais os recursos da economia pela energia dos recursos renováveis. O EER é definido como a energia entregue dividida pela energia recebida na forma de dinheiro.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Primeiramente, foram quantificados todos os fluxos de entrada e saída bem como todos os fluxos internos que fazem parte do sistema avaliado. A Figura 1 mostra o diagrama sistêmico de um sistema integrado típico. Nesta figura, estão mostrados os valores de todos os fluxos para um sistema integrado que mantém 15 suínos/ha. Como todos os fluxos estão expressos em unidades equivalentes (sej/ha/ano) é possível agrupá-los de acordo com a sua origem em: Renováveis locais; Não renováveis locais; Materiais e Serviços. Assim, é possível calcular os indicadores emergéticos dos sistemas, os quais estão mostrados na Tabela 1. A metodologia tradicional proposta por Odum, (1996) não é o método mais indicado para o cálculo da transformidade de sistemas integrados com vários co-produtos, uma vez que os resultados obtidos não estão correspondem com a literatura e o bom senso. A metodologia indicada para o cálculo da transformidade segue a proposta de Bastanoni and Marchettini (2000) para avaliar sistemas com co-produção. Foram calculados também os indicadores emergéticos de cada subsistema (grãos, suínos e peixes) em separado. Isto foi feito porque acreditamos que este é o método mais

apropriado para apreciação dos indicadores emergéticos de um sistema com co-produção e, quando é necessário saber os indicadores para cada um dos produtos em separado. Os resultados da Tabela 1, indicam quantitativamente que o SPIGSP apresenta melhor eficiência na conversão energia (Tr), maior habilidade do sistema em usar os recursos locais por unidade investida da economia (EYR), usa maior proporção de fontes de energia internas renováveis (EIR), produz menor pressão nos ecossistemas (ELR) e é mais sustentável (%R) do que os subsistemas de produção de grãos, suínos e peixes trabalhando em separado.

Entretanto, é necessário planejar a quantidade de suínos produzidos anualmente de acordo com a área disponível. A ME pode ser utilizada no planejamento das propriedades e para simular ações futuras. Como um breve exemplo calculou-se os indicadores emergéticos do SPIGSP usando três hipóteses de intensidades de produção de suínos diferentes (6, 15 e 30 suínos/ha). Os resultados obtidos para estas três hipóteses são apresentados na Tabela 2. Os resultados indicam que produzir mais suínos/ha resulta em piores indicadores emergéticos. Uma vez que foi considerada a mesma área agrícola nas três hipóteses, a entrada de recursos renováveis é a mesma nos três casos. Então já era esperado que o aumento no número de suínos/ha aumentaria também a proporção de utilização dos recursos não renováveis. Isto acontece porque o milho produzido na propriedade torna-se insuficiente com a intensificação da suinocultura e, conseqüentemente, uma quantidade adicional de milho necessita ser comprada de fora para completar a ração dos suínos. Isto aumenta a dependência do sistema em recursos externos não renováveis e coloca em risco o desempenho ambiental e econômico da propriedade.

## LITERATURA CITADA

- Bastianoni, S.; Marchettini, N. The problem of co-production in environmental accounting by energy analysis. **Ecological Modelling**. 129: 187-193. 2000.
- Odum, H.T. **Environmental Accounting, EMERGY and Decision Making**. John Wiley, New York, 370 pp. 1996.

## TABELAS E FIGURAS

Tabela 1: Indicadores emergéticos calculados para o SPIGSP e para cada subsistema que faz parte do SPIGSP de forma independente considerando metodologias propostas por Odum (1996) e Bastanoni e Marchettini (2000).

	Indicadores emergéticos					
	Tr	EYR	EIR	ELR	%R	EER
Indicadores emergéticos calculados de acordo com Odum, 1996						
Soja	2,096,000	1.44	2.28	3.13	24	6.8
Trigo	16,548,000	1.44	2.28	3.13	24	6.8
Suíno	2,188,000	1.44	2.28	3.13	24	6.8
Peixe	16,662,000	1.44	2.28	3.13	24	6.8
Transformidade calculada de acordo com Bastanoni and Marchettini, 2000						
SPIGSP	948,000	1.44	2.28	3.13	24	6.8
Indicadores emergéticos calculados como subsistemas independentes						
Grãos	277,000	1.37	2.68	3.41	23	12.7
Suíno	2,087,000	1.22	4.61	4.66	18	7.9
Peixe	3,040,000	1.31	3.21	3.59	22	15.0

Tabela 2. Indicadores emergéticos calculados para o SPIGSP com três diferentes intensidades na produção de suínos.

Taxa de intensificação	Indicadores emergéticos					
	Tr	EYR	EIR	ELR	%R	EER
6 suínos/ha	818,000	1.60	1.66	2.53	28	7.7
15 suínos/ha	948,000	1.44	2.28	3.13	24	6.8
30 suínos/ha	1,091,000	1.33	3.06	3.80	21	6.2

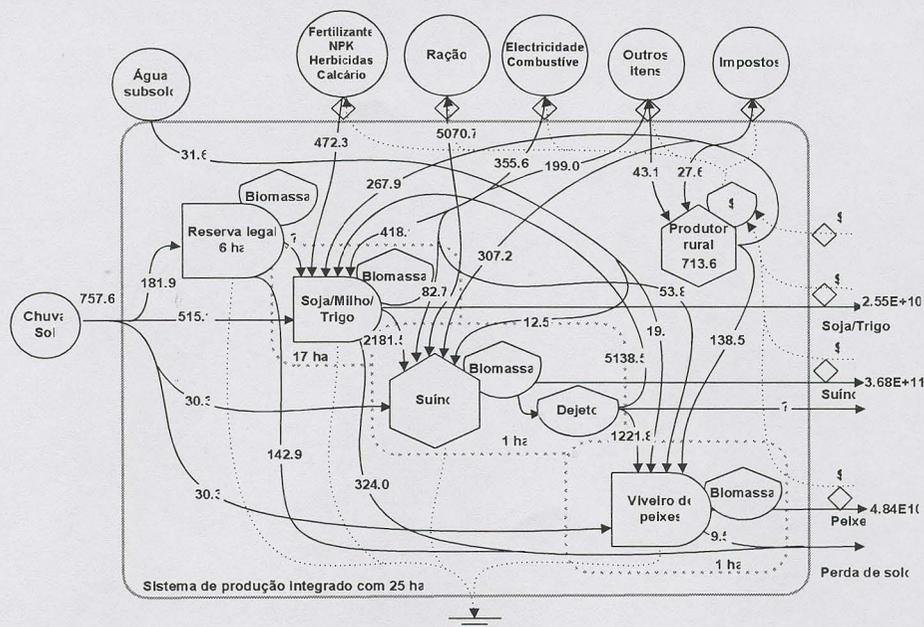


Figura 1: Diagrama sistêmico de uma propriedade típica de produção integrada de grãos, suínos e peixes em Santa Catarina com 15 suínos/ha (fluxos  $\times 10^{13}$  sej/ano).