



2<sup>nd</sup>  
INTERNATIONAL WORKSHOP  
ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

São Paulo - Brazil - May 20-22 - 2009

# CONTRIBUIÇÕES DA CONTABILIDADE AMBIENTAL EM EMERGIA PARA A COMPREENSÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DA SOJA NA PERSPECTIVA DA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

Vendrametto, Lilian P.

Bonilla, Silvia H.

2<sup>nd</sup> International Workshop in Cleaner Production

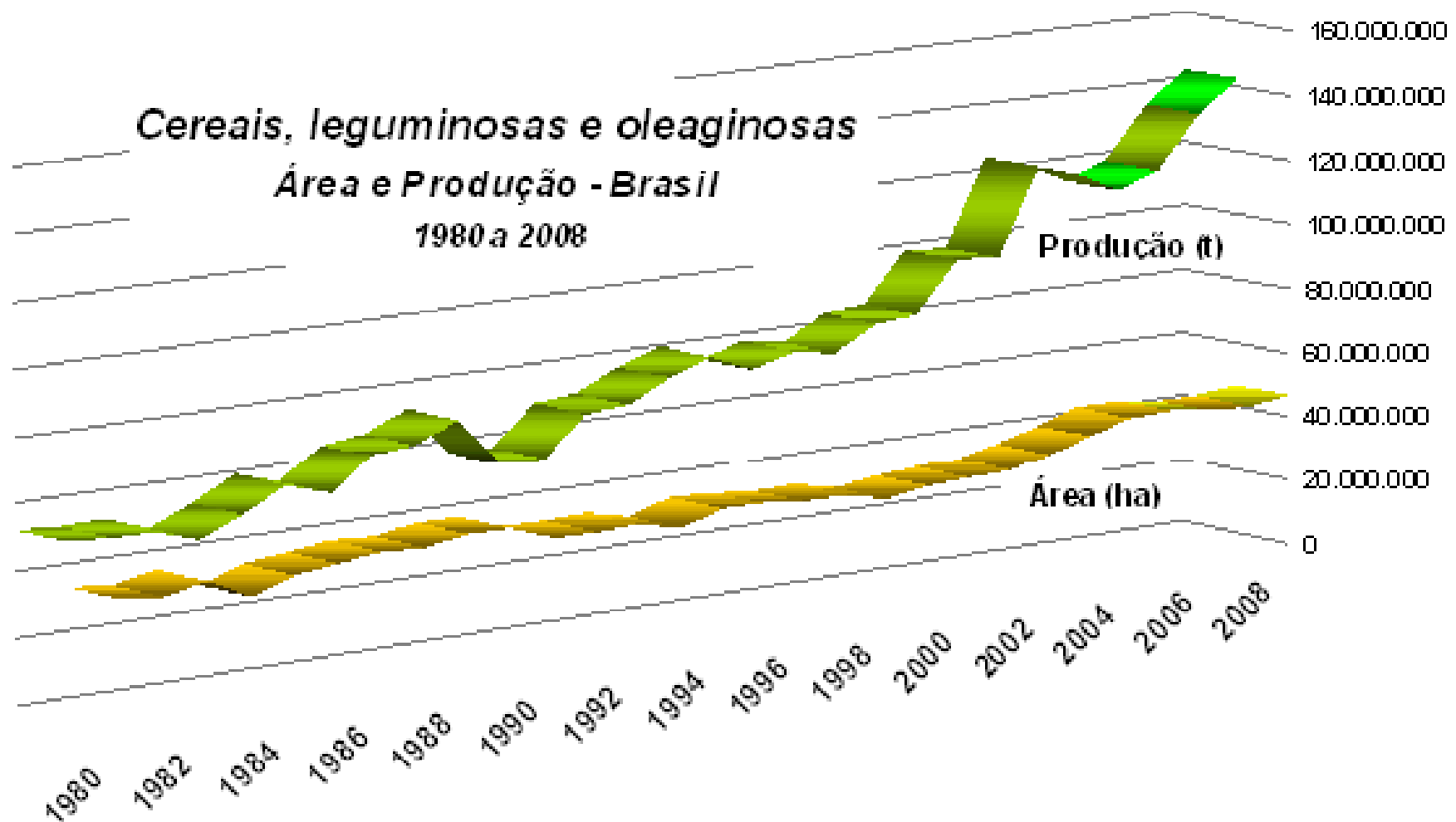
20-22 Maio 2009

# INTRODUÇÃO

- Brasil : vocação agrícola
- Soja: 21 milhões de hectares = 61 milhões de toneladas (dados da safra de 2008-2009).
- Introdução da espécie: 120 anos.
- Origem asiática
- Melhoramento genético e transgenia.
- Soja: aproximadamente metade da produção total brasileira



# ÁREA E PRODUÇÃO BRASILEIRAS

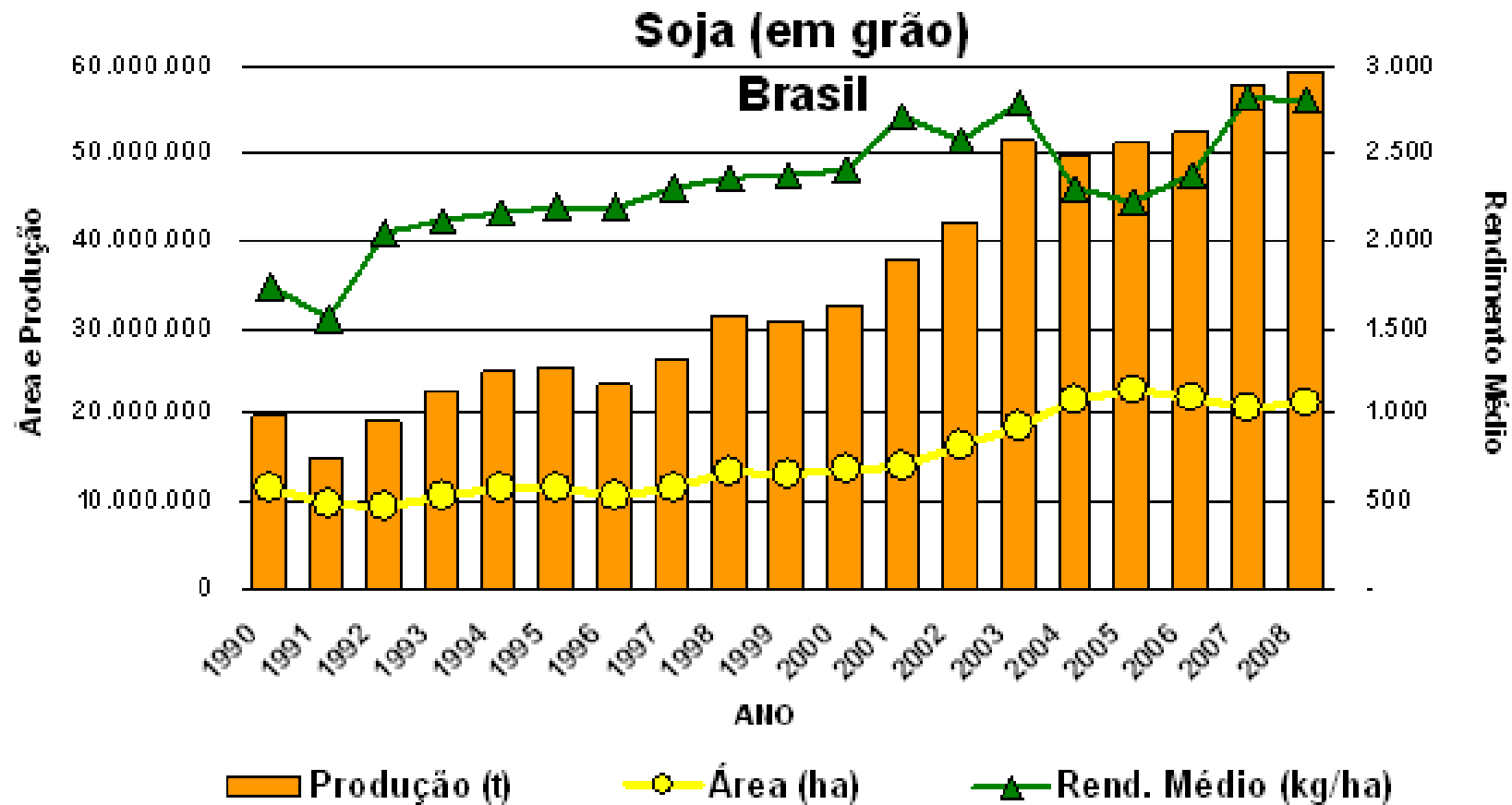


## INTRODUÇÃO

- Estados brasileiros grandes produtores: Mato Grosso (17,4 mi t - 5,8 mi de ha) e Paraná (11,6 mi t - 4 mi ha). Outros países: EUA (1º) e Argentina (3º) (79,8 e 50,5 mi t respectivamente).
- Produtividade Brasil Safra 2008/2009 = 2.816 kg/ha
- Matéria-prima para óleos, farinha, sabão, cosméticos, resinas, tintas, solventes e biodiesel. O grão é: 30% carboidrato (15% é fibra), 18% óleo (85% não saturado), 14% umidade e 38% proteína. Única leguminosa com os 9 aminoácidos essenciais na proporção correta para a saúde humana, fonte de P, K, Zn, Fe e Vitaminas B e E.



# SOJA: PRODUÇÃO X ÁREA X PRODUTIVIDADE



# INTRODUÇÃO

- Elevada produtividade = uso intensivo de insumos (máquinas e equipamentos, fertilizantes e corretivos solúveis industrializados; agrotóxicos; sementes de alto vigor e potencial; solo de qualidade mínima para suportar tal produtividade, água disponível nos momentos de exigência da planta, energia luminosa e mão-de-obra.
- Este trabalho propõe comparar alguns dados disponíveis na literatura sobre contabilidade em emergia para a produção de soja. São utilizados:
  - A) Tese de Doutorado de Otavio CAVALETT. Análise do ciclo de vida da soja. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP. 2008.
  - B) Artigo indexado *Importance of the Bradyrhizobium japonicum symbiosis for the sustainability of soybean cultivation da revista Ecological Modelling*, volume 135 (2000) cujos autores são: PANZIERI, M.; MARCHETTINI, N.; HALLAM, T.G.
  - C) Compêndio de dados de emergia escrito por BRANDT-WILLIAMS, S.L., 2002 *Handbook of Emergy Evaluation: A Compendium of data for Emergy Computation Issued in a Series of Folios. Folio No. 4 – Emergy of Florida Agriculture. Center for Environment Policy, Environmental Engineering Sciences, Univ. of Florida, Gainesville, USA.*



## METODOLOGIA – CONTABILIDADE EM EMERGIA

- Desenvolvida por Odum (1996) para contabilizar os fluxos de massa e energia que ingressam e saem de um sistema sob uma unidade comum, a emergia, com a possibilidade de calcular indicadores que avaliam ecossistemas, naturais e antrópicos, do ponto de vista da sustentabilidade dos ecossistemas e dos serviços ambientais. Possibilita avaliar de forma consistente os impactos das diferentes atividades humanas econosfera, sociosfera e ecosfera.
- Medida universal, a emergia solar : energia que a biosfera investe, direta ou indiretamente, para produzir bens e serviços, incluindo os bens e serviços da sociedade. A unidade de medida é o sej (*Solar Emergy Joule*).
- Transformidade solar: quantidade de energia solar diretamente ou indiretamente necessária para produzir um Joule de produto. É dada pela emergia de um produto dividido por seu conteúdo energético. A unidade de medida é o sej/J.



# CONTABILIDADE EM ENERGIA (ODUM, 1996)

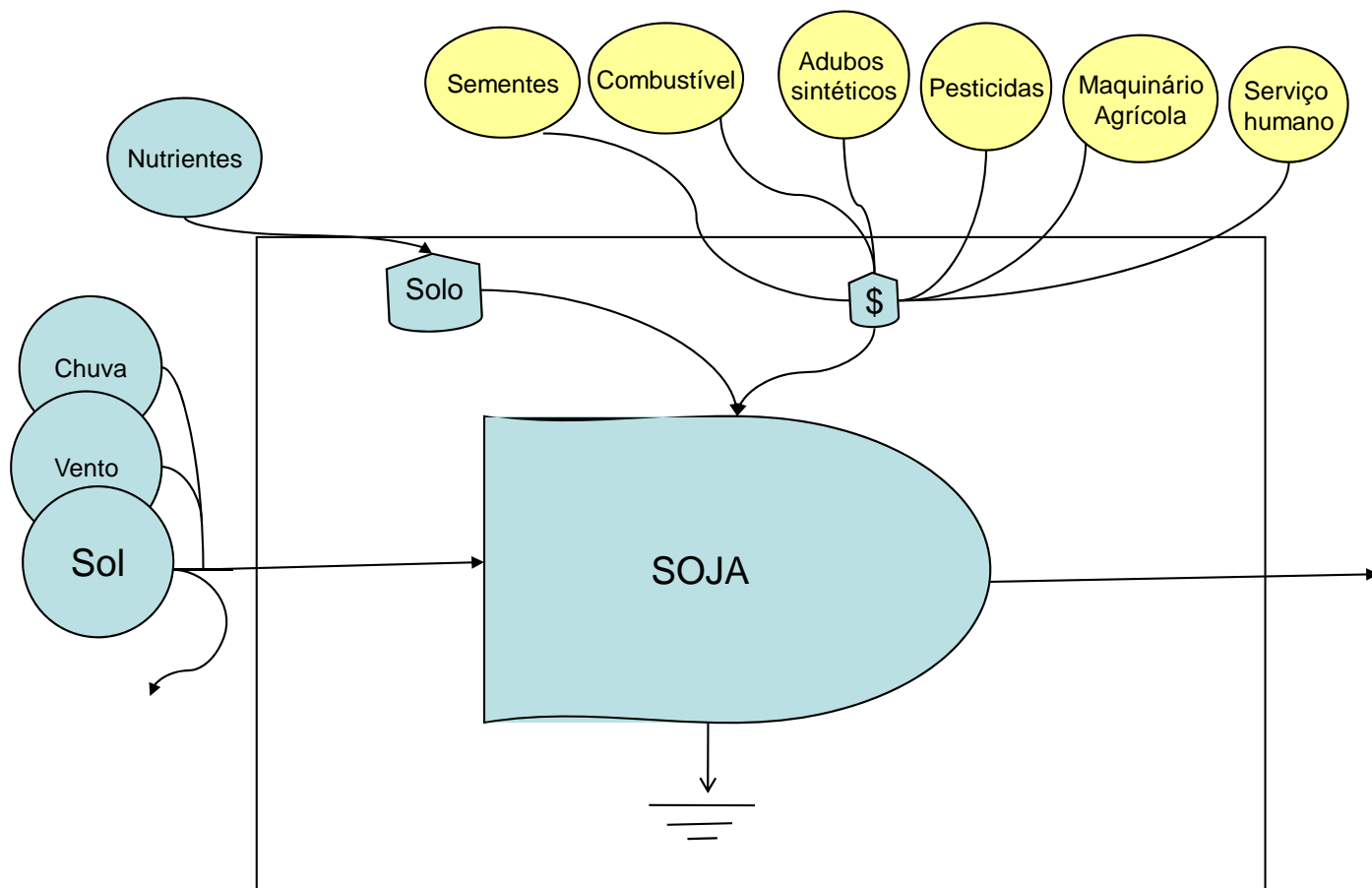


Figura 3: Diagrama resumido do sistema de produção agrícola da cultura de soja



## METODOLOGIA – DIAGRAMA TERNÁRIO

- Ferramenta gráfica, ilustrada por meio de um diagrama triangular equilátero com três variáveis associadas a porcentagens de cada recurso, a soma dos Recursos Renováveis (R), Não-Renováveis (N) e Recursos Financeiros (P) que será sempre 100%. Com esta restrição, podem-se representar três variáveis em duas dimensões.
- Fornece informações sobre a dependência do sistema a um determinado tipo de fluxo, sobre a (eco) eficiência do sistema quanto ao uso de reservas e sobre a eficiência do suporte do ambiente, necessário à sua atividade, permite também comparar e acompanhar e *performance* do sistema ao longo do tempo.

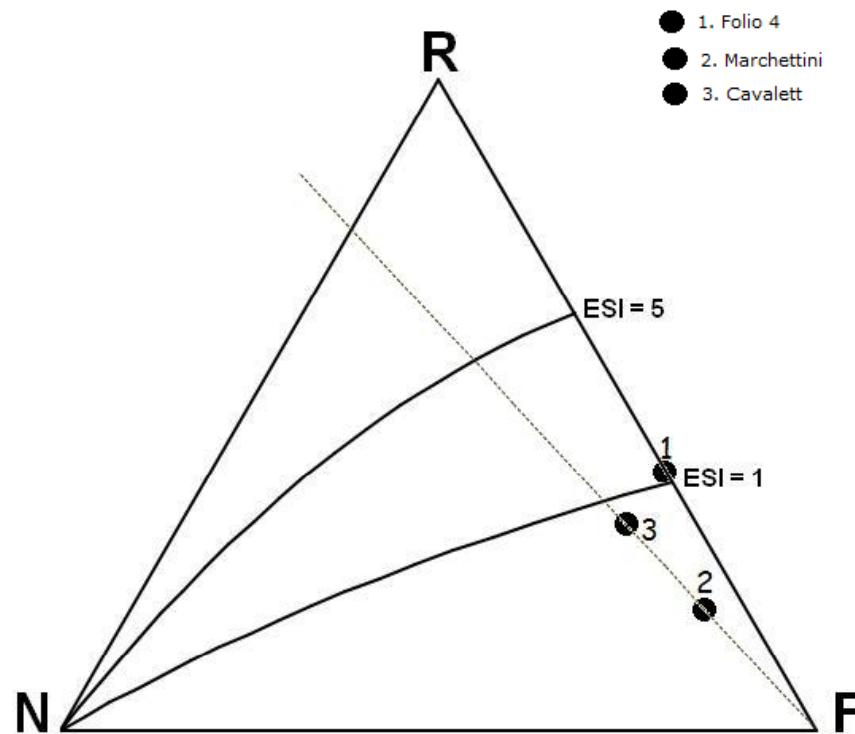


# DISCUSSÃO

- As linhas de sustentabilidade representam graficamente o índice de sustentabilidade dos três sistemas analisados. Dado que elas partem do vértice N e dividem o diagrama em áreas denominadas de sustentabilidade, pode-se ser comparadas a relação dos três sistemas com os recursos R, N e F - base para a sustentabilidade, através do índice ESI (Índice de sustentabilidade)
- $ESI < 1$  = processos não sustentáveis a longo prazo.
- $ESI > 1$  = processos que dão contribuições sustentáveis para a economia.
- $1 < ESI < 5$  = processos sustentável a médio prazo.



# Diagrama ternário dos artigos pesquisados



$$ESI = \frac{EYR = (Y/F)}{ELR = [(N+F)/R]}$$



## COMPARAÇÃO ENTRE OS TRÊS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE SOJA ESTUDADOS (SEJ/HA ANO)

	<b>Folio No. 4</b>	<b>Marchettini</b>	<b>Cavalett</b>
Recursos renováveis	<b>1,59E+15</b>	<b>5,98E+14</b>	<b>1,91E+15</b>
Recursos não-renováveis	<b>9,90E+12</b>	<b>1,73E+14</b>	<b>5,72E+14</b>
Recursos da economia	<b>2,4E+15</b>	<b>1,99E+15</b>	<b>3,57E+15</b>
Energia total	<b>4,0E+15</b>	<b>2,76E+15</b>	<b>6,05 E+15</b>
ESI	<b>1,10</b>	<b>0,417</b>	<b>0,782</b>

# CONCLUSÃO

- Diagrama Emergético Ternário = fácil compreensão dos sistemas [R,N e F] também ajuda na avaliação do sistema por meio dos indicadores ambientais.
- Para soja, a expectativa de crescimento da demanda ocasionará incremento da área plantada, percebe-se a necessidade de buscar a substituição de recursos não renováveis pelos renováveis para melhorar os índices de sustentabilidade.
- Formas alternativas de adubação e de tratamento de pragas e doenças (como utilização de manejo integrado de pragas e doenças e adubação orgânica) são ferramentas interessantes para tornar os sistemas menos impactantes ao meio ambiente.
- A análise ternária em energia mostra que o sistema de produção agrícola Folio No. 4 apresenta maior sustentabilidade do que as demais na transformação de recursos naturais em soja.

