



INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

"KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE"

Contribuições da Contabilidade Ambiental em Emergia para a Compreensão do Sistema de Produção da Soja na Perspectiva da Agricultura Sustentável

L. P. Vendrametto^a, S. H. Bonilla^b

a. Doutoranda em Engenharia de Produção e pesquisadora da Universidade Paulista, São Paulo, lilianagenda@gmail.com

b. Professores Doutores Pesquisadores do Programa de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção na área de concentração Produção Mais Limpa e Ecologia Industrial da Universidade Paulista, São Paulo

Resumo

O Brasil é considerado o celeiro do mundo, devido a sua extensão territorial e possibilidade de transformá-lo em áreas agricultáveis. Nesse contexto, o cultivo de soja se destaca como principal commodity produzida no país. São utilizados cerca de 21 milhões de hectares e produzidos aproximadamente 61 milhões de toneladas (dados da safra de 2008-2009). O processo de introdução dessa espécie de origem asiática no Brasil é recente, cerca de 120 anos, como também seu melhoramento genético e transgenia. Graças a esses processos aliados a tecnologia, melhor conhecimento das exigências nutricionais e maior acesso a informação pelos agricultores, o Brasil despontou no cenário internacional como região de excelentes índices de produtividade e produção. Na atualidade, surgem outras questões importantes a serem trabalhadas, entre as quais, as maneiras e princípios nos quais se norteiam esse tipo de produção, a sustentabilidade econômica, social e ambiental e quais os custos e impactos ambientais envolvidos. Este trabalho tem o objetivo de trazer para a discussão alguns exemplos de produção de soja por meio da metodologia de contabilidade ambiental em emergia, utilizando o Diagrama Emergético Ternário.

Palavras-Chave: Agricultura Sustentável, Soja Sustentável, Contabilidade em emergia, Emergia.

1 Introdução

A soja (*Glycine max*) é uma espécie cuja origem se atribui a região do rio Yangtse, na China. A cultura que hoje se planta resulta da evolução de sucessivos processos de melhoramento de genótipos ancestrais, ou seja, cruzamentos naturais entre as espécies selvagens, depois sua domesticação, e posterior melhoramento genético que conferiu ao grão as características mais desejadas. Há relatos revelando que os plantios de soja remontam a 2838 anos a.C., na China. Foi introduzida no ocidente, pela Europa, somente por volta do século XV, para fins de ornamentação. As primeiras tentativas de produção de soja na Europa fracassaram provavelmente devido aos fatores climáticos e ausência de conhecimento sobre suas exigências. Os norte-americanos entre o fim do século XIX e início do XX, conseguiram desenvolver o cultivo comercial da soja, criando novas variedades, com maior teor de óleo. A partir de então, ocorreu a expansão do seu cultivo.

O primeiro registro de plantio de soja no Brasil data de 1914, no Rio Grande do Sul. Mas foi somente a partir dos anos 40 que ela adquiriu alguma importância econômica. Entretanto, é a partir da década de 1960, que a sua produção multiplicou-se por cinco (passou de 206 mil t em 1960 para 1,056 milhão de t em 1969), sendo que 98% desse volume era produzido na Região Sul, onde prevalecia a dobradinha: trigo em inverno e soja no verão. Apesar do significativo crescimento da produção no decorrer dos anos 60, foi na década seguinte que a soja se consolidou como a principal cultura do agronegócio brasileiro, passando de 1,5 milhões de toneladas em 1970 para mais de 15 milhões de toneladas em 1979. Esse crescimento foi atribuído, não apenas ao aumento da área plantada (1,3 para 8,8 milhões de hectares), mas, também, ao expressivo incremento da produtividade (1,14 para 1,73 t/ha), graças às novas tecnologias. Nas décadas seguintes repetiu-se, na região tropical do Brasil, o explosivo crescimento da produção ocorrido nas duas décadas anteriores na Região Sul. Em 1970, menos de 2% da produção nacional de soja era colhida no Centro-Oeste, em 1980 esse percentual passou para 20%, em 1990 já era superior a 40% e em 2002 em 58%, e em 2008 cerca de 65% (Embrapa, 2008). A soja responde por uma receita cambial direta para o Brasil de mais de 6 bilhões de dólares/ano (10% das receitas cambiais brasileiras) e 5 vezes esse valor, se considerados os dividendos que gera ao longo da sua extensa cadeia produtiva. O explosivo crescimento da produção de soja no Brasil, de quase 30 vezes no transcorrer de apenas três décadas, determinou uma cadeia de mudanças sem precedentes na história do País. Foi a soja, inicialmente auxiliada pelo trigo, a grande responsável pelo surgimento da agricultura comercial no Brasil. Também, ela apoiou ou foi a grande responsável pela aceleração da mecanização das lavouras brasileiras; pela modernização do sistema de transportes; pela expansão da fronteira agrícola; pela profissionalização e incremento do comércio internacional; pela modificação e enriquecimento da dieta alimentar dos brasileiros; pela aceleração da urbanização do País; pela interiorização da população brasileira (excessivamente concentrada no sul, sudeste e litoral); pela tecnificação de outras culturas (destacadamente a do milho); bem como, impulsionou e interiorizou a agroindústria nacional, patrocinando o deslanche da avicultura e da suinocultura brasileiras (Embrapa, 2008).

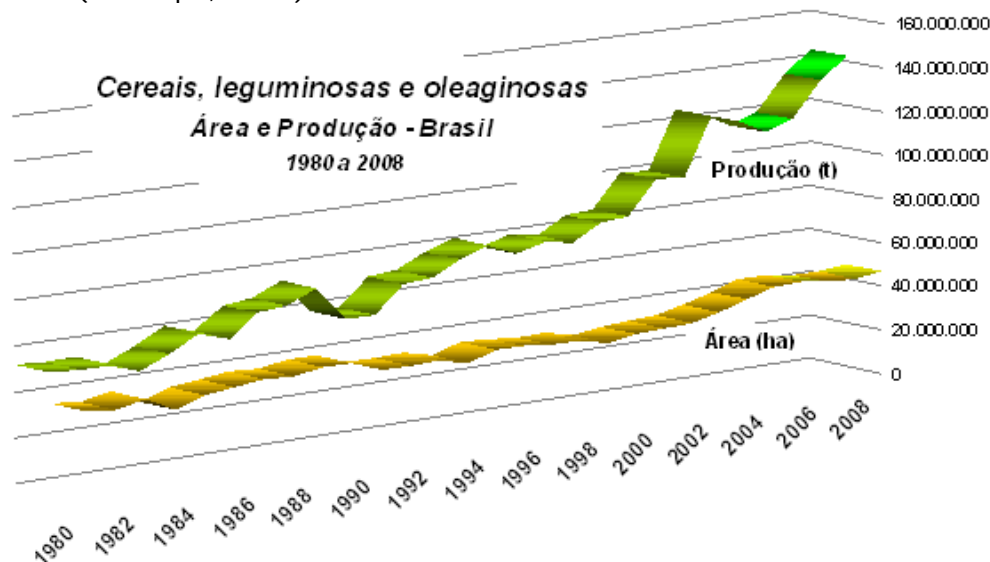


Figura1: Produção (t) e área da produção de grãos (ha) no Brasil de 1980 a 2008.

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja em grão e um dos maiores exportadores. A produção da safra 2008/2009 atingirá cerca de 61 milhões de toneladas, sendo que a produção mundial total é de aproximadamente 238 milhões

de toneladas utilizando uma área plantada de cerca de 21 milhões de hectares (AGRIANUAL, 2008). Aproximadamente metade da produção agrícola no Brasil é representada por esse grão. Os estados que mais produzem são: Mato Grosso (17,4 milhões de t em 5,8 milhões de ha) e Paraná (11,6 milhões de t em 4 milhões de ha). Outros países se destacam na produção de soja, entre eles os EUA e Argentina (79,8 e 50,5 milhões de t respectivamente) (AGRIANUAL, 2008).

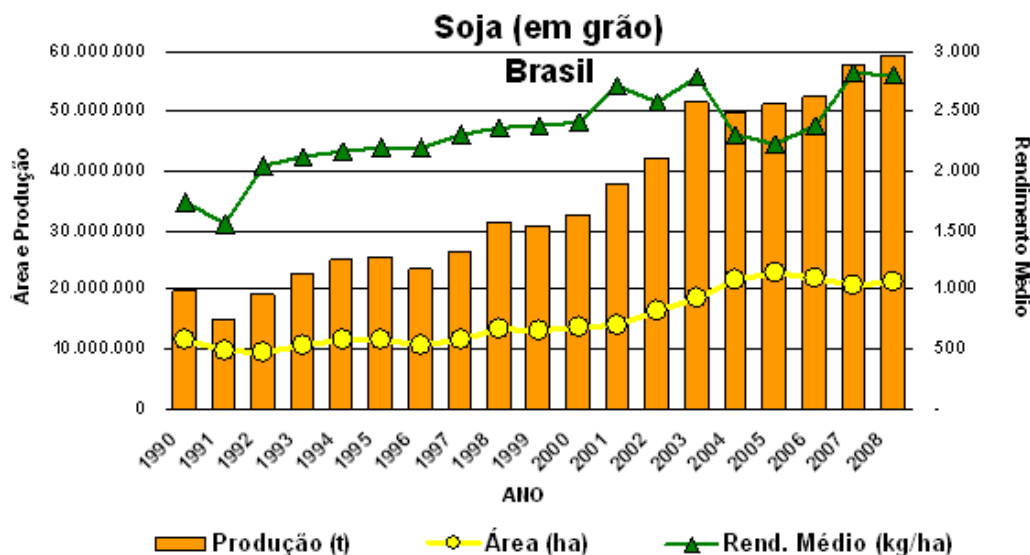


Figura 2: Área plantada (ha), rendimento médio (Kg/ha) e produção (toneladas) da cultura de soja no Brasil desde 1990 até 2008 (IBGE, 2009).

Na safra de 2008/2009, a produtividade brasileira atingiu 2.816 kg/ha (em média), índice considerado muito bom, ficando acima da média norte americana (2.690 kg/ha). (Agrianual, 2008). O nível de competitividade deve-se aos baixos custos de produção, fruto de alta tecnologia, escala e capital e também mão-de-obra muito barata (Mapa, 2007).

Muito dos produtos usados em nosso dia-a-dia tem derivados soja: o óleo é o mais utilizado, mas também a partir dela são fabricados: farinha, sabão, cosméticos, resinas, tintas, solventes e biodiesel. O grão é constituído de: 30% carboidrato (15% é fibra), 18% óleo (85% não saturado), 14% umidade e 38% proteína. É a única leguminosa que contém os nove aminoácidos essenciais na proporção correta para a saúde humana, também é fonte de fósforo, potássio, vitaminas B, zinco, ferro e a vitamina antioxidante E. (Taco, 2006).

Há uma expectativa de crescimento da demanda e conseqüentemente da produção levando em conta as perspectivas do comércio mundial: a tentativa de redução das emissões de automóveis e escassez de petróleo, impulsionando a produção de combustíveis alternativos menos poluidores e a crescente necessidade de alimento principalmente para China, Índia e EUA (tanto para alimentação humana quanto para animal). O óleo de soja é responsável por cerca de 60% de toda produção de biocombustível no mundo (Agrianual, 2008).

É sabido que para atingir índices tão elevados de produção e produtividade são requeridos além de muito trabalho e dedicação; o uso intensivo de diversos insumos, equipamentos e serviços, ente eles: fertilizantes solúveis industrializados; corretivos de acidez de solo e agrotóxicos; maquinários específicos para movimentação do solo, plantio, adubação, pulverizações e colheita; sementes de alto vigor e potencial produtivo; solo de qualidade mínima para suportar tal produtividade, água disponível nos momentos de exigência da planta (formação do grão), energia luminosa e mão-de-obra disponível.

É necessário avaliar com muito rigor e cautela justamente o modo com o qual esse grão é produzido. A discussão em torno do que pode ser considerado um sistema de produção agrícola sustentável, o que seriam as boas práticas agrícolas e quais são os elementos-chave que compõem essas práticas.

Este trabalho propõe comparar alguns dados disponíveis na literatura sobre contabilidade em energia para a produção de soja. São utilizados os seguintes trabalhos: A) Tese de Doutorado de Otavio Cavalett. Análise do ciclo de vida da soja. Apresentada na Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimantetos. Campinas, SP. 2008. B) Artigo indexado *Importance of the Bradhyrizobium 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 energia 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.*

Graças ao aumento da demanda mundial por alimentos e energia, e a crescente preocupação em relação as maneiras com as quais esse alimento é produzido, faz-se urgente uma análise de critérios e parâmetros que levem em conta não somente índices de produção e produtividade, mas de seus impactos nos recursos naturais e na aceleração do esgotamento desses recursos, além da poluição.

2 Metodologia

Este artigo utiliza a metodologia da contabilidade em energia e o diagrama emergético ternário como ferramenta para ilustração dos casos estudados.

Contabilidade em energia

A metodologia da contabilidade em energia não pode ser completamente esgotada neste artigo, informações completas podem ser obtidas em Odum, 1996; Brown e Ulgiati, 1997. A contabilidade em energia é uma metodologia desenvolvida por Odum (1996) para contabilizar os fluxos de massa e energia que ingressam e saem de um sistema sob uma unidade comum, a energia, com a possibilidade de calcular indicadores que avaliam ecossistemas, naturais e antrópicos, do ponto de vista da sustentabilidade dos ecossistemas e dos serviços ambientais. Dessa maneira, a contabilidade em energia é uma alternativa, não mutuamente excludente com as demais existentes, mas complementar e de uma dimensão diferenciada, cuja amplitude ultrapassa os limites da fronteira econômica e dos sistemas de produção, penetrando no ambiente dos ecossistemas e dos recursos naturais. A energia possibilita ainda a vantagem concreta de avaliar de forma consistente os impactos das diferentes atividades humanas (produtiva, comercial, consumista, econômica e social) sobre a econosfera, sociosfera e ecosfera.

A contabilidade em energia é uma metodologia que reúne um grupo de índices, de valoração de recursos naturais e bens produzidos e consumidos, de um sistema em termos de fluxos de energia. São estudos físicos para valorar a quantidade de energia, expressa como energia solar equivalente, relacionado à produção e uso de diversos recursos, incluindo recursos naturais. A metodologia é caracterizada pelo uso de uma medida universal, a energia solar ou energia: 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*). Segundo Odum (1996), a energia é uma medida universal da riqueza real do trabalho da natureza e da sociedade feitas em uma base comum.

A contabilidade em energia requer também que se determine a transformidade solar ou transformidade dos elementos que serão mensurados, ou seja, a quantidade de energia solar diretamente ou indiretamente necessária para produzir um Joule de produto. A transformidade é dada pela energia de um produto dividido por seu conteúdo energético. A unidade de medida é o sej/J (para alguns bens

pode também ser calculado transformidade em termos de sej por massa de produto).

Assim, a contabilidade em energia consiste na contabilidade dos fluxos de energia e materiais necessários para obter direta ou indiretamente qualquer recurso (produto industrial, recurso natural, processo energético etc.), quantificando os fluxos de energia relacionados à dotação de recursos naturais da terra e a todos os processos de transformação que o homem põe em suas atividades. A contabilidade ambiental em energia, conforme afirma Odum (1996), tem se mostrado de grande utilidade para avaliar as implicações ambientais dos sistemas humanos nos sistemas que fornecem a sustentação da vida no planeta. É uma ferramenta fundamentada na termodinâmica de sistemas abertos e na teoria de sistemas. O objetivo desta ferramenta é contabilizar, em uma "moeda" comum, a produção de um produto ou a geração de um serviço. Contabilizam-se, além dos recursos pagos, os recursos não pagos pela economia que são fornecidos pelo meio ambiente. Estes últimos são conhecidos como recursos livres fornecidos pela ecossfera e não são considerados nos balanços tradicionais. O sistema econômico é considerado um sistema termodinâmico aberto contido num ecossistema, a biosfera, com o qual troca energia e matéria.

Os sistemas em estudo podem ser comparados quanto à eficiência no uso dos recursos, produtividade, carga ambiental e sustentabilidade global. O procedimento requerido para avaliar um sistema, empregando a contabilidade em energia, consiste em:

- ✓ Conhecer o sistema em estudo e definir seus limites;
- ✓ Conhecer o contexto em que o sistema está inserido;
- ✓ Fazer um balanço de massa (os fluxos que entram no sistema, o que é transformado e o que sai em forma de produto e resíduos);
- ✓ Elaborar o diagrama com os fluxos de energia;
- ✓ Construir as tabelas com os dados do diagrama; e
- ✓ Selecionar adequadamente os valores das transformidades ou energia por unidade (sej/g, sej/R\$ etc.).

Da contabilidade em energia surgem indicadores de sustentabilidade inerentes à ferramenta, segundo Odum (1996), com o objetivo de quantificar os aspectos já indicados como fundamentais nos objetivos propostos pelo sistema: eficiência no uso dos recursos, produtividade, carga ambiental e sustentabilidade global. A seguir definições e conceitos relacionados com a contabilidade em energia:

- ✓ **Energia:** pode ser definida como tudo aquilo que pode ser convertido 100% em calor, sua unidade é representada por J (joule). Em engenharia costuma-se dividir os recursos em energia e materiais. Esta classificação é arbitrária. Por exemplo, madeira pode ser considerada um recurso material (na fabricação de papel), mas também pode ser considerada um recurso de energia (quando é queimada numa caldeira). Desta forma, todos os recursos podem ser convertidos no seu valor de energia;
- ✓ **Energia disponível:** valor de energia potencial disponível para realizar trabalho;
- ✓ **Trabalho:** energia que se manifesta durante uma transformação e resulta em uma mudança de concentração ou forma de manifestação da energia (por exemplo, energia solar em energia elétrica). Não há processo que envolva a realização de trabalho com 100% de eficiência; parte da energia é sempre degradada na forma de calor;
- ✓ **Emergia:** definida como sendo a energia disponível (em alguns casos, igual à exergia) de um determinado tipo previamente requerida direta ou indiretamente para obter um bem ou um serviço. A emergia não é energia, é uma contabilização de todo o trabalho empregado num determinado processo, incluindo o trabalho humano e o da natureza. Por este motivo, a grafia da palavra com "m" é também atribuída ao significado de memória da energia (disponível) empregada ou acumulada no processo. Quando a emergia é

calculada em energia solar denomina-se energia solar, ou simplesmente energia, e sua unidade é representada por sej;

- ✓ **Transformidade (sej/J):** é a energia por unidade de energia disponível de um determinado produto (por produto entende-se bem ou serviço). Quando se emprega a energia solar denomina-se transformidade solar, ou simplesmente transformidade. Em termos práticos a transformidade serve para calcular a energia de um recurso. Para isto deve-se multiplicar a energia disponível do recurso por sua transformidade. A transformidade é considerada uma medida da qualidade do produto. Quanto maior o valor da transformidade, maior foi o trabalho para obter o produto e, portanto, maior a sua qualidade.

A utilização da contabilidade em energia para avaliação dos sistemas de produção agrícola da soja pode ser uma interessante ferramenta para avaliação e compreensão do sistema e identificação dos pontos chave de melhoria e de redução de impacto ambiental e risco ecológico.

O diagrama de energia de sistemas abaixo ilustra o sistema de produção de soja.

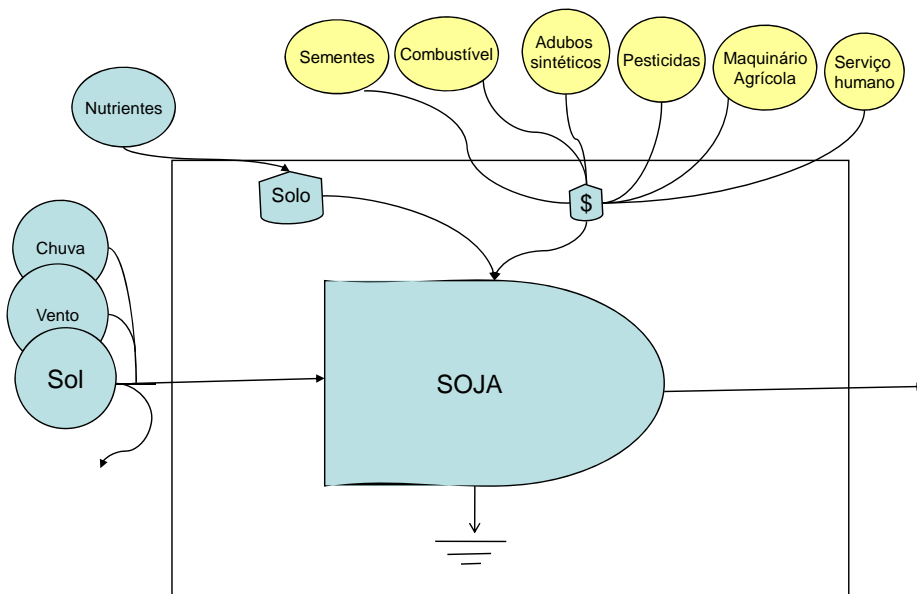


Figura 3: Diagrama resumido do sistema de produção agrícola da cultura de soja

Diagramas eMergéticos ternários

Trata-se de uma 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 (Barrela *et al.*, 2005).

“A utilização dos diagramas emergéticos ternários permite o melhor entendimento da real contribuição dos recursos do ambiente e da economia para a sustentabilidade de um sistema. Com a observação do diagrama, é possível avaliar e identificar tendências e diferenças para vários sistemas. É, também, possível identificar parâmetros que podem ser mudados para melhorar o desempenho ambiental de um sistema”. (GIANNETTI, *et al.* 2007a)

Giannetti, *et al.* (2007) salienta que as linhas de sustentabilidade auxiliam o entendimento de quais mudanças são requeridas para aumentar os índices de

KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE

sustentabilidade, diminuindo o impacto ambiental do processo, para diminuir a carga ambiental e avaliando a necessidade de incremento do investimento financeiro. É possível acompanhar os efeitos de qualquer alteração econômica ou tecnológica e entender as conseqüências destas ações.

“A ferramenta também fornece informações adicionais 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” (GIANNETTI, *et al.* 2007b).

Almeida, *et al.* (2007) sugere o uso da ferramenta no processo de tomada de decisão para estabelecer políticas e escolher alternativas considerando o meio ambiente, considerando a sustentabilidade do desenvolvimento econômico.

Este trabalho pretende utilizar o diagrama emergético ternário como ferramenta gráfica de suporte à discussão, da relação dos diferentes sistemas de produção de soja com o meio ambiente, os recursos não renováveis e os financeiros através da análise emergética.

O índice de sustentabilidade ou *Emergy Sustainability Index* é derivado da relação entre a Razão do Rendimento em Emergia pela Razão da Carga Ambiental em Emergia. Um alto valor de ESI indica alto rendimento em emergia, ou seja, alta contribuição do processo ao sistema em que está inserido, associado a uma baixa carga ambiental. Segundo Brown e Ulgiati (2002), valores menores que 1 são indicativos de produtos ou processos não sustentáveis a longo prazo. Sistemas com valores maiores que 1 indicam produtos e processos que dão contribuições sustentáveis para a economia. Uma Sustentabilidade a médio prazo pode ser definida por ESI entre 1 e 5. Já produtos e processos sustentáveis a longo prazo se caracterizariam por ESI maiores. A fórmula a seguir ilustra o cálculo de ESI.

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

3 Resultados e discussão

Os pontos do triângulo foram obtidos por meio dos dados compilados dos trabalhos citados na introdução. Os dados do Folio No. 4 (2002) são de um sistema de produção de soja na Califórnia, EUA. Marchettini e Panzieri (2000) usam dados da Toscana no sul da Itália com a simbiose de uma bactéria *Bradhyrizobium japonicum* que fixa Nitrogênio atmosférico no solo e os dados de Cavalett (2008), são de uma produção do Sul do Brasil.

Tabela 01: Comparação entre os três sistemas de produção de soja estudados

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

As linhas de sustentabilidade do Diagrama Ternário 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.

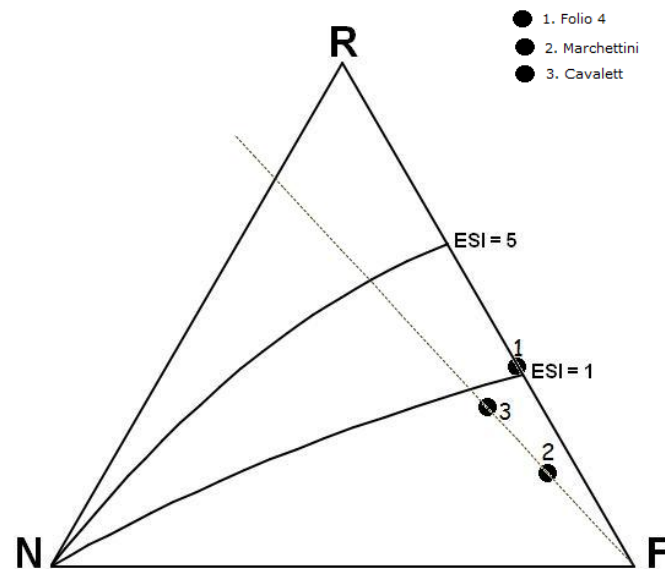


Fig. 4: Diagrama Emergético Ternário representando os três artigos analisados.

4 Conclusões

A utilização do Diagrama Emergético Ternário se mostra uma ferramenta útil e eficaz no auxílio do entendimento dos sistemas analisados por meio da contabilidade em energia. Além de facilitar a compreensão dos sistemas [sob a perspectiva de utilização dos recursos (renováveis, não-renováveis e econômicos)] também torna simples a avaliação do sistema frente ao comportamento dos indicadores ambientais, entre eles o da sustentabilidade. Em se tratando dos dados descritos neste trabalho sobre a produção de soja, e a expectativa de crescimento da demanda do grão ocasionando incremento da área plantada, percebe-se claramente 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 (2002) é o que apresenta maior sustentabilidade do que as demais na transformação de recursos naturais em soja, conforme demonstrado no diagrama.

5 Referências

AGRIANUAL 2009 – Anuário da Agricultura Brasileira. Coordenadores: SANT´ANNA, A.; FERRAZ, J.V.; SILVA, M.L.M. AGRA FNP Pesquisas Ltda. São Paulo. 2008. 495p

ALMEIDA, C.M.V.B.; BARRELLA, F.A.; GIANNETTI, B.F. Emergetic ternary diagrams: Five examples for application in environmental accounting for decision-making. *Journal of Cleaner Production* 15 (2007) 63-74.

BARRELLA, F.A.; ALMEIDA, C.M.V.B.; GIANNETTI, B.F. Ferramenta para tomada de decisão considerando a interação dos sistemas de produção e o meio ambiente. *Revista Produção v* 15, n.1, p 087-101, Jan/Abr. 2005.

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, 40 pp. <http://www.ees.ufl.edu/cep/> Consulta em Outubro de 2008.

BROWN, M.T.; ULGIATI, S. Emergy-based indices and ratios to evaluate: sustainability: monitoring economies and technology toward environmentally sound innovation. *Ecological Engineering*, v 9. 1997. 51-69 p.

BROWN, M.T.; ULGIATI, S. Emergy Evaluations and Environmental Loading of Electricity Production Systems. *Journal of Cleaner Production*, vol 10. 2002. 321-334 p.

CAVALETT, O. Análise do ciclo de vida da soja. Tese (doutorado). Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimanetos. Campinas, SP. 2008.

CONAB 2009. Acompanhamento da safra brasileira : grãos : quarto levantamento, janeiro/2009 / Companhia Nacional de Abastecimento – Brasília : Conab, 2009.

GIANNETTI, B. F.; NEIS, A. M. ; BONILLA, S. H.; ALMEIDA, C. M. V. B.. Decisões e Sustentabilidade Ambiental. In: COSTA NETO, P. L. O.. (Org.). *Qualidade e Competência nas Decisões*. 1 ed. São Paulo: Edgarg Blücher LTDA., 2007a, v. 01, p. 315-336.

GIANNETTI, B. F.; ALMEIDA, C. M. V. B.. *Ecologia Industrial. Conceitos, Ferramentas e Aplicações*. 1 ed. São Paulo: Edgarg Blücher LTDA., 2006.

GIANNETTI, B.F.; BARRELLA, F.A.; BONILLA, S.H.; ALMEIDA, C.M.V.B.; Aplicações do diagrama emergético triangular na tomada de decisão ecoeficiente *Prod.* vol.17 no.2 São Paulo May/Aug. 2007b.

IBGE 2009, consulta em jan 2009 http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1138&id_pagina=1

MAPA, 2007 Cadeia produtiva da soja/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura; coordenador Luiz Antonio Pinazza. Brasília, DF. IICA: MAPA/SPA, 2007.

ODUM, H.T. *Systems Ecology: An Introduction*. John Wiley, New York, 1983.
ODUM, Howard T. *Environmental accounting. EMERGY and environmental decision making*. John Wiley & Sons, New York, 1996.

ONU – Organização das Nações Unidas; COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. *Nosso Futuro Comum*, Rio de Janeiro, 2^a edição, Editora Fundação Getúlio Vargas, 1991.

PANZIERI, M.; MARCHETTINI, N.; HALLAM, T.G. Importance of the *Bradyrhizobium japonicum* symbiosis for the sustainability of soybean cultivation. *Ecological Modelling* 135 (2000) 301-310.

Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO / NEPA-UNICAMP.-T113
Versão II. 2. ed. Campinas, SP: NEPA-UNICAMP, 2006. 113p.