

# **Desempenho Ambiental da Produção de Coco Verde no Norte e Nordeste do Brasil**

*Inácio de Barros  
Geraldo Stachetti Rodrigues  
Carlos Roberto Martins*



## Resumo

Dentre os métodos para avaliar a sustentabilidade de sistemas de produção agrícola, a análise emergética permite quantificar o suporte ambiental para a economia humana pela contabilidade dos valores dos recursos tanto naturais quanto econômicos em uma base comum. Sendo uma propriedade fundamentada na termodinâmica, a emergência proporciona uma base científica para entendimento da produção de riqueza e, assim, a contabilidade ambiental baseada na análise emergética é uma ferramenta para se analisar o uso de recursos, a produção e o desempenho ambiental dos sistemas agrícolas. O objetivo do presente trabalho foi de avaliar, por meio da análise emergética em seis estudos de caso de estabelecimentos de referência, o desempenho ambiental da produção de coco no Norte e Nordeste do Brasil. Os resultados obtidos permitiram concluir que apenas 8% dos fluxos de emergência nos sistemas de produção de coco tecnificados no Norte e Nordeste do Brasil são provenientes de recursos renováveis locais e que, ao nível dos sistemas estudados, a análise emergética não permitiu captar os efeitos das práticas de intensificação ecológica na melhoria do desempenho ambiental desses sistemas.

## Introdução

Ao longo das últimas décadas uma enorme gama de métodos para avaliar a sustentabilidade tem sido desenvolvida (POPE et al., 2004), cada um com características, objetivos, e situações mais adequadas de aplicação. Dentre todos os métodos, a análise emergética (também denominada 'emergy synthesis) permite quantificar o suporte ambiental para a economia humana pela contabilidade dos valores dos recursos tanto naturais quanto econômicos em uma base comum (ODUM, 1988). Sendo a emergência uma propriedade fundamentada na termodinâmica, ela proporciona uma base científica para entendimento da produção de riqueza (LEFROY; RYDBERG, 2003). Assim, a contabilidade ambiental baseada na análise emergética é uma ferramenta para se analisar o uso de recursos, a produção e o desempenho ambiental dos sistemas agrícolas.

A análise emergética, que avalia os componentes de um sistema em uma unidade básica comum, é uma poderosa ferramenta para a análise do uso de recursos nos sistemas de produção agrícola, pois é fundamentada nas leis termodinâmicas aplicadas aos sistemas ecológicos. É uma forma de análise energética que quantifica os fluxos dos recursos, tanto naturais quanto econômicos, para a quantificação do valor de suporte ambiental à economia humana (ODUM, 1988). O fundamento básico da análise emergética é de que a contribuição de um recurso é proporcional à energia disponível de um mesmo tipo requerida para se produzir esse recurso (BROWN; HERENDEEN, 1996). Usando-se dessa técnica, as contribuições tanto naturais quanto econômicas requeridas para a produção podem ser quantificadas e comparadas.

O objetivo do presente trabalho foi de avaliar, por meio da análise emergética em seis estudos de caso de estabelecimentos de referência, o desempenho ambiental da produção de coco no Norte e Nordeste do Brasil.

## **Material e Métodos**

Foram realizados seis estudos de caso em propriedades de produção de coco tanto verde quanto seco, para consumo in natura ou para industrialização. Todas as propriedades estudadas adotam técnicas modernas de produção e estão localizadas nas regiões Nordeste e Norte do Brasil. As principais características técnico-gerenciais dessas propriedades são apresentadas na Tabela 1. A fim de se proceder à análise e a diagramação do sistema adotado e a coleta dos dados foram realizadas visitas às propriedades onde as informações necessárias foram obtidas por meio de entrevistas com os responsáveis técnicos pelas mesmas. Os dados coletados foram utilizados para a avaliação do desempenho econômico e, em seguida, na contabilidade ambiental utilizando-se da análise emergética, por meio do sistema SAMEFrame (“Sustainability Assessment Methodology Framework”) (RODRIGUES et al., 2002).

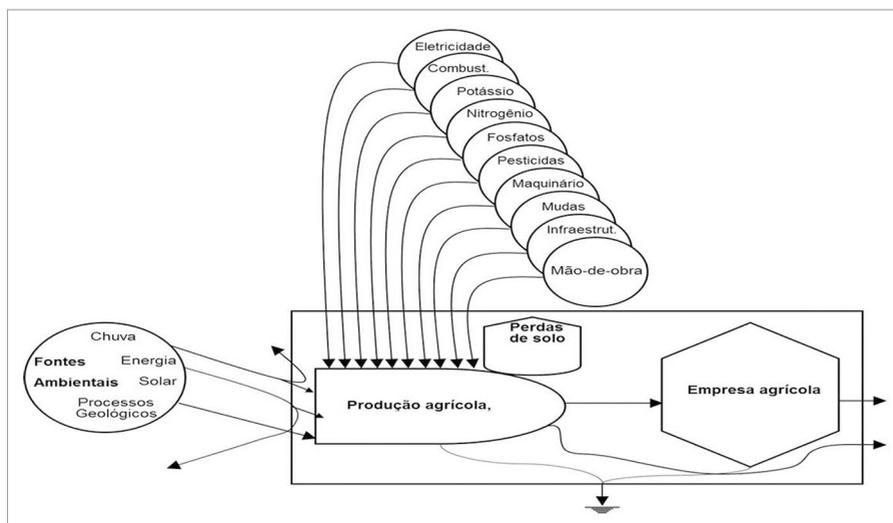
**Tabela 1.** Caracterização técnico-gerencial dos estudos de caso do projeto Sistemas de Produção Ecologicamente Intensivos de Coco e de Citros no Norte e Nordeste do Brasil (Seifrut).

Caso	Tamanho	Diversificação	Tipo de gestão	Nível de controle	Destino da produção
<b>Caso 1</b>	Médio	Não	Familiar	Médio	In natura
<b>Caso 2</b>	Grande	Sim	Familiar	Alto	In natura
<b>Caso 3</b>	Médio	Não	Empresarial	Médio	In natura
<b>Caso 4</b>	Grande	Não	Empresarial	Alto	Indústria
<b>Caso 5</b>	Médio	Sim	Familiar	Alto	In natura
<b>Caso 6</b>	Grande	Não	Empresarial	Alto	Indústria

O sistema SAMeFrame oferece uma abordagem sistêmica para a avaliação dos fluxos de energia associados aos processos e atividades dos sistemas de produção agropecuários baseados nos métodos de contabilidade ambiental pela análise de energia segundo modelo desenvolvido por Odum (1996). O sistema compreende uma planilha para a coleta, documentação e síntese de informações para a avaliação do desempenho ambiental e sustentabilidade de agroecossistemas.

A energia é toda a energia consumida de um mesmo tipo usada direta ou indiretamente para a obtenção de um recurso natural, matéria prima, bem, serviço ou informação, expressa em uma unidade padrão: o Joule de energia solar (sej). Assim, a contabilidade de todos os recursos naturais (água, radiação, precipitação, vento, solo, entre outros) e os recursos provenientes da economia (insumos agrícolas, maquinário, mão de obra e serviços) pode ser realizada uma vez que todos esses recursos apresentam uma unidade comum (o sej), sendo que essa medida possui significação física nos princípios da termodinâmica.

O procedimento de análise iniciou-se pela diagramação dos componentes e dos fluxos de matéria e energia (Figura 1). Essa diagramação seguiu os padrões da linguagem simbólica de fluxos de energia descritos por Brown (2004).



**Figura 1.** Exemplo do diagrama do sistema de produção agropecuária seguindo os padrões da linguagem simbólica de fluxos.

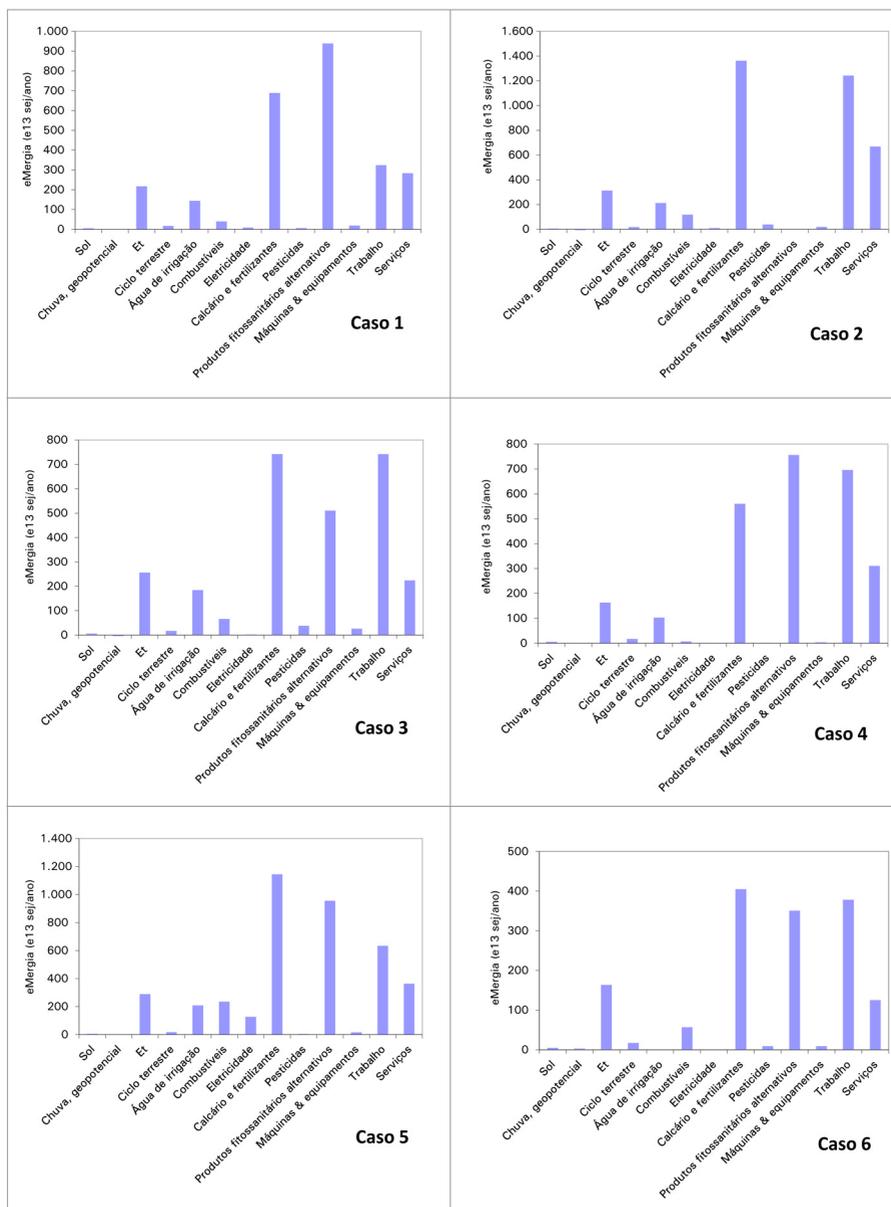
Fonte: Brown (2004).

Após a diagramação, procedeu-se a quantificação dos fluxos de cada componente em suas unidades físicas próprias, registradas no SAMEFrame. Esses valores foram então automaticamente transformados pelo sistema em unidades de energia através de coeficientes previamente calculados chamados de transformidades. Esses componentes foram ainda classificados de acordo com suas características como um recurso local renovável, recurso local não renovável, recurso econômico ou produto exportado. As relações existentes entre essas diferentes classes de componentes permitem a avaliação do sistema estudado através de índices de desempenho ambiental, tal como descritos por Odum (1996). Esses índices sumarizam a intensidade no uso de recursos, a eficiência do processo produtivo, a interação ambiente-economia e quantificam a sustentabilidade. Dentre esses índices estão a (i) Transformidade, a (ii) Fração Renovável (FR), a (iii) Taxa de Carga Ambiental (ELR), a (iv) Taxa de Investimento em energia (EIR), a (v) Taxa de produção de energia (EYR), a (vi) Razão Não renovável/Renovável (EER), e o (vii) Índice de Sustentabilidade Emergética (ESI).

A Transformidade (i) é a razão entre a emergia total utilizada pelo sistema (em sej) e a massa de produtos exportados (em g); a Fração Renovável (ii) é a porcentagem da emergia total usada pelo sistema (em sej) que é proveniente de recursos locais renováveis (em sej); a Taxa de Carga Ambiental (iii) é a razão entre os recursos de origem não renováveis (recursos não renováveis locais e insumos em sej) e os fluxos de emergia renováveis (em sej) e é uma estimativa do potencial de impacto ambiental do sistema; a Taxa de Investimento em Emergia (iv) é a razão entre o fluxo recursos alóctones e os recursos autóctones e permite avaliar se o sistema utiliza eficientemente o investimento em emergia quando comparado com outras alternativas; a Taxa de Produção de Emergia (v) calcula o retorno sobre o investimento do trabalho ambiental e mede a habilidade do sistema em explorar e disponibilizar os recursos locais por meio de investimentos em recursos alóctones; a razão Não renovável/Renovável (vi) é uma medida da vantagem, do ponto de vista ecológico/econômico, das relações econômicas, fornecendo uma medida física sobre quem perde e quem ganha trabalho ambiental nas trocas comerciais dos produtos exportados pelo sistema; o Índice de Sustentabilidade Emergética (vii) é a razão entre a Taxa de Produção de Emergia e a Taxa de Carga Ambiental, e assume que a sustentabilidade aumenta à medida em que os retornos sobre o investimento em emergia aumentam enquanto a pressão sobre o meio ambiente diminui e o potencial de impacto reduz.

## Resultados e Discussão

A Figura 2 apresenta a assinatura emergética da produção de coco verde nos seis estudos de caso realizados no contexto do projeto Sistemas de Produção Ecologicamente Intensivos de Coco e de Citros no Norte e Nordeste do Brasil (Seifrut). Observa-se que os fertilizantes e os produtos fitossanitários representam, juntamente com a mão de obra, a maior parte do fluxo de emergia no sistema. No entanto, dentre os produtos fitossanitários, a quase totalidade do fluxo de emergia é proveniente de produtos fitossanitários alternativos (óleo de algodão) e de baixo impacto sobre o meio ambiente.



**Figura 2.** Assinatura emergética da produção de coco nos sei estudos de caso do projeto Sistemas de Produção Ecológicamente Intensivos de Coco e de Citros no Norte e Nordeste do Brasil (Seifrut).

Esses produtos fitossanitários alternativos destinam-se ao controle de praga, principalmente o ácaro da necrose que causa tanto danos severos na produção, reduzindo a quantidade de frutos e de água, quanto na qualidade dos frutos por depreciação da sua aparência e impactos no seu valor comercial.

Com base nesses resultados, foi possível se calcular os índices de desempenho ambiental que são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Índices de desempenho ambiental da produção de coco verde.

Índice	Expressão	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6
(i) Transformidade	$E + 08 \text{ sej/g}$	7,17	8,40	6,50	13,0	10,2	6,70
(ii) Fração Renovável	$R / (R + N + P + S)$	0,08	0,08	0,09	0,06	0,07	0,11
(iii) Taxa de carga ambiental	$(P + S + N) / R$	11,27	11,71	9,90	14,91	12,77	8,17
(iv) Taxa de investimento de energia	$(P + S) / (N + R)$	6,38	6,57	5,34	8,76	6,99	8,17
(v) Taxa de produção de energia	$Y / (P + S)$	1,16	1,15	1,19	1,11	1,14	1,12
(vi) Não renovável/Renovável	$(N + P) / R$	9,97	9,58	9,03	13,02	11,51	7,40
(vii) Índice de sustentabilidade energética	EYR/ELR	0,10	0,10	0,12	0,07	0,09	0,14

R = Recurso local renovável / N = Recurso local não renovável / P = Insumos / S = serviços.

Observa-se, pelos índices de desempenho calculados que, em média apenas 8% do fluxo de energia no sistema de produção são provenientes de recursos renováveis locais. Tal situação reflete-se em um Índice de sustentabilidade emergética comparável ao de sistemas intensivos de produção agropecuária e em uma alta Taxa de Carga Ambiental, que traduz em si o potencial de impacto ambiental do sistema de produção adotado. Nesse ínterim, contudo, a abordagem não permitiu captar a redução no potencial de impacto causado pela adoção dos produtos fitossanitários alternativos bem como os benefícios provenientes da diversificação e do nível de controle de gestão. Tais aspectos puderam ser mais bem expressos por meio de outras abordagens tais como sistemas os indicadores multiatributo de sustentabilidade como o APOIA-NovoRural (RODRIGUES; CAMPANHOLA, 2003), também utilizado no projeto Seifrut.

## Conclusões

Apenas 8% dos fluxos de energia nos sistemas de produção de coco tecnificados no Norte e Nordeste do Brasil são provenientes de recursos renováveis locais.

Ao nível dos sistemas estudados, a análise emergética não permitiu captar os efeitos das práticas de intensificação ecológica na melhora do desempenho ambiental desses sistemas.

## Referências

BROWN, M. T. A picture is worth a thousand words: energy systems language and simulation. **Ecological Modelling**, v. 178, p. 83-100, 2004.

BROWN, M. T.; HERENDEEN, R. Embodied energy analysis and emergy analysis: a comparative view. **Ecological Economics**, n. 19, p. 219-236, 1996.

LEFROY, E.; RYDBERG, T. Emery evaluation of three cropping systems in southwestern Australia. **Ecological Modelling**, n. 161, p. 195-211, 2003.

ODUM, H. T. Self-organization, transformity, and information. **Science**, n. 242, p. 1132-1139, 1988.

ODUM, H. T. **Environmental accounting**: emergy and environmental decision making. New York, USA: John Wiley and Sons Inc., 1996. 370 p.

POPE, J.; ANNANDALE, D.; MORRISON-SAUNDERS, A. Conceptualising sustainability assessment. **Environmental Impact Assessment Review**, n. 24, p. 595-616, 2004.

RODRIGUES, G. S.; BROWN, M. T.; ODUM, H. T. SAMEFrame: sustainability assessment methodology framework. In: BIENNIAL INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN ENERGY STUDIES: RECONSIDERING THE IMPORTANCE OF ENERGY, 3., 2002. **Anais...** Porto Venere. Padova, IT: Servizi Grafici Editoriali, 2002. p. 605-612. v. 3.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C. Sistema integrado de avaliação de impacto ambiental aplicado a atividades do novo rural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n. 38, p. 445-451, 2003.