

Avaliação emergética da cultura da mamona consorciada com cana-de-açúcar irrigada em clima semiárido

Evaluation of culture of castor bean emergy intercropped with cane sugar irrigated in the semi arid

Robson Cesar Albuquerque^{1*}, José Dantas Neto², Antonio G. da Silva Neto³

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar através da análise emergética os impactos ambientais e a viabilidade econômica na produção da mamona consorciada com a cana-de-açúcar irrigada no semiárido Paraibano. Foi realizado o acompanhamento das atividades desenvolvidas no sistema consorciado para quantificar os insumos utilizados por meio da análise emergética. Foram calculados os índices de: Transformidade (TR), Índice de Renovabilidade (%R), Razão de Rendimento Emergético (EYR), Razão de Investimento Emergético (EIR) e Taxa de Intercâmbio Emergético (EER). A transformidade obtida foi de 12662,86seJ/J. A renovabilidade foi de 32,27%, indicando que o sistema é pouco dependente de energia não renovável. O EYR obtido foi de 1,77, enquanto que a taxa de intercâmbio emergético foi de 2,29. A emergia total que o sistema utilizou foi de 1,7E+16seJ/ha.ano, os valores obtidos para o consórcio não é sustentável, sendo um indicativo de produção que se enquadrem na perspectiva da sustentabilidade.

Palavras-chave: emergia, sistema agrícola, energia.

Abstract: The aim of this study was to evaluate, through the emergy analysis, the environmental impacts and the economic viability in the castor bean production associated with sugar cane under irrigation in the Paraibano semi-arid. It was conducted a monitoring of activities carried out in the intercropping system to quantify the inputs used by the emergy analysis. Indices were calculated: Transformity (TR), index of Renewability (%R), Emergy Yield Ratio (EYR), Emergy Investment Ratio (EIR) and Emergy Exchange Rate (EER). The transformity obtained was 12662.86 seJ/J. In each transformation, the higher the energy given off in the production process, the greater will be the emergy final value for the agricultural production. The renewability was 32.27, indicating that the system is not dependent on non-renewable energy. The EYR obtained was 1.77, while the Emergy Exchange Ratio was 2.29. The total emergy used by the system was 1.7E+16 seJ/ha.year. The values which highlights the great potential of the emergy methodology, serving as a call the best to choose production systems that fit in the context of sustainability.

Keywords: emergy, agricultural system, energy.

INTRODUÇÃO

As áreas em processo de degradação e de intensidade baixa somam mais de 20 milhões de hectares, correspondendo a cerca de 22% da região semiárida, as causas desses processos, quase todas de origem antrópica, estão associadas, principalmente, a práticas inadequadas de exploração de seus recursos físicos e biológicos, destacando-se, entre elas, os sistemas de cultivos esporádicos, o superpastejo da caatinga e o extrativismo predatório (SÁ et al., 2007). O resultado é que ainda predominam os sistemas agrícolas de base familiar explorados com baixa eficiência de produção, responsáveis por uma crescente degradação dos seus recursos naturais.

A análise emergética é uma ferramenta de avaliação econômica utilizada no campo da economia ecológica. Por meio dos conceitos de qualidade da energia, e fluxos

opostos de energia e dinheiro na economia, ela fornece uma base comum para se medir o “preço ecológico” dos recursos da economia, permitindo que esses recursos sejam comparados com os recursos da natureza (Kamiya, 2005). Quando analisada a eficácia de um sistema agrícola de produção, deve ser considerado duas abordagens importantes e complementares: a produtiva (produção física obtida) e a econômica (custos de produção e a lucratividade) (Bueno & Romero, 2006).

A manutenção da população rural nos rincões da economia do país, que depende de ações que venham acompanhadas de um conjunto de inovações técnicas, econômicas e sociais adaptadas às condições locais e que sejam capazes de valorizar os recursos produtivos em suas diversas combinações. Dentre estas, o policultivo encontra-se como um sistema de cultivo de bastante expressão, principalmente em pequenas propriedades, onde destaca-se a estabilidade de produção, maior eficiência de mão-de-

*autor para correspondência

Recebido para publicação em 01/09/2012; aprovado em 04/11/2012

¹ Doutorando em Recursos Naturais/UFMG, Campus de Campina Grande-PB. E-mail: ralbuquerque_cg@yahoo.com.br*

² Prof. associado IV da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFG, Campina Grande-PB. E-mail: zedantas@deag.ufcg.edu.br

³ MSc em Ecologia e Conservação. Universidade Estadual da Paraíba. E-mail: antonniogomess@gmail.com

obra e diversificação alimentar (Nascimento; Leonardo & Figuerêdo, 2011). A eficiência do consórcio depende de uma variedade de fatores, como escolha de cultivares adaptadas ao sistema, arranjo espacial das culturas componentes, densidade de plantio, entre outros (Barros Júnior et al., 2005).

Dentre as culturas mais exploradas em regiões semiáridas do Brasil de produção da cana-de-açúcar e da mamona, estão em destaque. Porém, este trabalho pretende a partir da utilização da análise emergética, mensurar os impactos ambientais e a viabilidade econômica na produção da mamona consorciada com a cana-de-açúcar irrigadas com água superficial no semiárido Paraibano. Com essas informações permitem descrever e comparar os impactos ambientais do modelo convencional de produção das culturas com modelos alternativos mais sustentáveis de produção de agroenergia com a finalidade de sustentar políticas públicas que favoreçam o desenvolvimento do ciclo de vida mais sustentável.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em uma área situada nos municípios de Campina Grande (7°13'51"S, 35°52'51"W) e Queimadas (7°21'28"S, 35°53'52"W). A água utilizada foi proveniente do rio Bodocongó, pertencente à bacia hidrográfica do rio Paraíba.

A área experimental foi de 3600 m², o solo da área é um Neossolo Regolítico eutrófico segundo a nova classificação proposta pela Embrapa (2006), possui textura média, franco-argilo-arenosa (FAA), com capacidade de armazenar, em média, 61 mm de água. Os dados meteorológicos foram obtidos pela estação meteorológica da Embrapa Campina Grande, referentes ao período de cultivo.

A espécie de mamona utilizada foi a cultivar BRS Energia considerada precoce, com ciclo médio de 120 dias e porte baixo apresentando altura de 1,4 m que tem mostrado adaptação a diferentes ecossistemas em que ocorram precipitações pluviais adequadas ao desenvolvimento e crescimento da planta (pelo menos 500 mm) (Embrapa, 2007). O plantio da mamona de acordo com o espaçamento realizou-se dentro de cada parcela logo após a germinação da cana-de-açúcar, a qual foi utilizado a variedade SP 791011, o espaçamento utilizado foi um metro entre as fileiras, prevendo-se trabalhar com uma densidade de 16 gemas por metro linear. No preparo da área foram utilizadas, apenas, uma subsolagem e uma gradagem.

Os tratamentos resultaram da combinação de quatro lâminas de irrigação referentes à reposição de água de 50, 75, 100 e 125% da evapotranspiração da cultura, com quatro espaçamentos de mamona correspondentes a (1 x

0,5m), (1 x 1m), (1 x 1,5m) e (1 x 2m), o que refletiu em 20000, 10000, 6666 e 5000 plantas por hectare, respectivamente.

A área total do experimento foi de 2880 m², subdividida em quatro setores de irrigação, cada um com doze parcelas de espaçamentos da mamona. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas sendo as lâminas de irrigação distribuídas em faixas e os espaçamentos de mamona compondo as subparcelas. A parcela experimental consistiu de 6 fileiras de cana-de-açúcar com 10 m de comprimento, espaçadas 1 m, intercaladas com mamona totalizando 60 m². A área útil da parcela considerada para coleta dos dados, foi composta de 4 fileiras centrais com 8 m lineares (deixando-se 1 m em cada extremidade da fileira, como bordadura), totalizando 32 m². Ao longo da condução da pesquisa, foram realizados os tratamentos culturais.

A colheita da mamona foi realizada aos 122 dias após o plantio e a cana-de-açúcar foi colhida aos 365 dias após o plantio da mamona, sendo acompanhando o crescimento e desenvolvimento.

Para a realização da análise emergética foi utilizado a metodologia proposta por Odum (1971), adaptado por Ortega (2002), para tanto utilizou o Programa The Visio Language of Business (2000), para elaboração dos diagramas ecossistêmicos e numéricos. Para elaboração das planilhas de dados emergéticos foi necessário os valores dos recursos naturais existentes no Manual de Cálculo de Emergia, disponível no site do LEIA – Laboratório de Engenharia Ecológica e Informática Aplicada da UNICAMP, utilizando o Microsoft Office Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontra-se o resumo das análises de variância das variáveis rendimento da mamona e da cana-de-açúcar. O rendimento de mamona decresceu com a redução de sua própria população, com uma produção de 785,86 Kg ha⁻¹. O nível populacional ótimo desta cultura deverá estar num patamar superior a 20000 plantas ha⁻¹. Os mais elevados rendimentos obtidos de mamona 885,26; 840,16 e 804,25 kg ha⁻¹, foram registrados nos menores espaçamentos, onde se encontra maior número de plantas. Este resultado corrobora os obtidos por Donald (1963), o qual afirma que plantas submetidas a densidades populacionais crescentes tendem a apresentar aumento de rendimento em decorrência da presença de maior número de plantas por unidade de área. É evidente que esse referido aumento só se verificará até o atingimento do nível populacional ótimo, além do qual haverá redução de rendimento.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância (quadrados médios) e valores médios das variáveis rendimento da mamona (Kg ha⁻¹) e rendimento da cana-de-açúcar (ton ha⁻¹)

Fonte de variação	GL	Rendimento	
		Mamoma (Kg ha ⁻¹)	Cana-de-açúcar (ton ha ⁻¹)
Lâmina (L)		71848,07	1017,20
Espaçamento (E)		25087,46	97,29
L x E		34580,27	350,75
Resíduo		14330,33	527,55
CV (%)		14,21	25,52
Valores médios			
Espaçamento (E)			
1x0,5 m		885,26	51,95
1x1 m		840,16	59,31
1x1,5 m		804,25	64,29
1x2 m		785,86	69,57

O diagrama dos fluxos emergéticos para o sistema de produção da mamona (20000 plantas por hectare) consorciada com cana-de-açúcar estão apresentados na Figura 1, onde estão demonstradas as principais entradas e saídas do sistema e as suas interações.

Como entradas no sistema foram consideradas: sol, chuva, nitrogênio atmosférico, que são os recursos da natureza. Os materiais utilizados pelo sistema da

propriedade foram: sementes, PVC dos implementos de irrigação, aço dos implementos agrícolas, adubos artificiais de NPK (ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio), combustíveis fósseis e eletricidade. Os serviços utilizados neste diagrama foram: mão-de-obra externa. A fonte de materiais e serviços engloba todos os recursos da economia que são utilizados no sistema.

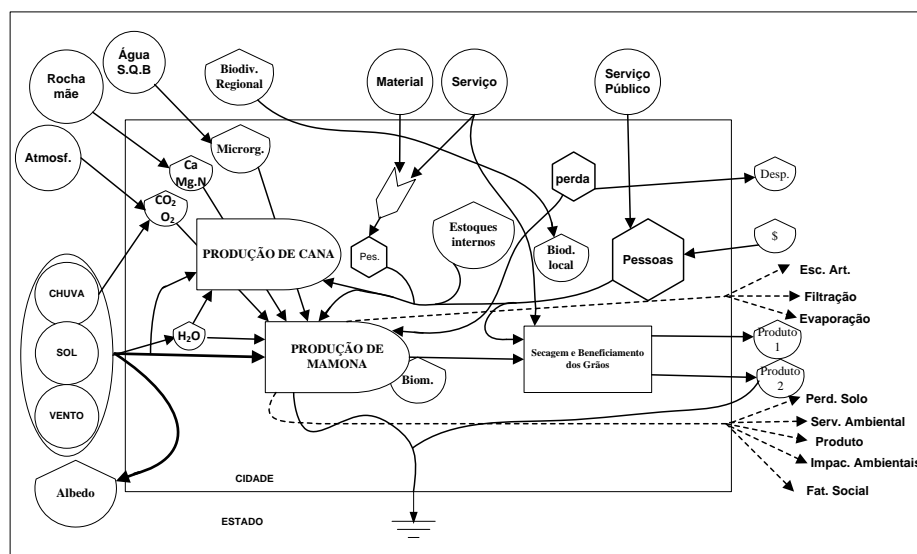


Figura 1. Diagrama ecossistêmico do Ambiente Semiárido, região da Fazenda Ponta da Serra, na produção da cana-de-açúcar utilizando irrigação com água superficial de baixa qualidade

Legenda: Recursos Renováveis: Chuva, Sol, Vento, Albedo (Excesso de Recursos Renováveis não aproveitáveis); Não Renováveis: Atmosfera, Rocha mãe (nutrientes), Água superficial de baixa qualidade (Elementos: Ca, Mg, N, Na, Cl, B, Microrganismos, Matéria Orgânica); Materiais (Fertilizantes); Serviços: Pessoas, Perda, Serviço Público, Despesas. Outros: Biodiversidade Regional, Biodiversidade Local, Perda (Evapotranspiração), Impactos ambientais, Fatores sociais, Perda do Solo, Serviços ambientais: Escoamento Artificial, Filtração, Evaporação.

Os serviços ambientais também estão no diagrama para mostrar que são resultados da biodiversidade (flora/fauna), servindo apenas para evidenciar a importância da biodiversidade em ecossistemas e sua relação com sistemas antrópicos. A biomassa foi contabilizada como produto, com valor de energia produzida, relacionando a idade e área dos setores com mata, mas não possui um valor econômico, pois não há trabalhos de valoração da biomassa. A perda de solo (erosão) foi considerada como recurso natural não-renovável.

Na Tabela 2 estão apresentados os valores dos fluxos que foram calculados para realizar a análise emergética. Nesta, pode ser observado que o recurso chuva contribuiu com 5,80% e a água do córrego com 28,67% do total de energia, sendo estas totalmente renováveis, equivalendo 34,49%. Outro item importante é a perda de solo, que é proveniente dos recursos não-renováveis correspondendo a 6% da energia total do sistema, a energia total que o sistema utiliza é de $1,7E+16$ seJ/ha.ano.

Este resultado era esperado de acordo com a teoria emergética de Odum, ao qual a produção de biomassa através de fluxos renováveis e da economia, demonstram a

pouca eficiência deste processo, pela utilização de materiais não-renováveis, e altas taxas de transformidade emergética, aumentando assim a entrada de energia total.

O melhoramento deste índice depende da diminuição na utilização de recursos da economia (Pereira e Ortega, 2010), alguns estudos indicam que a adoção de método agrícolas mais ecológicos e/ou orgânicos se utilizam de menos insumos e reciclam produtos, internos e subprodutos, e como também a policultura, assim como as culturas consorciadas (Martin et al. 2006; La Rosa et al. 2008; Pereira et al. 2010).

Tabela 2 - Avaliação Emergética do sistema de produção da mamona consorciada com cana-de-açúcar e irrigada com água superficial de baixa qualidade

ITEM	FRAÇ. REN.	UNID. ANO	CONVERS. UNIDADES	TRANSF. Sej/UNID	FLUXO EMERG.	FLUXO E.Ñ.R.	FLUXO E.TOT.	%
Recursos Naturais								40,49
Renováveis (R)								34,49
1. Sol	20,00	J	3,60E+10	1	7,20E+11	0	7,20E+11	0,00
2. Vento	3,10	J	4,08E+08	2450	3,10E+12	0	3,10E+12	0,02
3. Chuva	0,62	J	5,00E+10	31000	9,61E+14	0	9,61E+14	5,80
4. Á de córrego	0,54	J	5,00E+10	176000	4,75E+15	0	4,75E+15	28,67
Não Renováveis (N)								6,01
5. Perda solo	25000,0	Kg	2,26E+05	176000	9,94E+14	416,970	416,970	6,00
6. P. biodivers.	10,0	Kg	2,26E+05	176000	3,98E+11	0,167	0,167	0,00
7. P. Pessoas	0,01	J	1,61E+09	7,38E+04	1,19E+12	1610,000	1,61E+03	0,01
Recursos da economia								59,51
Material (M)								55,42
8. Sem. Fisc. ¹	12000,0	kg	1	6,60E+11	7,92E+15	7920,000	7920,000	47,78
9. Sem. Fisc. ²	19,00	kg	1	1,98E+11	3,76E+12	3,762	3,762	0,02
10. Ureia	90,00	kg	1	4,93E+11	4,44E+13	43,926	44,370	0,27
11. S. simples	90,00	kg	1	7,12E+11	6,41E+13	63,439	64,080	0,39
12. C. Potássio	80,00	kg	1	1,78E+11	1,42E+13	14,098	14,240	0,09
13. E. Elétric.	250,00	kWh	3,60E+06	3,36E+05	3,02E+14	302,400	302,400	1,82
14. Gasolina	20,00	L	3,14E+07	6,60E+04	4,14E+13	41,448	41,448	0,25
15. Balança	0,50	kg	1	1,80E+12	9,00E+11	0,900	0,900	0,01
16. Madeira	41,25	kg	1	3,90E+11	1,61E+13	16,088	16,088	0,10
17. Mang. Pol.	24,00	kg	1	4,30E+12	1,03E+14	103,200	103,200	0,62
18. Canos PVC	155,24	kg	1	4,30E+12	6,68E+14	667,532	667,532	4,03
19. Bomba Irrig.	4,72	kg	1	1,80E+12	8,50E+12	8,411	8,496	0,05
Serviços (S)								4,09
20. M.O.S.	10020000,00	J	1	2,41E+06	2,41E+13	22,941	24,148	0,15
21. M.O.Q.	210000,00	J	1	7,23E+06	1,52E+12	1,518	1,518	0,01
22. A. Solo	22,50	US\$	1	3,00E+12	6,75E+13	63,450	67,500	0,41
23. Grad. Solo	75,00	US\$	1	3,00E+12	2,25E+14	213,750	225,000	1,36
24. A. água	7,50	US\$	1	3,00E+12	2,25E+13	21,150	22,500	0,14
25. Plantio	37,50	US\$	1	3,00E+12	1,13E+14	106,875	112,500	0,68
26. Colheita	75,00	US\$	1	3,00E+12	2,25E+14	213,750	225,000	1,36
Proc.Prđ.(Y)								
27. Mamona	Energia Total = $1,7E+16$ sej/ha/ano							

Legenda:

Sem. Fisc.¹ (Cana-de-açúcar)

Sem. Fisc.² (Mamona)

A. Água (Análise de água);

Grad. Solo (Gradagem do solo)

A. Solo (Análise de solo)

M.O.S. (Mão de obra simples);

M.O.Q (Mão de obra qualificada);

Bomba Irrig. (Bomba de irrigação)

E. Eletric. (Energia elétrica);

S. simples (Superfosfato simples)

Na Figura 2 verifica-se os fluxos emergéticos de forma simplificada, resumindo os itens da Tabela 2, mostrando a contribuição dos recursos da natureza ($I= R+N$), e os serviços da economia ($F= M + S$), divididos em materiais e serviços. Agregado os fluxos de exportação a partir dos sistemas em um fluxo (Y).

No presente trabalho o fluxo de entrada de recurso ambiental total foi de 671,6 sej/ano, enquanto o

rendimento econômico, equivale a 986,6 sej/ano, sendo o total da energia 1700 sej/ano. A razão de rendimento de energia (EYR) é utilizado para avaliar o potencial contribuição do sistema agrícola para a economia. Para evitar gregar as perdas econômicas, a saída de um sistema deve ser pelo menos igual ao investimento, que é quando a proporção de rendimento emergética é pelo menos igual a 1,0 (Chen et al., 2006).

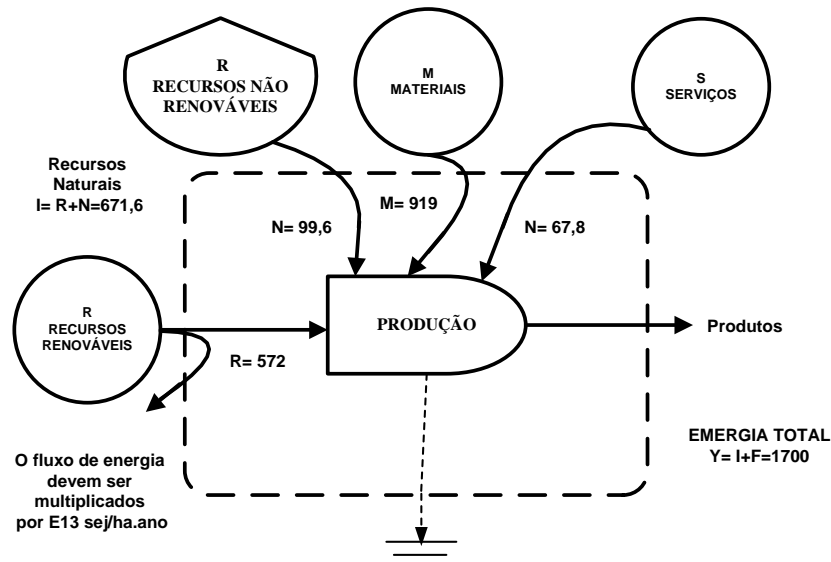


Figura 2. Diagrama do fluxo de energia agregado da produção da mamona

Na Tabela 3, são apresentados os índices emergéticos do sistema produção em estudo, são estes a transformidade, a taxa de carga ambiental, renovabilidade, rendimento emergético, investimento emergético e intercâmbio energético. A transformidade obtida foi de 12662,86 sej/J, sendo o valor muito alto se comparada a produção de óleo pela soja (151,58) valor obtido por Ortega et al. (2005). Quanto maior for a transformidade menos eficiente é o sistema produtivo (Pereira & Ortega, 2010). Em cada transformação, quanto maior a energia despendida no processo de produção, maior será o valor emergético final para o produção agrícola.

A taxa de carga ambiental (ELR), é a relação entre as entradas de energia de fora do sistema dividida pela energia renovável representa o ambiente relação de carga (a soma de não-renováveis local e recursos externo, divididos pelos recursos locais renováveis), indica a pressão que um processo sobre os ecossistemas locais devido à importação da energia e dos materiais que não são nativos, apresentou valor de 2,77 para o sistema estudado. Valores menores que 2 indicam uma menor pressão no meio ambiente local em que ocorrem. Valores de 3 a 10 indicam que o sistema local sofre impactos moderados (Brown & Ulgiati, 2004).

A renovabilidade (% R) é a razão entre a energia dos recursos renováveis (R) dividido pela energia total usada

no sistema (Y), sendo um indicador de sustentabilidade. De acordo com a Tabela 3, a renovabilidade do sistema produtivo foi de 32,27 %, indicando que o sistema é pouco dependente de energia não renovável.

O Rendimento emergético (EYR) é a razão entre os fluxos de energia (Y) e o fluxo de materiais e serviços da Economia. Segundo Ortega (2004), os valores da taxa de rendimento (EYR) para produtos agrícolas variam de 1 a 4. O menor valor corresponde à unidade, que acontece quando a contribuição da natureza é nula. Esse índice mede a contribuição do ambiente (geralmente gratuita) para a produção. O índice obtido foi de 1,77 indicando que cada unidade de energia do sistema indica uma contribuição de baixa a moderada (Brow & Ulgiati, 2004).

A taxa de investimento (EIR=F/I) é um índice que mede a proporção entre os recursos da economia com custo monetário (F) e a energia da natureza gratuita (I). É uma medida da viabilidade econômica. Para a propriedade em estudo este índice foi de 1,29 indicando que o sistema utiliza uma grande quantidade de recursos da economia. Se comparada as taxa de investimento para plantações ecológicas e tradicionais de soja que apresentaram EIR (0,45 e 0,85, respectivamente) (Ortega et al. 2005). Com custos monetários elevados e a contribuição ambiental é baixa para o sistema os custos são altos.

A taxa de intercâmbio emergético (EER) avalia-se na venda dos produtos, o sistema está recebendo toda a energia empregada na produção. O valor de 2,29 indica que o sistema de produção gasta 2,29 vezes mais energia para produzir seu produto final do que o valor obtido pelo dinheiro. Isto indica que mesmo agregando valor aos seus produtos, a propriedade não consegue receber toda a energia gasta durante todo o processo de produção.

No sistema de produção avaliado, o produtor não recebe por todo o trabalho incorporado, pois a composição do preço de mercado não contabiliza as contribuições da natureza na produção do bem, nem a qualidade dos insumos energéticos utilizados. Odum, (1996) propõem o uso dos índices emergéticos para fornecer à sociedade valores quantitativos sobre os diversos tipos de culturas.

Tabela 3 - Avaliação Emergética do sistema de produção da mamona irrigado com água superficial de baixa qualidade

ÍNDICE	CÁLCULO	VALOR	UNIDADE
Transformidade	$TR = Y/E$	12662,86	Sej/J
Renovabilidade	$\%R=100.(R+Mr+Sr)/Y$	32,27	Renováveis/ Recursos totais
Rendimento Emergético	$EYR=Y/(Mn+Sn)$	1,77	Captura energia da natureza
Investimento Emergético	$EIR=(Mn+Sn)/(R+Mr+Sr+N)$	1,29	Recursos comprados/ Recursos grátis
Taxa de carga ambiental	$ELR =(N+F)/R$	2,77	Rec. não renováveis/renováveis
Intercâmbio Emergético	$EER=Y/[(\$).(sej/\$)]$	2,29	Energia que cede e Energia que recebe

CONCLUSÕES

A metodologia emergética é importante para avaliar os sistemas produtivos no que se refere a questão ambiental e energética, auxiliando em tomadas de decisão para agricultores, além de analisar o sistema produtivo consorciado, incluindo-se como ferramenta diferente e eficazna análise custo-benefício.Com relação à análise emergética realizada noconsorcio da mamona com a cana-de-açúcar o sistema produtivo não é considerado sustentável por utilizar valores emergéticos altos.

Neste estudo ficou evidenciado a grande potencialidade da metodologia emergética como ferramenta para diagnóstico ambiental de sistemas agrícolas, fazendo com que o produtor possa tomar decisões, servindo como um indicativo para a população escolher sistemas de produção que mais se enquadrem dentro da perspectiva da sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

Barros Júnior, A.P.; Bezerra Neto, F.; Negreiros, M.Z. De; Oliveira, E.Q. De; Silveira, L.M. Da; Câmara, M.J.T. Desempenho agrônômico do bicultivo da alface em sistemas consorciados com cenoura em faixa sob diferentes densidades populacionais. **Horticultura Brasileira**.v.23, p.712-717.2005.

Brown M., Ulgiati S. Emergy analysis and environmental accounting.**Encyclopediaof Energy**.v.2, p. 329–53.2004.

Bueno, O.C.; Romero, M.G.C. Participação da energia fóssil no agroecossistema algodão em explorações agrícolas familiares. **Anais...** 6º Encontro de Energia no Meio Rural. p. 629.2006.

Chen CW, Chiang WL, Tsai CH (2006). —Fuzzy Lyapunov Method for Stability Conditions of Nonlinear Systems. *Int. J. Artif.Intell. Tools*, 15: 163-171.

Donald, C.M. Competition among crop and pasture plants. **Advances in Agronomy**, New York. v. 15, p. 1-118.1963.

EMBRAPA. **Cultivo da Mamona: diagnóstico sobre a tecnologia de cultivo de mamona na região de Irecê, BA**, por Fábio Aquino de Albuquerque. Campina Grande.p. 17. 2007.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro:EMBRAPA-SPI, 2006.

La Rosa AD, Siracusa G, Cavallaro R. Emergy evaluation of Sicilian red orangeproduction. A comparison between organic and conventional farming. **Journalof Cleaner Production**.v.16, p.1907–14.2008.

Kamiya, D.S. Análise emergética on-line para diagnóstico de sistemas agrícolas. Faculdade de Engenharia de Alimentos,Unicamp, Campinas. 2005.164p. Dissertação Mestrado.

Martin J.f., Diemont S.A.W., Powell E., Stanton M., Levy -Tacher S. Emergyevaluationof the performance and sustainability of three agricultural systems with different scales and management.*Agriculture, Ecosystems and Environment*. v.15, p.128–40.2006.

Nascimento, J.A.M. do.; Leonardo, F. de A.P.; Figuerêdo, D.J.C. Sistemas Culturais: monocultivo, policultivo, bases científicas da consorciação, uso eficiente da terra e análise energética. **In:** Beltrão, N.E.M.; Ferreira, L.L. (Organizadores) Tópicos de manejo de cultura. Areia, UFPB. p. 200.2011.

Odum, H.T., 1996. Environmental Accounting: Emergy and Environmental Decision Making. John Wiley, New York. 370p.

Ortega, E.; Enani, M.; Diniz, G. Certification of food products using emergy analysis. Proceedings of III International Workshop Advances in Energy Studies: reconsidering the importance of energy. September, 24-28, Porto Venere, Italy. p. 227-237.2002.

Ortega E.; Cavalett O.; Bonifácio R.; Watanabe M.; Brazilian Soybean Production: Emergy Analysis with Expanded scope. Bulletin of Science, Technology & Society. v. 25, p. 323-334.2005.

Pereira C.L.F & Ortega E. Sustainability of large-scale ethanol production from sugarcane. Journal of Cleaner Production. v.18, p. 77-82.2010.

Sá, I.B.; Sá, I.I. da S.; Silva, D.F. da. Geotecnologia conciliando preservação ambiental e fortalecimento das atividades produtivas na região do Araripe-PE. In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 13., 2007, São José dos Campos. Anais... São José dos campos: Inpe, 2007.