1st INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION
IV SEMANA PAULISTA DE P+L
CONFERÊNCIA PAULISTA DE P+L

Monitoração da Sustentabilidade Ambiental da Fazenda de Café

Ogura Y.[a], Giannetti B.F.[b], Almeida C. M. V. B.[c], e Bonilla S.H.[d]

a. *Universidade Paulista , São Paulo, yoshisuke.ogura@pascaltec.com.br*

b. *Universidade Paulista, São Paulo, biafgian@unip.br*

c. *Universidade Paulista, São Paulo, cecivbg@terra.com.br*

d. *Universidade Paulista, São Paulo, shbonilla@hotmail.com*

Resumo

O Cerrado é o segundo maior ecosistema do Brasil depois da floresta Amazônica e atualmente pode ser um alvo de iminente destruição devido a extensiva plantação de cultivos agrícolas. Uma ferramenta gráfica foi empregada para avaliar a performance ambiental da produção de uma fazenda de café. Esta ferramenta agrega as propriedades do triângulo equilátero e o conceito de emergia.. Este trabalho apresenta uma avaliação da sustentabilidade ambiental compreendendo as safras dos anos de 1997 a 2006 da produção de café em uma fazenda situado no município de Coromandel, no estado de Minas Gerais. Resultados indicam que a produção do café em grão verde brasileiro está em conformidade com os indicadores ambientais avaliados em outros estudos acadêmicos na área da agricultura. Possibilitam também a análise de dados de produção relacionando-os com os indicadores ambientais, na qual observamos uma faixa de produção otimizada com uma boa performance ambiental.

Palavras-chave: Contabilidade Ambiental, Emergia, Diagrama Ternário, Produção de Café

1. Introdução

O café, historicamente tem sido um dos principais produtos brasileiros de exportação. O cultivo do café tem sido marcado por vários ciclos de desbalanceamento ambiental causada pela realimentação desordenada dos ecosistemas naturais , aliada a degradação dos solos devido às extensas áreas cultivadas, levando nos séculos passados até a exaustão dos recursos do solo. Atualmente, o café tipo exportação é colhido na região Mogiana em São Paulo, no Cerrado , Zona da Mata e região sul de Minas Gerais.
A região do Cerrado é conhecida por sua rica biodiversidade,mas também pela sua extensiva plantação de café e soja , bem como de outros cultivos agrícolas. Esta combinação de fatores constituem um desafio de fundamental importância para a indústria cafeeira brasileira.Como desenvolver a produção de café de uma maneira sustentável. Desenvolvimento sustentável deve considerar aspectos econômicos, sociais, ambientais e políticos.Desta maneira somente uma visão holística pode manter um desenvolvimento a longo prazo, sem que haja degradação nestes

quatro elementos constituintes.Neste contexto, a rastreabilidade surge como uma importante ferramenta desenvolvida para assegurar não só um produto de alta qualidade, mas também a responsabilidade social embutida no processo produtivo. Café do Cerrado foi o primeiro a receber este tipo de certificação e seu código de barras incluem informações sobre sua origem e características [1]. O desenvolvimento da sustentabilidade ambiental tem como alvo, obter vantagens do sistema
produtivo em consonância com a capacidade de suporte do ecosistema, utilizando com eficiência os recursos disponíveis. Deste modo, produzir de maneira sustentável requer definições e implementações de um conjunto de regras que devem refletir uma postura clara e transparente em relação ao ambiente, e colocar estas regras em uma métrica científica concomitantemente com uma ferramenta gráfica, é o que está sendo apresentado neste trabalho. Este estudo propõe a avaliação da sustentabilidade ambiental de uma fazenda de café, voltado para a exportação, localizado no sudoeste do estado de Minas Gerais, entrada do Cerrado Brasileiro. Um memorial de cálculo de emergia foi preparada de acordo com os procedimentos preconizados por Odum [2], estimando-se cada processo de produção, por incorporação da energia para produzi-los, por meio da qual se calcula a sustentabilidade do sistema desta fazenda. Os resultados são mostrados nos diagramas ternários, gerados pela ferramenta gráfica.

2. Metodologia

Uma análise da emergia foi avaliada para cada safra da produção do café no Cerrado. Emergia é definida como a soma das energias disponíveis, energia previamente armazenadas, requeridas direta ou indiretamente para produzir um produto ou serviço. A unidade de emergia é emjoules. A transformidade é uma medida que determina a qualidade do produto ou processo e a eficiência da produção. A partir de levantamentos contábeis de cada safra do café, foram determinados os materiais agrícolas e entradas econômicas do sistema da fazenda assim como foram pesquisados os valores dos recursos da natureza para cada safra. Estes dados foram convertidas para fluxos de emergia (medidas como "solar emergy joules – sej") usando a tabela de cálculo da emergia de Odum [2] e Brown[3]. O resultado é mostrado na tabela 1, relativo a safra de 2006.
Para melhor avaliar os vários aspectos da sustentabilidade , relacionamos quatro índices que consideramos importante para o sistema produtivo do café.
- EYR (emergy yield ratio) é calculado através da divisão da emergia total do sistema pelo total de recursos da economia(F).Este valor é sempre maior que um e sinaliza a competitividade do sistema. Maior valor deste índice , melhor é o retorno obtido por unidade de emergia investido.
- ELR (environmental loading ratio) é calculado através da divisão dos recursos não renováveis (N) somado aos recursos da economia(F) pelo recursos renováveis(R) . Representa a pressão exercida pelo sistema produtivo no ecosistema local.
- EIR (environmental investiment ratio) é a razão entre os valores dos recursos da economia pelos valores dos recursos naturais renováveis e não renováveis.Resultados perto de zero indicam que o ambiente tem uma alta contribuição para a produção.
- SI (sustentability index) é calculado pela razão entre o rendimento energético e o indice de carga ambiental,
Estes índices são calculados pela ferramenta gráfica após a entrada dos dados [4][5].

Tabela 1- Emergia da Produção de Café – safra 2006

Item	Café Descrição	Unid.	Classe	Valor/ (unid/ano.ha)	emergia/unid. (sej/unid.)	Emergia (sej/ano/ha)
	Plantação					
1	Sol	J	R	5,97E+13	1,00E+00	5,97E+13
2	Energ. Cinet. Vento	J	R	6,45E+06	1,50E+03	9,68E+09
3	Energ. Quim.Chuva	J	R	8,27E+10	1,82E+04	1,51E+15
4	Energ. Geopot .Chuva	J	R	8,21E+06	1,05E+04	8,62E+10
5	En Geop Chuva Geofisico	J	R	1,81E+09	1,05E+04	1,90E+13
6	Fertilizante Organico	J	R	2,63E+05	1,27E+08	3,34E+13
7	Erosão do Solo	J	N	9,95E+07	7,40E+04	7,36E+12
8	Diesel e Lubrificante	J	F	1,67E+09	6,60E+04	1,10E+14
9	Máquinas Agrícolas	g	F	1,61E+04	6,70E+09	1,08E+14
10	Mão de Obra	J	F	1,85E+08	4,30E+05	7,95E+13
11	Adubos	G	F	0,00E+00	1,00E+09	0,00E+00
12	Calcareo	g	F	7,41E+04	1,00E+09	7,41E+13
13	Defensivos	g	F	3,06E+03	1,48E+10	4,52E+13
14	Fertilizante: Nitrogênio	g	F	1,65E+05	6,62E+09	1,09E+15
15	Fosfato	g	F	7,14E+04	9,35E+09	6,67E+14
16	Potássio	g	F	1,21E+05	9,32E+08	1,12E+14
17	Fertilizante Orgânico	g	F	6,44E+05	1,27E+08	8,18E+13
18	Pulverização Química	g	F	1,74E+01	1,00E+09	1,74E+10
19	Materiais Manutenção	g	F	7,51E+03	2,64E+09	1,98E+13
	Colheita					
20	Máquinas Agrícolas	g	F	3,58E+03	6,70E+09	2,40E+13
21	Diesel e Lubrificante	J	F	1,83E+09	6,60E+04	1,21E+14
22	Mão de Obra	J	F	1,28E+09	4,30E+05	5,50E+14
23	Colheitadeira	g	F	1,44E+04	2,64E+09	3,80E+13
24	Consumo Diesel	J	F	2,56E+03	6,60E+04	1,69E+08
25	Alojamento	g	F	2,50E+01	2,42E+09	6,05E+10
26	Piso	g	F	8,53E+02	2,42E+09	2,07E+12
27	Telhado Madeira	g	F	1,34E+06	8,19E+03	1,10E+10
28	Telhado Telha Cimento	g	F	1,17E+03	2,42E+09	2,82E+12
29	Telha Fibra Sintética	g	F	6,13E+01	2,64E+09	1,62E+11
	Secagem					
30	Sol	J	R	1,29E+11	1,00E+00	1,29E+11
31	Energ. Cinet. Vento	J	R	1,12E+08	1,50E+03	1,68E+11
32	Evaporação	g	R	5,56E+05	1,45E+05	8,06E+10
33	Energia Elétrica	J	F	7,73E+07	1,28E+05	9,90E+12
34	Terreiro (cimentado)	g	F	3,33E+04	2,42E+09	8,05E+13
35	Tulha Alvenaria	g	F	2,75E+03	2,42E+09	6,65E+12
36	Tulha (madeira)	J	F	4,83E+07	8,19E+03	3,95E+11
37	Telhado Fibrocimento (95%)	g	F	3,55E+03	2,42E+09	8,58E+12
38	Fibra Sintética (5%)	g	F	1,87E+02	2,64E+09	4,93E+11
39	Máquinas Agrícolas	g	F	1,79E+03	6,70E+09	1,20E+13
40	Mão de Obra	J	F	2,05E+07	4,30E+05	8,83E+12
41	Secadora	g	F	5,33E+03	4,45E+09	2,37E+13
42	Motores	g	F	3,50E+01	4,10E+09	1,44E+11
43	Correia Elevador	g	F	4,40E+00	2,64E+09	1,63E+10
44	Caneco Elev Secador	g	F	2,12E-01	4,13E+09	8,75E+08

Os dados de produção foram obtidos da fazenda de café Santo Inácio em Coromandel, no Cerrado mineiro, que produz café em grãos verdes para exportação (Cerrado Coffee). A fazenda tem 140 ha, das quais 54 ha estão cultivados com 160,000 pés de café (Coffea arabica L.).

3. Resultados

A tabela 2 , gerada pela ferramenta gráfica, mostra o resultado da análise em emergia

Tabela 2. Indices de emergia da produção de café de 1997 a 2006.

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Sacas/ ha	17,2	25,56	40,9	6,2	7,46	22,93	2,56	13,02	4,63	22,22
EYR	1,30	1,22	1,18	1,29	1,33	1,31	1,29	1,31	1,32	1,34
EIR	3,31	4,57	5,54	3,49	3,03	3,25	3,42	3,28	3,08	2,93
ELR	3,34	4,61	5,59	3,52	3,06	3,28	3,46	3,31	3,11	2,95
SI	0,39	0,27	0,21	0,37	0,44	0,40	0,38	0,40	0,43	0,46

Acompanhando a performance ambiental ao longo do tempo, podemos fornecer informações adicionais da fazenda de café . Figure 1 mostra o diagrama ternário da emergia contendo dados de produção de 1997 a 2006. Todos os pontos estão localizados dentro da região característica de sistemas agrícolas [6]. Ponto 1 corresponde ao ano de 1997, com produção de 17 sacas Com o aumento do investimento econômico, a produção saltou para 26 sacas em 1998 (ponto 2) e 41 sacas em 1999 (ponto 3), mas a carga ambiental (ELR) passou para o dobro (Fig.1). Ponto 10 corresponde a produção de 2006, onde 22 sacas foram produzidas. Assim, existe uma relação entre a produção e a performance. ambiental

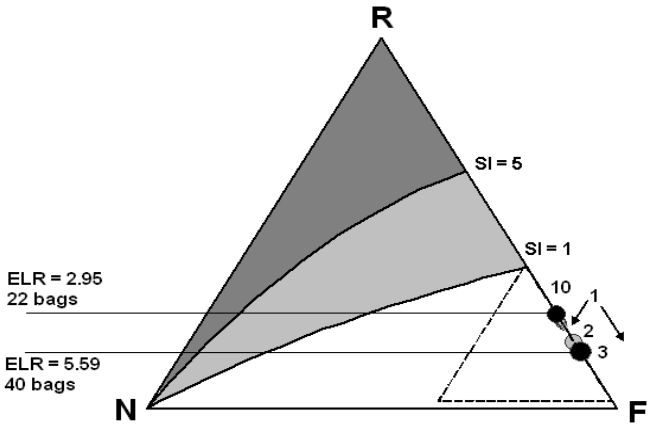

Fig.1. Relatório gráfico de acompanhamento do sistema produtivo do café no Brasil de 1997 a 2006. (1)1997, (2) 1998, (3) 1999 and (10) 2006. Pontos 4 a 6 estão sobrepostos pelo ponto 10. A parte superior do diagrama (cinza escuro) mostra a região (SI > 5) onde sistemas são sustentáveis a longo prazo; a parte intermediaria (cinza) marca a região (1 < SI < 5) onde sistemas são sustentáveis a médio prazo, e parte inferior do diagrama (branco) mostra a região (SI < 1) onde sistema não são sustentáveis [4].

Figura 2 mostra claramente a relação entre a produção e a performance ambiental Transformidade é o inverso da eficiência. Assim, ponto 1 correspondendo a 1997

posiciona-se na região onde SI e eficiência são altos, assim como o ponto 10 . A analise da figura 2 mostra que existe um intervalo ótimo para produção de café (10 < sacas de café/ha < 25) onde eficiência e performance ambiental são maximizados. Se a quantidade de sacas é menor que 10, o SI é alto, mas a eficiência é baixa. Para o ponto 3 (1999) a eficiência é alta, mas o índice de sustentabilidade é baixo. Assim, se a produção por hectare excede 25 sacas, a eficiência aumenta, porém aumenta também o investimento econômico, não favorecendo a performance ambiental.

A ferramenta gráfica adotada para avaliar sistemas agrícolas permite um melhor entendimento da contribuição efetiva das entradas do sistema bem como da sustentabilidade global dos processos produtivos. O uso do triangulo baseado na contabilidade da emergia e índices de emergia para avaliar setores agrícolas proporcionam, não somente calcular a situação efetiva de um dado processo produtivo mas também identificar parâmetros críticos que podem ser transformados, incrementando a performance ambiental do sistema como um todo.

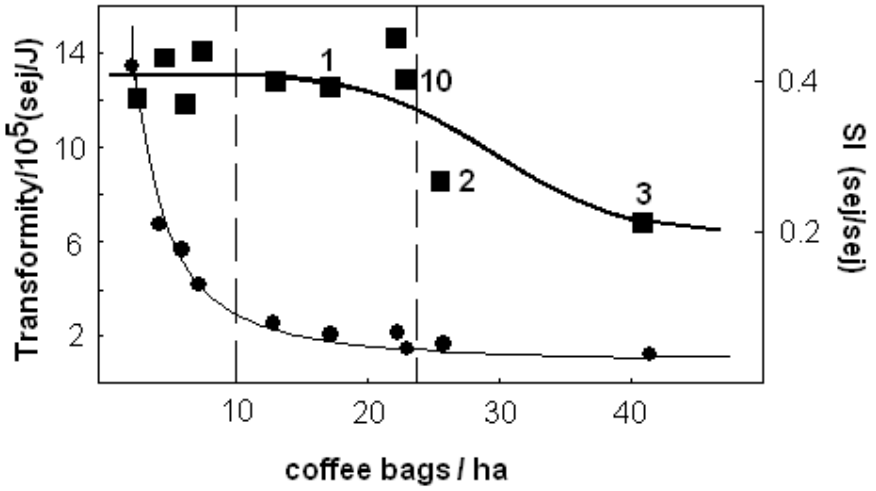

Fig. 2. Eficiência Produtiva(●, inverso da transformidade) e Índices de Sustentabilidade (■, SI) em função de sacas produzidas na fazenda de café Santo Inácio de 1997 a 2006: (1) 1997, (2) 1998, (3) 1999 e (10) 2006.

A localização do sistema produtivo no relatório gráfico proporciona o monitoramento do estado atual do sistema e por meio de indicadores de sustentabilidade fornece prognósticos do comportamento do sistema, objetivando em eventuais mudanças, a melhoria dos processos. Com o uso da ferramenta gráfica , podemos avaliar um processo, identificar a principal força motriz de sua sustentabilidade, diminuir a carga ambiental e calcular a necessidade de investimento econômico. Também permite seguir os efeitos de qualquer mudança tecnológica ou econômica, determinando as conseqüências reais destas ações. Por exemplo ,se emergia é direcionada no sentido de remover ou melhorar o uso de fertilizantes, esta emergia é contabilizada e a posição do ponto mudará no relatório gráfico.As melhores alternativas podem ser simuladas e analisadas. Estabelecendo um intervalo ótimo para a produção por hectare, garantimos uma eficiente produção da fazenda aliados a uma boa performance ambiental.

4. References

[1] Crestana S, Bartholo G, Afonso Jr PC, Mourão EAB, Sustainable coffee economy, www.ico.org/event_pdfs/wcc2/presentations/crestana.pdf, access November, 2006.

[2] Odum HT. Environmental accounting: Emergy and Environmental decision making. New York: Wiley, 1996

[3] Brown MT,Buranakarn V. Emergy indices and ratios for sustainable material cycles and recycle options. Resources, Conservation and Recycling. 38 (2003) 1-22.

[4] Giannetti B, Barrela F, Almeida CMVB. Decision Making tool considering the interaction of the production systems and the environment. Journal of Cleaner Production, 14 (2006) 201-210.

[5] Almeida CMVB, Barrela FA, Giannetti BF, Emergetic ternary diagrams: five examples for application in environmental accounting decision making, Journal of Cleaner Production, 15 (2007) 63-74.

[6] Guarnetti RL, Bonilla SH, Almeida CMVB, Giannetti BF, Agricultural systems studied by the emergetic ternary diagram: influence of the culture type and the environmental analyst's criteria, IV Global Conference on Sustainable Product Development and Life Cycle Engineering, São Carlos, São Paulo, Brazil, October 2006.