



# Uso da emergia para análise da contabilidade ambiental na produção convencional de morango no município de Espírito Santo do Dourado (MG)

Luciana Ferreira Gonçalves<sup>1</sup>

Carlos Cezar da Silva<sup>2</sup>

José Hugo de Oliveira<sup>3</sup>

Leticia de Alcântara Moreira<sup>4</sup>

## Resumo

O presente artigo teve como objetivo analisar e apresentar o resultado obtido pela contabilidade ambiental em emergia de um sistema de produção de morango convencional no município de Espírito Santo do Dourado, Minas Gerais. Foram coletados dados qualitativos no Sítio São Pedro para cálculos emergéticos. O sistema foi analisado por meio dos indicadores ambientais que apresentaram os seguintes valores: Rendimento em Emergia (EYR) 1,20; Investimento em Emergia (EIR) 5,07; Carga Ambiental (ELR) 6,09; Índice de Sustentabilidade (ESI) 0,20; Percentual de Recursos Renováveis (%R) 14,11%; Emergia por Unidade (UEV)  $1,58 \times 10^{09}$  sej/ano; Transformidade  $1,26 \times 10^{09}$  sej/J. Os resultados da contabilidade ambiental em emergia e dos indicadores obtidos foram comparados com os de dois trabalhos realizados anteriormente encontrados na literatura: uma lavoura de morango tipo orgânico, no município de Bueno Brandão (MG), e outro, também orgânico, no município de Piracicaba (SP). A produção convencional de morango estudada neste trabalho mostrou que há muito gasto emergético para o produto final, tanto no que concerne a energia provinda de recursos não renováveis quanto a recursos econômicos.

**Palavras-chave:** Morango. Contabilidade Emergética. Sustentabilidade.

## Introdução

O Morango (*Fragaria x ananassa Duch*) é uma cultura recente do século XIX, proveniente do cruzamento de uma espécie europeia *F. vessa* e de três espécies do continente americano, respectivamente *F. Cliloensis*, *F. virginiana* e *F. ovalis*. É um pseudofruto com origem no receptáculo floral, uma hortaliça-fruto pertencente à família das Rosáceas, possuidora de porte herbáceo e rasteiro, com uma reprodução assexuada oriunda dos estolões e, embora apresente ciclo perene, seu cultivo é anual e/ou bianual devido às doenças relacionadas ao cultivo (ZANATTA, 2015).

A cadeia produtiva do morango se insere no mercado mundial como diversificação agrícola, envolvendo laboratório de produção de mudas, viveiristas e consumo. O morangueiro é uma das culturas mais significativas no setor de horticultura pela sua considerável expressão econômica e social,

1 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes (IFSULDEMINAS), graduanda. [lucianaferreiragoncalves2864@yahoo.com.br](mailto:lucianaferreiragoncalves2864@yahoo.com.br). (35) 99909-9553. Rua Vidal Barbosa, 350, Centro, Inconfidentes, MG, CEP: 37576-000.

2 IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes, professor. [carlos.silva@ifsuldeminas.edu.br](mailto:carlos.silva@ifsuldeminas.edu.br).

3 IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes, professor. [jose.oliveira@ifsuldeminas.edu.br](mailto:jose.oliveira@ifsuldeminas.edu.br).

4 Universidade Federal de Itajubá. Itajubá (UNIFEI), colaboradora. [lemorera@hotmail.com](mailto:lemorera@hotmail.com).

principalmente para a agricultura de base familiar. Seu alto valor comercial está ligado à dificuldade no plantio e à baixa produtividade por hectare plantado.

De acordo com Yuri et al. (2012), Minas Gerais é o maior produtor de morango do Brasil, com maiores escalas de produção na região do extremo sul do estado, dando destaque à Pouso Alegre e Estiva, sobretudo no que diz respeito à localização próxima aos grandes polos consumidores e às questões edafoclimáticas, uma vez que se trata de uma planta nativa de regiões de clima temperado.

Segundo Teixeira (2011), a cultura do morangueiro apresentou excelente adaptação em cinco estados brasileiros, principalmente no que concerne à sua exigência climática. Com uma produção nacional de 105.000 ton/ano em uma área plantada de 4.000 hectares, Minas Gerais se destaca como o maior produtor do híbrido, com uma safra estimada de 40.000 ton/ano, seguida por São Paulo com produção de 29.000 ton/ano e, na sequência, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná.

O cultivo do morangueiro requer certas preocupações relacionadas a fatores edafoclimáticos, pragas, doenças e sua comercialização. Estes fatores podem interferir nos resultados econômicos da cadeia produtiva, portanto, o maior desafio dos produtores é a incorporação de novas tecnologias que englobem variedades resistentes a pragas e doenças e cultivares mais produtivas e adaptadas a cada região (DONADELLI, 2012).

A lavoura estudada está localizada no município de Espírito Santo do Dourado, região sul/sudoeste de Minas Gerais, sendo banhado pelo Rio do Cervo a montante e alguns afluentes como o Rio Sapucaí-Mirim e o Rio Dourado jusante. Faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí, correspondente à UPGH GD5 médio Sapucaí e integra a Bacia do Rio Grande. A UPGH é uma Unidade de Planejamento de Gestão de Recursos Hídricos que possui comitês de bacias hidrográficas para controle administrativo, sanitário e ambiental.

A agricultura, como todos os outros sistemas, depende de fontes externas e internas de energia, as quais podem ser renováveis ou não. A proporção de energia renovável usada em relação à energia total consumida constitui o índice de renovabilidade ou sustentabilidade energética do sistema.

O objetivo geral deste trabalho é a utilização da energia para análise da contabilidade ambiental na produção convencional do morango por meio do diagnóstico exploratório de dados primários. O objetivo específico é calcular os indicadores Rendimento em Energia (EYR), Investimento em Energia (EIR), Índice de Carga Ambiental (ELR), Índice de Sustentabilidade (ESI), Percentual de Energia Renovável (%R) e compará-los a outros dois trabalhos em que o sistema de cultivo se deu de forma orgânica. Sendo assim, a contabilidade ambiental torna-se uma ferramenta importante na identificação das oportunidades e tem como finalidade calcular os índices emergéticos do sistema do morangueiro, a fim de identificar seus respectivos índices e indicar a sustentabilidade de cada lavoura estudada.

## **Materiais e métodos**

### **Caracterização da área de estudo**

A lavoura de morangueiro se localiza no município de Espírito Santo do Dourado, na região do sul de Minas Gerais, com as seguintes coordenadas geográficas, latitude: 22°04'33.3" Sul e longitude: 45°58'16.8" Oeste. O município encontra-se no Bioma Mata Atlântica, possui uma população de 4.692 habitantes e uma área territorial de 263,879 km<sup>2</sup> (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2016).

O presente estudo foi realizado no período de julho a outubro de 2016, a coleta de dados foi feita em setembro de 2016 na propriedade denominada de Sítio São Pedro, situada no Bairro São Pedro, que fica a aproximadamente 5 km do município de Espírito Santo do Dourado (MG), como mostra a figura abaixo (FIGURA 1)

**Figura 1.** Imagem da propriedade



**Fonte:** Google Earth Pro (2016).

A propriedade iniciou sua produção em 2016, sendo as mudas compradas e plantadas no mês de julho e colhidas anualmente no começo de outubro. A área onde se concentra a atividade é de 4.390 m<sup>2</sup>, e a área plantada corresponde a 3.480 m<sup>2</sup>, as mudas são distribuídas em 58 canteiros de 50 x 1,2 m<sup>2</sup> e 30 cm entre os canteiros. O espaçamento corresponde a 30 cm x 40 cm, com as mudas dispostas em quadrado, o que equivale a 334 plantas/canteiro e um total de aproximadamente 19.332 plantas cultivadas na área.

A variedade cultivada é o Monterrey, uma variedade própria para consumo “in natura”. Monterrey é uma planta vigorosa, que necessita de espaçamento um pouco maior, sendo esta muito re-florescente, com alta capacidade para produzir no verão quando os dias são mais quentes e longos. Possui frutos com bom sabor, firmes e de boa coloração, apresentando boa produção de estolões para produção de mudas (ANTUNES, 2016).

Na Figura 2, podemos observar que a lavoura encontra-se em um ecossistema característico pelas montanhas e com uma declividade de 30% aproximadamente.

**Figura 2.** Vista da lavoura



**Fonte:** Elaboração do autor (2016).

No sistema de irrigação a água utilizada provém de poço artesiano, situado no Bairro São Pedro, que abastece os pequenos produtores da região. As plantas são irrigadas através de mangueiras achatadas de gotejamento. As mangueiras são distribuídas por todos os canteiros da plantação, em pequenas espessuras, a cada 15 cm. Elas irrigam os pés a cada dois dias por um período médio de 20 minutos.

As primeiras adubações são feitas na cova e no pré-plantio; posteriormente, utiliza-se de um sistema de fertirrigação por gotejamento para adubação de cobertura, os adubos minerais são injetados na água de irrigação para formar “água de irrigação enriquecida”. O produtor prepara manualmente a solução dos macronutrientes NPK (Nitrogênio, Fósforo, Potássio) nas proporções de 4:14:8, que são diluídos na água e aplicados de forma a infiltrar no solo, parcelado em 6 aplicações mensais. Há também a utilização de Ca, Mg, Fe, Mn, Zn e B para complementação da adubação.

No controle e combate a pragas, doenças e plantas daninhas, são utilizados acaricidas, inseticidas, fungicidas e herbicidas, que são aplicados durante uma hora e meia na lavoura, totalizando 3.340 gramas de defensivo agrícola por ano.

A mão de obra atuante na produção é constituída por quatro pessoas, em que duas trabalham no manejo da cultura durante o plantio, adubação e controle e outras duas pessoas no processo de colheita e pós-colheita. A maturação dos frutos começa entre 2 a 3 meses depois do plantio e estende-se por até 7 meses, em que são produzidos de 100 a 150 caixas do pseudofruto por semana, no período de pico de colheita, lembrando que cada caixa agrega 4 bandejas de morango cada uma, com massa de 300 a 400 gramas.

Todo o morango produzido é levado para Pouso Alegre (MG) e, então, distribuído para os grandes polos consumidores.

## Contabilidade ambiental em emergia

A metodologia empregada no presente estudo é a contabilidade em emergia (memória energética) segundo conceitos apresentados por Odum (1996) para contabilidade da emergia solar, ou seja, total de fluxos de massa e energia que participam do sistema sob uma unidade comum com a finalidade de calcular indicadores que avaliam ecossistemas naturais e antrópicos, do ponto de vista da sustentabilidade dos ecossistemas e dos serviços ambientais (VENDRAMETTO; BONILLA, 2009).

A metodologia emergética é capaz de somar todas as contribuições incorporadas no sistema, ou seja, consegue determinar os valores de energia e massa que são utilizadas pelo sistema, pois por meio de uma álgebra própria contabiliza todos os fluxos em uma única unidade, joule de energia solar (sej). A partir da contabilidade em emergia, define-se a transformidade (sej/J) ou o Valor Unitário de Emergia (UEV em sej/unidade), que define a quantidade de emergia necessária para obter-se um joule, massa, volume etc. de um produto, processo ou serviço. Determinada a transformidade ou UEV de um produto, é possível calcular as contribuições da natureza e da economia em termos de energia solar agregada (emergia).

Com os índices emergéticos é possível realizar as inferências da análise emergética. A metodologia emergética reúne um grupo de índices que permitem comparar as contribuições da natureza e da economia na composição do produto e bens produzidos. A emergia solar ou emergia, energia que a biosfera investe, direta ou indiretamente, para produzir bens e serviços, incluindo os bens e serviços da sociedade, é caracterizada pelo uso de uma medida universal

## Indicadores em emergia

São definidos como índices ou indicadores todos os atributos no processo de avaliação da emergia. Os índices são calculados a partir dos resultados da tabela de avaliação dos fluxos (R, N e F) do sistema produtivo (ODUM, 1996; ULGIATI; BROWN, 1998).

No presente estudo serão usados os seguintes indicadores: Rendimento em Emergia (EYR), Índice de Carga Ambiental (ELR), Investimento em Emergia (EIR), Índice de Sustentabilidade (ESI) e o Percentual de Recursos Renováveis (%R). O Quadro abaixo (Quadro 1) apresenta a descrição de cada um desses indicadores com suas respectivas equações.

**Quadro 1.** Indicadores em emergia

Descrição	Indicador
<b>Rendimento em emergia:</b> Indicador de retorno de energia sobre o investimento realizado, ou seja, a contribuição da emergia proveniente do sistema de produção (R+N).	$EYR = \frac{(R + N + F)}{F}$
<b>Investimento em emergia:</b> É uma relação entre os recursos provenientes da economia e os recursos gratuitos. Provê mais recursos para o processo que a economia (materiais e serviços).	$EIR = \frac{F}{(R+N)}$
<b>Índice de carga ambiental:</b> É definido como a relação entre emergia de entrada dos recursos locais não renováveis e de recursos provenientes da economia pela emergia do recurso local renovável. Avalia o estresse imposto ao ambiente; quanto menor o valor, menor o estresse causado.	$ELR = \frac{(N+F)}{R}$

Descrição	Indicador
Índice de sustentabilidade: Um sistema para ser considerado sustentável por longo prazo deve ter uma baixa carga ambiental e alto rendimento em emergia.	$ESI = \frac{EYRY}{ELR}$
<b>Percentual de recursos renováveis (%R):</b> Indica a porcentagem de energia que é proveniente de fontes renováveis. Razão do Rendimento em Emergia pela Razão da Carga Ambiental em Emergia.	$\%R = \frac{R}{Y} \cdot 100$ em que $Y = R+N+F$

Fonte: Corsini et al. (2011)

## Referencial de Transformidade e UEV

A Tabela 1 apresenta as referências utilizadas para transformidades e UEV utilizadas neste estudo.

**Tabela 1.** Referências bibliográficas das transformidades e emergia/unidades (UEV) utilizadas neste trabalho

Item	UEV e Transformidades	Un.	Referências
Sol	1,00x10 <sup>0</sup>	sej/J	ODUM, 1996
Vento	1,50x10 <sup>3</sup>	sej/J	BROWN e ULGIATI, 2002
Solo para o rancho	2,21x10 <sup>4*</sup>	sej/J	ROMITELLI, 2001
Diesel	1,11x10 <sup>5*</sup>	sej/J	ODUM, 1996
Erosão do solo	1,24x10 <sup>5</sup>	sej/J	BROWN e ULGIATI, 2004
Evaporação	1,45x10 <sup>5*</sup>	sej/g	BUENFIL, 2001
Precipitação	2,64x10 <sup>5*</sup>	sej/g	BUENFIL, 2001
Mão de obra	4,30x10 <sup>6</sup>	sej/J	SILVA, 2006
Bambu	8,14x10 <sup>7</sup>	sej/g	GUARNETTI, 2007
Madeira	8,80x10 <sup>8</sup>	sej/g	BROWN e BURANAKARN, 2003
Calcário	1,68x10 <sup>9*</sup>	sej/J	ODUM, 1996
Potássio	1,85x10 <sup>9*</sup>	sej/g	ODUM, 1996
Caixa de papelão	2,38x10 <sup>9</sup>	sej/g	MEILLAUD et al. 2005
Aço	4,65x10 <sup>9*</sup>	sej/g	ULGIATI et al., 1994
Fósforo	6,55x10 <sup>9*</sup>	sej/g	ODUM, 1996
Plástico	9,86x10 <sup>9*</sup>	sej/g	GEBER e BJÖRKLUND, 2000
Ureia	1,11x10 <sup>10</sup>	sej/g	CUADRA & RYDBERG, 2006.
Nitrogênio	2,48x10 <sup>10</sup>	sej/g	BROWN e ULGIATI, 2004
Pesticida	2,49x10 <sup>10*</sup>	sej/g	BROW & ARDING, 1991
Mudas	3,20x10 <sup>11</sup>	sej/Un	SILVA et.al
Água	1,30x10 <sup>12*</sup>	sej/m <sup>3</sup>	BUENFIL, 2001

\*Corrigido para linha base 1,583x10<sup>25</sup> sej/ano

Fonte: Folio (2002).

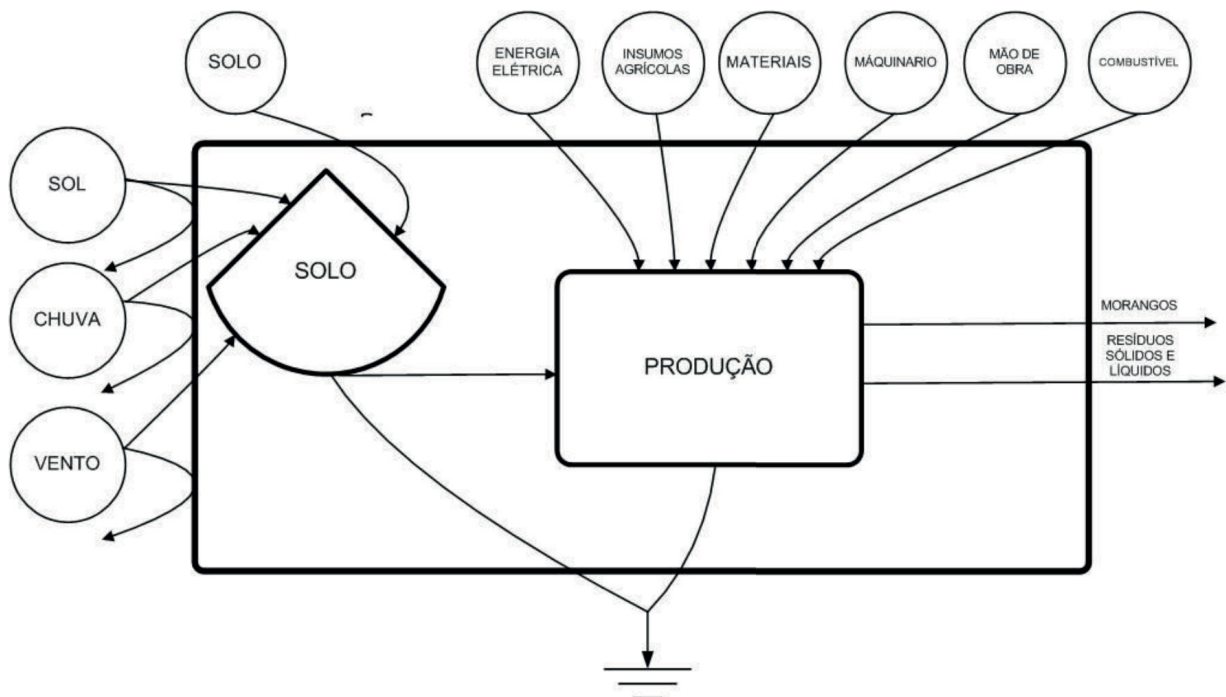
## Resultados e discussões

### Diagrama de energia do sistema

O Diagrama 1 apresenta o fluxo de energia necessário para o funcionamento da produção de morango em um período de um ano.

No Diagrama 1 é possível visualizar os fluxos energéticos da produção de morango representados por três categorias de recursos: renováveis (R), não renováveis (N) e provenientes da economia (F). Os fluxos R e N são fornecidos pelo ambiente e não têm valor econômico. Os recursos econômicos, F, são provenientes do mercado e possuem valor em moeda. O fluxo de saída, Y, representa o produto final.

**Diagrama 1.** Diagrama sistêmico da produção convencional de morango



**Fonte:** Elaboração do autor (2016).

### Tabela da contabilidade ambiental em energia

A Tabela de contabilidade ambiental (Tabela 2) foi dividida em duas partes, a de implantação e a de operação do sistema com os respectivos cálculos dos fluxos de energia do sistema de produção de morango estudado.

**Tabela 2.** Avaliação da energia do sistema de produção convencional de morango(\*)

NOTA	DESCRIÇÃO DO ITEM	CLASSE (sej/un)	UNIDADE (sej/ano)	QUANTIDADE	(UEV)	Energia	%
<b>Fase de implantação</b>							
1	Água	R	m <sup>3</sup>	2,41E+03	1,30E+12	3,14E+15	12,90%
2	Bambu	R	g	1,28E+04	8,14E+07	1,04E+12	<1%
3	Diesel	N	J	7,63E+09	1,11E+05	8,46E+14	3,48%
4	Solo para o rancho	N	J	4,70E+08	2,21E+04	1,04E+13	<1%
5	Erosão do solo	N	J	3,14E+07	1,24E+05	3,89E+12	0,02%
6	Plástico	F	g	3,25E+05	9,86E+09	3,21E+15	13,18%
7	Madeira	F	g	5,92E+03	8,80E+08	5,21E+12	<1%
8	Aço	F	g	3,59E+05	4,65E+09	1,67E+15	6,87%
9	Mão de obra	F	J	8,03E+06	4,30E+06	3,45E+13	0,14%
10	Mudas	F	Un	1,93E+04	3,20E+11	6,19E+15	25,44%
11	Nitrogênio	F	g	1,80E+04	2,48E+10	4,46E+14	1,84%
12	Fósforo	F	g	6,30E+04	6,55E+09	4,13E+14	1,70%
13	Potássio	F	g	3,60E+04	1,85E+09	6,65E+13	0,27%
14	Calcário	F	g	3,62E+05	1,68E+09	6,08E+14	2,50%
<b>Fase de operação</b>							
15	Insolação	R	J	1,89E+13	1,00E+00	1,89E+13	0,08%
16	Vento	R	J	8,52E+08	1,50E+03	1,28E+12	<1%
17	Precipitação	R	g	5,22E+09	2,64E+05	1,38E+15	5,66%
18	Evaporação	R	g	2,61E+09	1,45E+05	3,78E+14	1,56%
19	Água	R	m <sup>3</sup>	1,96E+02	1,30E+12	2,55E+14	1,05%
20	Mão de obra	F	J	6,13E+08	4,30E+06	2,64E+15	10,84%
21	Caixas de papelão	F	g	6,91E+05	2,38E+09	1,64E+15	6,76%
22	Ureia	F	g	1,16E+05	1,11E+10	1,29E+15	5,30%
23	Pesticida	F	g	3,34E+03	2,49E+10	8,30E+13	0,34%
<b>Energia total</b>						2,43E+16	100%
<b>Energia do morango (J)</b>						2,90E+07	J/ano
<b>Massa do morango (g)</b>						2,32E+07	g/ano
<b>Transformidade do Morango</b>						8,39E+08	sej/J
<b>Energia/g do morango</b>						1,05E+09	sej/g

Fonte: Elaboração do autor (2016).



De acordo com os dados calculados e obtidos pela avaliação em emergia da produção convencional do morango, foi possível determinar os fluxos de emergia dos recursos utilizados no sistema, com os respectivos resultados: recursos renováveis (R)  $5,17 \times 10^{15}$  sej/ano, recursos não renováveis (N)  $8,60 \times 10^{14}$  sej/ano e recursos provenientes da economia (F)  $1,86 \times 10^{16}$  sej/ano.

### Cálculo dos Indicadores Ambientais

A tabela a seguir (Tabela 3) apresenta os resultados dos indicadores ambientais da produção de morango convencional calculados neste trabalho assim como os valores apresentados por Ribeiro et al. (2016) em duas lavouras orgânicas (Bueno Brandão-MG e Piracicaba-SP), com o intuito de comparar o sistema convencional estudado neste trabalho com a produção orgânica do referido autor.

**Tabela 3.** Indicadores Ambientais para lavouras de morango

Indicador em emergia	Convencional	Orgânico Piracicaba	Orgânico Bueno Brandão
Rendimento em emergia (EYR)	1,32	1,84	1,38
Investimento em emergia (EIR)	3,08	1,2	2,66
Carga ambiental (ELR)	3,76	1,2	3,18
Índice de sustentabilidade (ESI)	0,35	1,53	0,43
Percentual de recursos renováveis (%R)	20,99%	46%	24%
Emergia por unidade (sej/g)	$1,05 \times 10^{09}$	$4,67 \times 10^{09}$	$3,43 \times 10^{09}$
Transformidade do morango (sej/J)	$8,39 \times 10^{08}$	$3,74 \times 10^{09}$	$2,74 \times 10^{09}$

**Fonte:** Elaboração do autor (2016).

### Rendimento em emergia (EYR)

O EYR é uma medida da incorporação de emergia da natureza, ou seja, é a relação do total de emergia investida (Y) por unidade de retorno econômico (F), valores próximos a 1 significam que o sistema consome tanta energia quanto o que disponibiliza a economia. O sistema estudado neste trabalho apresenta menor rendimento em emergia, como resultado de maior uso, de recursos provenientes da economia (F) do que os sistemas aos quais ele está sendo comparado, com valor de 1,32. Neste sentido, observou-se que a Lavoura de Morango Orgânica de Piracicaba obteve melhor resultado: 1,84, significando que o valor desse índice indica que houve maior contribuição da natureza em comparação aos recursos provenientes da economia na formação do produto.

### Investimento em emergia (EIR)

Mede o investimento da sociedade para produzir um bem em relação à contribuição da natureza. A razão de investimento emergético é a razão entre a emergia da retroalimentação da economia (F) e os insumos de emergia local (N + R). Este índice mostra a dependência do sistema em recursos externos comprados. Sistemas com baixa Razão de Investimento Emergético utilizam mais emergia livre ambiental, diminuindo seus custos e sendo mais competitivo no mercado. Neste caso, a lavoura convencional demanda mais por fontes pagas do que por recursos renováveis. Este valor indica que

o meio ambiente contribuiu menos para o sistema estudado em comparação com os outros sistemas analisados.

### **Carga ambiental (ELR)**

O Índice de Carga Ambiental é a razão entre os recursos renováveis e não renováveis e indica quão grande é o impacto produzido no meio ao usar os investimentos. Portanto, quanto menor o valor, menor será a tensão que a atividade produzirá ao ambiente. Neste sentido, a lavoura que demonstrou melhor resultado foi a de Piracicaba com 1,2 ELR. Com 3,76 a lavoura convencional de Morango obteve o maior índice, demonstrando mais uma vez que seu processo produtivo causa um grande estresse ao meio ambiente.

### **Índice de sustentabilidade (ESI)**

O indicador de sustentabilidade propõe que quanto maior o índice, maior será a sustentabilidade da produção, ou seja, quanto maior o resultado da equação que define este indicador, menor a pressão ambiental. Neste sentido, a lavoura de Piracicaba foi a que apresentou melhor resultado com valor de 0,20 contrapondo o sistema estudado, que apresentou o menor índice de sustentabilidade com valor de 0,35.

### **Percentual de recursos renováveis (%R)**

Este índice avalia a sustentabilidade do sistema de produção do morangueiro, ou seja, é a razão entre a energia dos recursos naturais renováveis empregados e a energia total utilizada para produzir o produto final. Quanto maior o resultado, maior será a sustentabilidade. O melhor resultado na comparação foi o da Lavoura de Piracicaba, em que o índice de sustentabilidade foi de 46%, seguido da lavoura de Bueno com 26%. O de menor resultado, 20,99%, foi o da lavoura convencional estudada, demonstrando que o sistema não é sustentável. A longo prazo, somente os processos com valores altos de renovabilidade serão sustentáveis.

### **Energia por unidade (sej/g)**

A energia por unidade indica que, para cada morango produzido, foi necessária uma quantidade de energia incorporada ao processo. Neste sentido, quanto menor o valor deste indicador, melhor seu desempenho na cadeia produtiva. Desta forma, o menor valor foi o obtido na lavoura convencional estudado neste trabalho, com valor respectivo de  $1,05 \times 10^{09}$  sej/g. A lavoura de Bueno Brandão obteve maior valor com  $3,43 \times 10^{09}$  sej/g na comparação dos três processos produtivos, demonstrando que para produção final foi necessário maior energia incorporada no sistema.

### **Transformidade (sej/J)**

É um índice emergético que avalia a eficiência do sistema produtivo do morango, uma vez que é o quociente da energia pela energia utilizada. Quando comparamos diferentes sistemas, valores baixos de transformidade indicam melhor eficiência, assim, quanto maior for seu valor, mais energia agregada ele possuirá. No caso da Lavoura Convencional, o resultado da transformidade foi  $8,39 \times 10^{08}$  sej/J, demonstrando que foi necessário menos energia empregada no processo para obtenção do produto final do que a lavoura de Bueno Brandão, que obteve o maior índice,  $2,74 \times 10^{09}$  sej/J.

## Conclusão

Os valores obtidos para os indicadores ambientais foram: rendimento em energia (EYR): 1,32; investimento em energia (EIR): 3,08; índice de carga ambiental (ELR): 3,76; índice de sustentabilidade (ESI): 0,35; percentual de renovabilidade (R%): 20,99 %; UEV:  $1,05 \times 10^9$  sej/g e Transformidade  $8,39 \times 10^8$  sej/J.

Analisando a tabela de indicadores ambientais, observa-se que todos os resultados da lavoura convencional ficaram acima dos outros dois sistemas, a não ser os cálculos de índice de UEV e Transformidade.

De acordo com os dados obtidos pela lavoura convencional estudada, conclui-se que o sistema é muito mais dependente de recursos provenientes da economia (F), ou seja, recursos pagos, comparado com os outros sistemas não convencionais, demonstrando que as lavouras orgânicas utilizam melhor os recursos provenientes do meio ambiente e, portanto, mais sustentáveis.

Neste sentido, conclui-se que os sistemas orgânicos se sobressaíram no que concerne as questões ambientais e mostraram que o estresse imposto ao meio ambiente é menor do que a lavoura convencional. É necessário que o sistema estudado busque alternativas que diminuam custos e aumentem a sustentabilidade no processo, como uso de biofertilizantes em vez de fertilizantes químicos.

## Emergency use to analyze environmental accounting of a strawberry conventional production in Espírito Santo do Dourado city (MG)

### Abstract

This present article aimed analyzing and presenting the result obtained from the energy environmental accounting of a conventional strawberry production system located in Espírito Santo do Dourado city, in the state of Minas Gerais (MG). Qualitative data for energy calculations were collected on São Pedro farm. The system was analyzed by environmental indicators, which presented the following results: Energy Yield Ratio (EYR) 1.20; Energy Investment Ratio (EIR) 5.07; Environmental Load Ratio (ELR) 6.09; Energy Sustainability Index (ESI) 0.20; Percentage of Renewable Resources (%R) 14.11; Unit Energy Value (UEV)  $1.58 \times 10^9$  sej/year; Transformity  $1.26 \times 10^9$  sej/J. The results obtained for both the energy accounting and for the indicators were compared with those from two previously carried-out works found in the literature: an organic type strawberry crop in the city of Bueno Brandão (MG), and another one, also of the organic type, in the city of Piracicaba, in the state of São Paulo. The conventional strawberry production studied in this work revealed high energy cost for the final product, as far as the energy from non-renewable resources and economic resources are concerned.

**Keywords:** Strawberry. Energy accounting. Sustainability.

### Referências

ANTUNES, L. E. D. **Árvore do Conhecimento:** Monterey. Disponível em: <<http://www.agencia.cnp-tia.embrapa.br/gestor/morango/arvore/CONT000fmxotm4d02wyiv8065610do1fgl2q.html>>. Acesso em: 03 set. 2016.

BROWN, M.; ARDING J. **Transformities working paper**. Center for Wetlands. Univ. of Florida, Florida, 1991.

BROWN, M. T.; BURANAKARN, V. Emergy indices and ratios for sustainable material cycles and recycle options. **Resources, Conservation and Recycling**. v. 38, n. 1, p. 1-22, 2003.

BROWN, M. T.; ULGIATI, S. Emergy evaluations and environmental loading of electricity production systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 10, n. 4, p. 321-334, 2002.

BROWN, M. T.; ULGIATI, S. Emergy Analysis and Environmental Accounting, **Encyclopedia of Emergy**. v. 2, p. 329-354, 2004.

BUENFILL, A. A. **Emergy evaluation of water, doctoral thesis**. University Florida, Florida, 2001. Dissertação (Mestrado). Disponível em: <[cfw.essie.ufl.edu/publications/pdfs/Buenfil,A.2001.Dissertation.pdf](http://cfw.essie.ufl.edu/publications/pdfs/Buenfil,A.2001.Dissertation.pdf)>. Acesso em: 23 set. 2016.

CORSINI, I.; SILVA, C. C.; FRIMAIO, A.; FRIMAIO, G. Contabilidade em Emergia de Dois Sistemas de Geração de Energia Elétrica com Utilização de Resíduos. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION: "Cleaner production initiatives and challenges for a sustainable world", 3, 2011, São Paulo. **Anais...** São Paulo, v. 10, p. 4-6, 2011.

CUADRA, M.; RYDBERG, T. Energy evaluation on the production, processing and export coffee in Nicaragua. **Ecological Modelling**, v. 196, p. 421-433, 2006.

DEMÉTRIO, F. J. C. **Avaliação de sustentabilidade ambiental do Brasil com a contabilidade em emergia**. 2011. 170f. Tese (Doutorado) - Universidade Paulista, São Paulo, 2011.

DONADELLI, A.; KANO, C.; FERNANDES JUNIOR, F. Estudo de caso: análise econômica entre o custo de produção de morango orgânico e convencional. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 2, jul-dez, 2012. Disponível em: <[http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2012/julho-dezembro-2/1264-estudo-de-caso-analise-economica-entre-o-custo-de-producao-de-morango-organico-e-convencional/file.html?force\\_download=1](http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2012/julho-dezembro-2/1264-estudo-de-caso-analise-economica-entre-o-custo-de-producao-de-morango-organico-e-convencional/file.html?force_download=1)>. Acesso em: 25 ago. 2016.

GEBER, U.; BJORKLUND, J. The relationship between ecosystem services and purchased input in Swedish wastewater treatment system – a case study. **Ecological Engineering**, v. 18, p. 39-59, 2000.

GOOGLE. **Google Earth**. Version Google Earth Pro. Disponível em: <<https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>>. Acesso em: 25 ago. 2016.

GUARNETTI, R. L. **Estudo da sustentabilidade ambiental do cultivo comercial do bambu gigante: produção de Colmos e Brotos**. 2007. 287 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Paulista (UNIP), São Paulo, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **ESPÍRITO SANTO DO DOURADO - Censo Agropecuário 2006**: Censo demográfico. 2016. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=312440>>. Acesso em: 02 set. 2016.

MEILLAUD, F. **Evaluation of the solar experimental LESO building using the emergy method**. Master thesis – Swiss Federal Institute of Technology, Lausanne, Swiss, p.47-47, 2005.

ODUM, H. T. Folio 2: **Emergy of global processes Handbook of Emergy Evaluation**: a compendium of data for emergy computation issued in a series of folios. Flórida: University of Florida, p. 30, 2000.

ODUM, H. T. **Systems Ecology**: an Introduction. John Wiley, New York, 1983.

ODUM, H. T. **Environmental accounting**. Emergy and environmental decision making. New York: John Wiley & Sons, 1996.

RIBEIRO, S. F.; SILVA, C. C.; GOMES, J. C.; SILVA, T. A. Compartilhamento de manejo do plantio do morango em busca da redução dos impactos ambientais. In: JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IFSULDEMINAS, 8., 2016, Passos. **Anais...** Pouso Alegre: IFSULDEMINAS, p. 1 – 4, 2016.

ROMITELLI, M. S. Emergy analysis of the new Bolívia-Brazil gas pipeline (gasbol). Emergy Synthesis – **Proceedings of the first biennial emergy analysis research conference**. Gainesville Florida: Ed. Mark T. Brown, c. 5, p. 53-70, 1999.

SANTOS, C. M. C. N. **Aplicação da Contabilidade Ambiental numa Empresa de Conservas – Frescomar**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Licenciatura em Contabilidade e Administração, Ramo - Controle Financeiro, Instituto Superior de Ciências Econômicas e Empresariais, cap. 1., p. 24-32, 2014.

SILVA, C. C. **Estudo de caso de sistemas de tratamento de efluentes domésticos com o uso de indicadores ambientais**. 2006. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Paulista, São Paulo, 2006.

SILVA, C. C.; RIBEIRO, S. F.; GOMES, J. C.; SILVA, T. A. Performace ambiental em emergia de oito lavouras de morango no Sul de Minas Gerais. Universidade Paulista, São Paulo, 2016.

TEIXEIRA, C. P. **Produção de mudas e frutos do morangueiro em diferentes sistemas de cultivo**. 2011. 74 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, 2011. Disponível em: <[http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/2054/1/TESE\\_Produção de mudas e frutos de morangueiro em diferentes sistemas de cultivo.pdf](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/2054/1/TESE_Produção%20de%20mudas%20e%20frutos%20de%20morangueiro%20em%20diferentes%20sistemas%20de%20cultivo.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2016.

ULGIATI, S.; ODUM, H. T.; BASTIANONI, S. Emergy use, environmental loading and sustainability an emergy analysis of Italy, **Ecological Modelling**, v. 1. p. 215-268, 1994. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0304380094900647>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

VENDRAMETTO, L. P.; BONILLA, S. H. Contribuições da Contabilidade Ambiental em Emergia para a Compreensão do Sistema de Produção da Soja na Perspectiva da Agricultura Sustentável. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION: “Key elements for a sustainable world: energy, water and climate change”. 2., 2009. São Paulo: Advance, 2009. v. 10, p. 4 - 5.

ZANATTA, M. G. **Análise de viabilidade econômica na produção de morango (Fragaria x ananassa Duch.) semi-hidropônico em São João do Sul - Santa Catarina**. 2015. 19 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/159898>>. Acesso em: 22 jun. 2016.

YURI, J. RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; MOTA, J. H. Cultivo de morangueiro sob diferentes tipos de mulching. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 424-427, set. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0102-05362012000300011>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

### Histórico editorial:

Submetido em: 23/09/2016.

Aceito em: 03/04/2017.

Como citar:

#### ABNT

GONÇALVES, L. F.; SILVA, C. C. da; OLIVEIRA, J. H. de; MOREIRA, L. A. Uso da energia para análise da contabilidade ambiental na produção convencional de morango no município de Espírito Santo do Dourado (MG). **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 2, p. 9-22, abr./jun. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181110>

#### APA

GONÇALVES, L. F., SILVA, C. C. da, OLIVEIRA, J. H. de & MOREIRA, L. A. (2018). Uso da energia para análise da contabilidade ambiental na produção convencional de morango no município de Espírito Santo do Dourado (MG). *Revista Agrogeoambiental*, 10 (2), 9-22. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181110>

#### ISO

GONÇALVES, L. F.; SILVA, C. C. da; OLIVEIRA, J. H. de e MOREIRA, L. A. Uso da energia para análise da contabilidade ambiental na produção convencional de morango no município de Espírito Santo do Dourado (MG). *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 2, pp. 9-22. Eissn 2316-1817. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181110>

#### VANCOUVER

Gonçalves LF, Silva CC da, Oliveira JH de, Moreira LA. Uso da energia para análise da contabilidade ambiental na produção convencional de morango no município de Espírito Santo do Dourado (MG). *Rev agrogeoambiental*. 2018. abr./jun.; 10(2): 9-22. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181110>