



**ANDERSON DE ARAÚJO DALLÓ**

**CONTABILIDADE AMBIENTAL DA PRODUÇÃO CONVENCIONAL  
DE MORANGO**

**INCONFIDENTES – MG**

**2012**

**ANDERSON DE ARAÚJO DALLÓ**

**CONTABILIDADE AMBIENTAL DA PRODUÇÃO CONVENCIONAL  
DE MORANGO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Graduação Tecnológica em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes, para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador: Dr. Carlos Cezar da Silva

**INCONFIDENTES – MG**

**2012**

**ANDERSON DE ARAÚJO DALLÓ**

**CONTABILIDADE AMBIENTAL DA PRODUÇÃO CONVENCIONAL  
DE MORANGO**

**Data de Aprovação: \_\_\_ de \_\_\_\_\_ 2013.**

---

**Dr. Carlos Cezar da Silva  
IFSULDEMINAS-Campus Inconfidentes**

---

**Esp. André Luigi Amaral di Salvo  
IFSULDEMINAS-Campus Inconfidentes**

---

**MSc Max Wilson de Oliveira  
IFSULDEMINAS-Campus Inconfidentes**

## ***DEDICATÓRIA***

*Dedico este trabalho exclusivamente aos meus pais, Tereza de Araújo Dalló e Volveno Dalló, por tudo que fizeram por mim ao longo dessa vida. Desejo poder ter sido merecedor do esforço dedicado por vocês em todos aspectos possíveis responsáveis pela formação acadêmica e principalmente do meu caráter.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, Todo-poderoso, que me concebeu a oportunidade de percorrer mais este caminho com força, disposição, motivação, sabedoria, saúde e coragem;

Ao meu orientador, Dr. Carlos Cezar da Silva, pela paciência, apoio e suporte, sempre me recebendo em sua sala nas horas necessitadas;

Aos profissionais do IFSULDEMINAS-Campus Inconfidentes, pela atenção e paciência no esclarecimento de dúvidas e fornecimento de alguns dados necessários;

À todos companheiros de sala que me acompanharam durante todos esses períodos;

À todos os professores pelo bom convívio e ensinamentos;

À todos da família que acreditaram e me apoiaram nas minhas empreitadas na vida, com ênfase nesta;

Enfim, à todos que permanecem no anonimato, mas que contribuíram de alguma forma para o êxito deste trabalho.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	06
3.1 Descrição do sistema.....	06
3.2 Emergia.....	08
3.3 Transformidades utilizadas neste trabalho.....	10
3.4 Indicadores ambientais.....	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	13
4.1 Análise em emergia da produção de suco de laranja.....	13
4.2 Análise em emergia da produção de morango.....	16
4.2 Cálculo dos indicadores.....	17
4.3.1 Rendimento em Emergia (EYR).....	18
4.3.2 Investimento em Emergia (EIR).....	19
4.3.3 Carga ambiental (ELR).....	19
4.3.4 Índice de sustentabilidade (ESI).....	20
4.3.5 Percentual de recursos renováveis (%R).....	21
4.3.6 Unidade de emergia (EUV).....	21
5. CONCLUSÃO.....	23
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
7. ANEXO.....	27

## **RESUMO**

Este estudo têm como objetivo avaliar e apresentar os resultados obtidos por meio da contabilidade em energia do processo de produção convencional de morango. A produção de morango foi avaliada com o uso de indicadores ambientais e comparada com o sistema de produção convencional do suco de laranja de Pereira (2008). O sistema de produção do morango apresenta rendimento em energia (EYR) 1,53; investimento em energia (EIR) 1,88; carga ambiental (ELR) 1,88; índice de sustentabilidade (ESI) 0,81; Energia por Unidade (EUV)  $1,15E+13$ ; percentual de recursos renováveis (%R) 34,68%. Estes resultados indicam que o sistema de produção do morango apresenta melhor desempenho quanto à produção do suco de laranja quando analisados com a métrica proposta, considerando-se que os dois produtos são alimentos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia, Morango, Indicadores Ambientais.

## **ABSTRACT**

This study aims to evaluate and present the results obtained by accounting in emergy of process in conventional strawberry production. The strawberry production was evaluated with environmental indicators and compared with the system of conventional Pereira's orange juice production (2008). The system of strawberry production presents yield in emergy (EYR) 1,53; investment in emergy (EIR) 1,88; environmental burden (ELR) 1,88; sustainability index (ESI) 0,81; emergy for unit (EUV)  $1,15E+13$ ; percentage of renewable resources (%R) 34,68%. These results indicate that system of strawberry production has better performance than the production of orange juice when analyzed with the proposed metric, considering that the two products are food.

**KEY WORDS:** Emergy, Strawberry, Environmental indicators.



## 1. INTRODUÇÃO

O morangueiro (*Fragaria x ananassa Duch*) pertence à família das Rosáceas, sendo um híbrido resultante das espécies americanas *F. chiloensis*, *F. virginiana* e *F. ovalis*, e da europeia *Fragaria vesca* (Ronque, 1998). No Brasil, a cultura encontra-se difundida em regiões de clima temperado e subtropical, onde se produz morango para consumo in natura e para a industrialização (Santos, 2003). A produção mundial de morango é de 3,1 milhões de toneladas por ano, e a brasileira, de 37,6 mil toneladas, sendo esta última obtida em uma área estimada de 3,5 mil hectares, com destaque para os Estados de Minas Gerais (41,4%), Rio Grande do Sul (25,6%) e São Paulo (15,4%) (IEA, 2007 apud Oliveira et al. 2008).

A cultura do morangueiro constitui-se uma atividade agrícola especializada, por exigir muita dedicação e conhecimento técnico de alto nível, proporcionando, assim, bons rendimentos, o que tem refletido numa considerável expansão das áreas cultivadas (Dias et al., 1993).

Os setores de produção/cultivo agrícolas baseados em uso intensivo de recursos naturais não renováveis, geralmente, impõem estresse ao meio ambiente. Dependendo da natureza da atividade e do contexto em que são desenvolvidas, utilizam recursos naturais de propriedade comum (florestas, terras, água, solo, ar, etc), sendo na maioria das vezes sujeitos ao excesso de exploração além dos níveis sustentáveis (Sinott et al., 2010).

O presente estudo tem como objetivo geral avaliar a contabilidade ambiental da produção convencional de morango, tendo como objetivos específicos calcular os indicadores: o rendimento em energia (EYR), o investimento em energia (EIR), o índice de carga ambiental (ELR), o índice de sustentabilidade (ESI), o percentual de energia renovável (%R) e compará-lo com um estudo sobre a produção do suco de laranja realizado por Pereira (2008).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Os morangos são frutos falsos (pseudofrutos), sobre os quais se encontram os aquênios, que são os frutos verdadeiros, conhecidos popularmente como as pequenas “sementes” aderidas ao fruto. É resultante do desenvolvimento do receptáculo que, após a fecundação dos pistilos, fica proeminente e se transforma no fruto de coloração vermelha. O morangueiro é uma planta herbácea e estolonífera, perene e rasteira, da família Rosaceae. Nas condições brasileiras, a cultura do morango é conduzida como cultura anual, com novos plantios a cada ano-safra. Estão à disposição dos agricultores diversas variedades de morangueiros para cultivo, com indicações de usos e adaptação aos diversos climas do país (Vilela, 2012).

O morango figura entre as espécies frutíferas cultivadas com maior sensibilidade a pragas e doenças e alta perecibilidade, exige do produtor um contínuo esforço de manejo, especialmente fitossanitário, para que o pseudofruto seja produzido com a aparência e a produtividade capazes de lhe proporcionar maior rentabilidade. A produtividade realizada por produtores tecnificados obtêm, em média, 35 a 50 t/ha (Vilela, 2012).

O interesse pelo cultivo do morango é justificado pela alta rentabilidade da cultura, o amplo conhecimento e aceitação do pseudofruto pelo consumidor e pela diversidade de opções de comercialização e processamento do morango. Devido à sazonalidade natural da produção, com grande concentração de oferta no segundo semestre, os produtores devem ser cautelosos quanto aos custos de produção. A maior parte da produção brasileira se destina ao consumo fresco, mas o consumo industrial, nas mais diversas formas, cresce continuamente. O congelamento e armazenamento dos pseudofrutos podem ser uma estratégia para comercialização de parte da safra, avançando além do período de maior oferta. Salienta-

se que nenhum método de conservação disponível, economicamente viável, preserva a qualidade do pseudofruto fresca, o que resulta na perda de suas características peculiares de textura, aroma, cor e sabor (Vilela, 2012).

A laranja pertence ao grupo dos cítricos, que também inclui o limão, a tangerina, a lima, o pomelo, a cidra, entre outros. São originários da Ásia, na região onde hoje estão China, Índia e Malásia. Cientificamente, é classificada em duas espécies: *Citrus sinensis* (laranja-doce) e *Citrus aurantium* (laranja-azedada). No grupo da laranja-doce destacam-se as variedades Pêra (maturação semi-tardia), Natal (tardia), Valencia (tardia), Bahia (semiprecoce), Baianinha (semi-precoce), Lima, Piralima, Hamlim (semi-precoce), a laranja azedada é representada pelas laranjas-da-terra. Sua composição varia de acordo com a variedade (Pereira, 2008).

A produção de laranja ocorre desde o Rio Grande do Sul até o Sergipe, porém está concentrada no estado de São Paulo. Neste estado aproximadamente 200 milhões de pés ocupam uma área aproximada de 580 mil hectares, de um total de 800 mil hectares no Brasil, produzindo 72% da laranja brasileira (Abecitrus, 2007; IBGE, 2007; Pereira, 2008).

Qualquer atividade humana, sobretudo a produção agropecuária, pode causar uma série de impactos ambientais, tanto em âmbito local, como regional e global. A avaliação destes impactos é essencial para a transição para o desenvolvimento sustentável. Assim, o desenvolvimento de metodologias adequadas e confiáveis, capazes de avaliar a sustentabilidade considerando seus vários componentes, representa um grande desafio à comunidade científica (Pereira, 2008).

A análise em emergia, proposta por Odum (1996), é uma metodologia científica que tem sido utilizada por pesquisadores no estudo e avaliação de ecossistemas, de sistemas produtivos e, também, de estados e países. Integra conhecimentos da Biologia, da Termodinâmica dos sistemas abertos, da Teoria Geral de Sistemas, da Modelagem e Simulação computacional para avaliar o funcionamento e a dinâmica dos ecossistemas naturais e antrópicos. A metodologia em emergia introduz o conceito de emergia: Emergia é definida como toda a energia incorporada na produção de um recurso, seja ela na forma de energia ou matéria, trabalho humano ou da Natureza (Odum, 1996), em outras palavras, é toda a energia necessária para um sistema produzir um recurso ou serviço (Pereira, 2008).

No estudo de Pereira (2008) para produção convencional de suco de laranja, foram utilizados os seguintes dados: Área total, 163 ha; Pomar, 131 ha; Produção total, 130.000 cx; Adensamento pés, 330 pés/ha; Produção por hectare, 995 cx/há; Produção por pé

3cx/pé. A renovabilidade parcial dos recursos provenientes da economia foram considerados, conforme descrito por Ulgiati et al. (1995) e Ortega et al. (2002). Os cálculos foram realizados considerando como base 1 hectare de área plantada.

Quanto aos indicadores em energia calculados neste mesmo estudo e utilizados nesse trabalho para comparação da produção agrícola por também ser um alimento, foram obtidos os seguintes valores: rendimento em energia (EYR) 1,25; investimento em energia (EIR) 3,97; carga ambiental (ELR) 2,26; índice de sustentabilidade (ESI) 0,55; energia por unidade (EUV)  $6,57E+12$  sej/kg e percentual de recursos renováveis (%R) 30,7%.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Descrição do sistema**

Os dados necessários para a realização da análise em emergia da produção do morango incluindo máquinas agrícolas, insumos, mão de obra, impostos, irrigação, insolação, precipitação e combustível foram todos baseados nos coeficientes técnicos da revista Agriannual de 2003 (Tabela 1), sobre região referencial do estado de São Paulo, através também de entrevistas com profissionais da área do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Câmpus Inconfidentes (IFSULDEMINAS-Câmpus Inconfidentes), pesquisas em sites específicos, fabricantes de equipamentos, insumos e dados da literatura.

Os dados quanto à precipitação, insolação, energia cinética do vento foram calculados para a implantação do sistema de produção na cidade de Piracicaba-SP em uma área de 1 ha e produção anual de 20.000kg/ha do pseudofruto.

**Tabela 1.** Coeficientes técnicos e custos de produção de morango na área referencial do Estado de São Paulo, por hectare.

Descrição	Especificação	R\$/Un.	Qtde.	Valor
<b>A. Preparo do solo/plantio/tratos culturais</b>				
Aração	HM Tp 65cv. 4x2 + grade aradora 14x26"	21,92	3,00	65,76
Gradeação (2x)	HM Tp 65cv. 4x2 + grade niveladora 28x20"	20,27	1,00	20,27
Subsolagem	HM Tp 65cv. 4x2 + ar. subsolador 3 hastes	18,37	1,00	18,37
Calagem	HM Tp 65cv. 4x2 + distr. de calcário 2,3 m <sup>3</sup>	22,56	1,00	22,56
Calagem	Homem-dia	16,33	0,50	8,17
Adubação básica	HM Tp 65cv. 4x2 + cultivador/adubador	20,09	3,00	60,27
Adubação básica	Homem-dia	16,33	1,00	16,33
Preparo de canteiros	HM Tp 65cv. 4x2 + rolo-encanteirador	22,01	3,50	77,04
Aplicação de esterco	HM TP 65cv. 4x2 + esparramador de esterco	31,09	3,00	93,27
Aplicação de esterco	Homem-dia	16,33	0,50	8,17
Plantio Manual	Homem-dia	16,33	18,00	293,94
Limpeza e desbrota	Homem-dia	16,33	15,00	244,95
Irrigação	Equipamento de irrigação	124,98	1,00	124,98
Irrigação	Homem-dia	16,33	28,00	457,24
Adubação cobertura (2x)	HM Tp 65cv. 4x2 + carreta 4t	18,72	0,50	9,36
Adubação cobertura (2x)	Homem-dia	16,33	9,00	146,97
Pulverização	Homem-dia	16,33	10,00	163,30
Controle de ervas	Homem-dia	16,33	10,00	163,30
Mulching	Homem-dia	16,33	20,00	60,00
Subtotal A				1.994,23
<b>B. Insumos</b>				
Mudas	R\$/unidade	0,08	80.000	6.666,67
Plástico (mulching)	R\$/bobina (500 m)	115,00	15,00	1.725,00
Calcário dolomítico	R\$/tonelada	41,00	1,50	61,50
Esterco de galinha	R\$/tonelada	60,00	5,00	300,00
Termofosfato	R\$/tonelada	540,00	0,60	324,00
Sulfato de Amônio	R\$/tonelada	599,50	0,25	149,88
Fertilizante 04-14-08	R\$/tonelada	562,00	2,00	1.124,00
Fertilizante 20-05-20	R\$/tonelada	597,00	0,25	149,25
Fungicida	R\$/kg	22,11	11,00	243,26

Inseticida	R\$/litro	123,91	3,50	433,68
Herbicida	R\$/litro	65,23	1,00	65,2
Espalhante adesivo	R\$/litro	5,65	4,00	22,60
Subtotal B				11.265
<b>C. Colheita</b>				
Colheita e classificação	HM Tp 65cv. 4x2 + carreta 4t	18,72	10,00	187,20
Colheita e classificação	Homem-dia	16,33	160,00	2.612,80
Subtotal C				2.800,00
<b>D. Administração</b>				
Assistência técnica	R\$/há	360,00	1,00	360,00
Contabilidade	R\$/há	180,00	1,00	180,00
Luz/telefone	R\$/há	240,00	1,00	240,00
Viagens	R\$/há	280,80	1,00	280,80
Impostos	% Receita	2,3%	1,00	537,70
Subtotal D				1.599
Custo Total R\$/ha				17.658
Receita R\$/ha				5.721
Custo total R\$/kg				0,88
Preço médio em 2002/kg				1,17
Resultado R\$/kg				0,29
Margem sobre a venda				24,5%

**Fonte:** Revista Agriannual 2003. FNP/UNESP Botucatu - Deptº Horticultura - Área de Olericultura

HM = Hora Máquina Tp = Trator de pneu

### 3.2 Emergia

A emergia (memória energética) é utilizada como ferramenta do presente estudo com base nos conceitos apresentados por Odum (1996). O valor da emergia total incorpora todos os fluxos de recursos e serviços utilizados para obtenção de um produto, processo ou serviço, sejam estes recursos provenientes do meio ambiente ou da economia. Esta metodologia utiliza uma álgebra própria, com a qual é possível calcular indicadores, a partir das relações entre as fontes de recursos que compõe o sistema estudado.

A unidade da emergia é o joule de emergia solar (sej), que permite contabilizar os fluxos provenientes do meio ambiente e da economia com uma base comum, sej. A transformidade, sej/J, define a quantidade de emergia necessária para a obtenção de um joule de um produto, processo ou serviço, seja ele natural ou antropogênico. Uma vez determinada

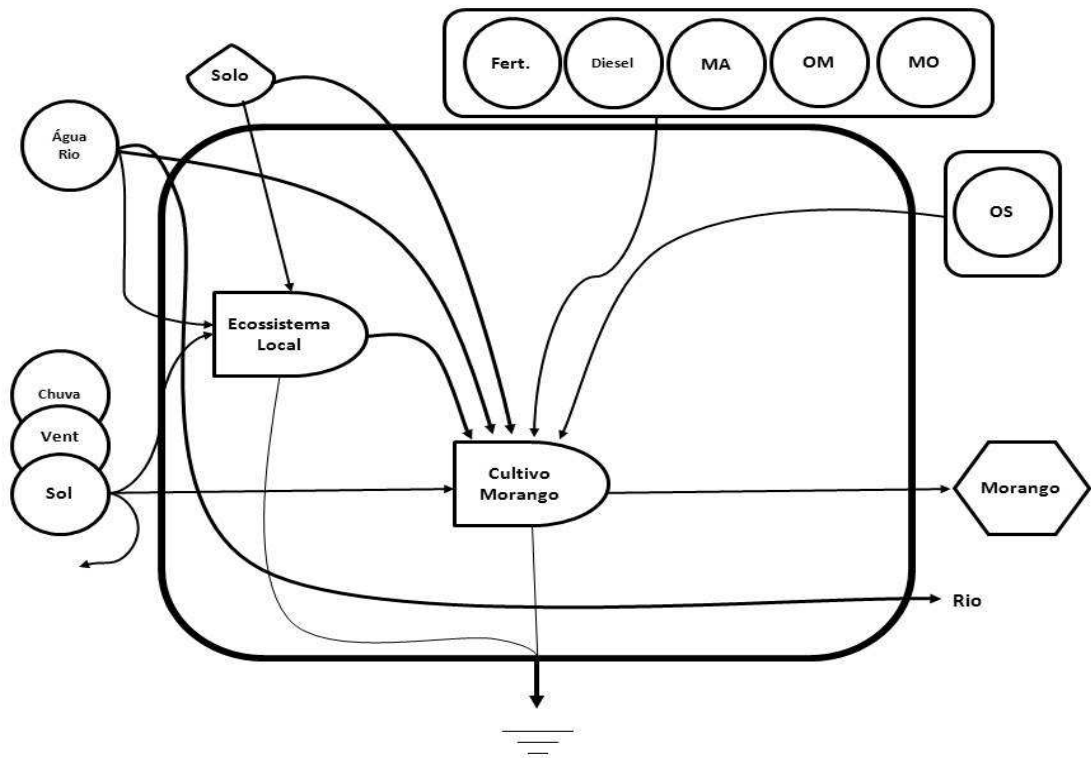


a transformidade de um produto, torna-se possível calcular a energia solar direta e indireta necessária para sua obtenção (Odum, 1996).

A contabilidade considera tanto os recursos utilizados para a implantação dos processos como aqueles empregados durante sua operação. Uma vez determinada a transformidade de certo número de produtos, torna-se possível calcular em cascata, a energia solar direta e indireta necessária para se obter outro produto, processo ou serviço (Odum, 1996).

Brown & Mcclanahan (1996) sintetizaram de maneira prática e eficaz as etapas para observação e avaliação de um sistema produtivo com o uso da contabilidade em emergia. Identificando as entradas requeridas para a implantação e a operação de cada processo, mostraram como construir um diagrama de energia, as tabelas de emergia e como desenvolver a síntese em emergia.

No diagrama (Figura 1) são identificados todos os fluxos de material, energia e serviços necessários para a operação do sistema. Para a análise em emergia é atribuída uma linha que atravessa as fronteiras dos sistemas que representa um fluxo. Vale lembrar que as fronteiras do sistema foram estabelecidas de acordo com a operação real do sistema (Odum, 1996). Neste diagrama observa-se o sistema de produção convencional de morango, onde é possível visualizar o uso de recursos renováveis, o uso de recursos não renováveis e o uso de recursos do mercado financeiro.



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

Onde: Fert – Fertilizantes; MA – Máquinas Agrícolas; OM – Outros Materiais; MO – Mão de Obra; OS – Outros Serviços.

### 3.3 Transformidades utilizadas neste trabalho

Abaixo se encontra a tabela com as transformidades utilizadas neste trabalho com suas respectivas referências.

**Tabela 2.** Referências bibliográficas das transformidades e energia/unidade utilizadas neste trabalho.

Item	Energia por unidade	Unidade	Referências
Solo (Matéria orgânica)	7,40E+04	sej/J	ODUM, 1996
Aço	2,77E+09	sej/g	ULGIATI et al., 1994
Mão de obra	4,30E+06	sej/J	SILVA, 2009
Dólar	3,70E+12	sej/US\$	COELHO et al, 2002
Plástico	5,87E+09	sej/g	GEBER e BJÖRKLUND, 2001
Estrume (Esterco)	4,78E+12	sej/g	ORTEGA, 1998
Sol	1,00E+00	sej/J	ODUM, 1996
Energia cinética do vento	2,52E+03	sej/J	ODUM, 1996
Precipitação	1,57E+05	sej/g	BUENFIL, 2001
Água de rio (Irrigação)	3,23E+05	sej/g	BUENFIL, 2001
Calcário	1,00E+09	sej/g	ODUM, 1996
Pesticidas (Fungicida, Inseticida/Acaricida, Herbicida)	1,48E+10	sej/g	BROWN & ARDING, 1991 apud BRANDT-WILLIAMS, 2002
Espalhante adesivo (Produto químico)	1,00E+09	sej/g	ODUM, 1996
Uréia	6,62E+09	sej/g	ODUM & ODUM, 1983 apud CUADRA, RYDBERG, 2006
Fosfato	3,90E+09	sej/g	ODUM, 1996
Potássio	1,74E+09	sej/g	ODUM, 1996
Diesel (transporte)	6,60E+04	sej/J	ODUM, 1996
Energia elétrica (Irrigação)	1,74E+05	sej/J	ODUM, 1996

Para os cálculos dos indicadores com referência anterior ao ano 2000 foi utilizado o fator de correção 1,68 em decorrência da alteração do valor de referência da energia global (Brown & Ulgiati, 2004).

### 3.4 Indicadores Ambientais

Neste trabalho foram calculados os indicadores apresentados por Odum (1996) e Brown & Ulgiati (2004) a partir da análise em energia. Os indicadores desenvolvidos por Odum (1996) utilizados neste trabalho para o estudo da produção convencional de morango foram: rendimento em energia (EYR); investimento em energia (EIR) e o índice de carga ambiental (ELR). Além destes, foi também utilizado o índice de sustentabilidade (ESI) que apresenta a razão entre EYR e ELR e o percentual de energia renovável (%R) que também foi utilizado para comparar os sistemas de produção do morango e do suco de laranja. A

Tabela 3 apresenta uma breve descrição e utilização dos indicadores com as equações para os cálculos dos mesmos.

**Tabela 3.** Apresentação e descrição dos indicadores da síntese em emergia proposta por Odum (1996).

Descrição	Indicador	Equação
Rendimento em emergia ( <i>emergy yield ratio</i> ): É a relação entre a emergia total contida no produto (Y) em relação aos recursos provenientes da economia (F), ou seja, é a emergia do sistema dividido pela entrada dos fluxos de emergia provenientes da economia. É um indicador de retorno de energia sobre o investimento realizado, fornecendo a emergia líquida do sistema, ou seja, a contribuição da emergia proveniente do sistema de produção (R + N). Demonstra a capacidade do processo em utilizar os recursos locais.	EYR	$\frac{Y}{F}$ ou $\frac{R+N+F}{F}$
Índice de carga ambiental ( <i>environmental load ratio</i> ): 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. Mostra a carga que o sistema impõe ao meio ambiente. Um ELR alto significa um alto estresse na utilização dos recursos naturais renováveis (R).	ELR	$(N + F) / R$
Investimento em emergia ( <i>emergy investment ratio</i> ): É a relação entre recursos provenientes da economia e os recursos gratuitos. Mede se o sistema utiliza com eficiência o investimento feito pelo sistema econômico em relação aos recursos locais, ou seja, um baixo índice indica que o ambiente provê mais recursos para o processo que a economia (materiais e serviços).	EIR	$F / (R + N)$
Índice de Sustentabilidade ( <i>environmental sustainability indice</i> ): o conceito de sustentabilidade está vinculado ao máximo aproveitamento do investimento (EYR) com um mínimo de consumo dos recursos ambientais (ELR). Quanto maior a carga ambiental (ELR), menor será a sustentabilidade do sistema.	ESI	EYL/ELR
Percentual de recursos renováveis: Indica a porcentagem de energia que é proveniente de fontes renováveis. Os sistemas com alto valor deste índice são mais sustentáveis.	% R	$(R/Y)$ . 100%

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Análise em energia da produção de suco de laranja

É possível visualizar na Tabela 4 os fluxos de material e energia que participam do sistema da produção convencional do suco de laranja realizado por Pereira (2008).

**Tabela 4. Análise em energia da produção convencional do suco de laranja**

Fluxos	%R.	Dado	Unidade	Transf. (sej/unit)	Energia Solar (seJ/ha.a)		
					Porção Ren.	Porção Não Ren	Total
<b>RENOVÁVEIS</b>					<b>3,69E+15</b>	<b>0,00</b>	<b>3,69E+15</b>
<i>Fazenda</i>					3,66E+15	0,00	3,66E+15
1 Sol	100	5,53E+13	J/ha.a	1	5,53E+13	0,00	5,53E+13
2 Chuva	100	6,93E+10	J/ha.a	3,06E+4	2,12E+15	0,00	2,12E+15
3 Água (Irrigação)	100	8,00E+9	J/ha.a	1,85E+5	1,48E+15	0,00	1,48E+15
<i>Indústria Brasil</i>					<b>8,83E+12</b>	<b>0,00</b>	<b>8,83E+12</b>
4 Água (poço ou rio)	100	4,78E+7	J/ha.a	1,85E+15	8,83E+12	0,00	8,83E+12
<i>Transporte SLCC</i>					<b>8,32E+12</b>	<b>0,00</b>	<b>8,32E+12</b>
5 Água (poço ou rio)	100	4,50E+7	J/ha.a	1,85E+5	8,32E+12	0,00	8,32E+12
<i>Indústria Europa</i>					<b>1,39E+13</b>	<b>0,00</b>	<b>1,39E+13</b>
6 Água (poço ou rio)	100	7,50E+7	J/ha.a	1,85E+5	1,39E+13	0,00	1,39E+13
<b>NÃO RENOVÁVEIS</b>					<b>0,00</b>	<b>3,01E+14</b>	<b>3,01E+14</b>
<i>Fazenda</i>					<b>0,00</b>	<b>3,01E+14</b>	<b>3,01E+14</b>
7 Perda de solo	0	8,10E+9	J/ha.a	1,24E+5	0,00	3,01E+14	3,01E+14
<b>MATERIAIS</b>					<b>8,59E+14</b>	<b>7,35E+15</b>	<b>8,23E+15</b>
<i>Fazenda</i>					<b>3,03E+14</b>	<b>3,76E+15</b>	<b>4,06E+15</b>

8 Corretivos	0	4,89E+8	J/ha.a	7,72E+6	0,00	1,33E+15	1,33E+15
9 Nitrogênio	0	1,10E+5	g/ha.a	6,38E+9	0,00	7,04E+14	7,04E+14
10 Fósforo	0	1,38E+1	kg/ha.a	6,55E+12	0,00	9,07E+13	9,07E+13
11 Potássio	0	1,04E+1	kg/ha.a	2,92E+12	0,00	3,03E+13	3,03E+13
12 Pesticidas Herbicidas	0	7,70E+0	kg/ha.a	2,48E+10	0,00	1,91E+11	1,91E+11
13 Outros Insumos	0	1,86E+1	U\$/ha.a	3,70E+12	0,00	6,89E+13	6,89E+13
14 Diesel	0	2,15E+10	J/ha.a	5,50E+4	0,00	1,18E+15	1,18E+15
15 Implementos (Aço)	0	7,09E+0	kg/ha.a	1,13E+10	0,00	8,01E+13	8,01E+13
16 Energia Elétrica	68	1,61E+9	J/ha.a	2,77E+5	3,03E+14	1,42E+14	4,45E+14
17 Investimentos	0	3,40E+1	U\$/ha.a	3,70E+12	0,00	1,26E+14	1,26E+14
<b>Transporte Laranja</b>					<b>0,00</b>	<b>3,44E+14</b>	<b>3,44E+14</b>
18 Caminhão	0	6,66E+0	kg/ha.a	1,13E+13	0,00	7,53E+13	7,53E+13
19 Pneus	0	2,97E+0	kg/ha.a	4,30E+12	0,00	1,28E+13	1,28E+13
20 Diesel	0	4,66E+9	J/ha.a	5,50E+4	0,00	2,56E+14	2,56E+14
<b>Indústria Brasil</b>					<b>5,56E+14</b>	<b>2,38E+15</b>	<b>2,94E+15</b>
21 Equipamentos (Aço)	0	1,48E+0	kg/ha.a	1,13E+13	0,00	1,67E+13	1,67E+13
22 Equipamentos (Ferro)	0	1,27E-1	kg/ha.a	2,50E+9	0,00	3,18E+8	3,18E+8
23 Insumos Industriais	0	3,39E-1	kg/ha.a	3,80E+12	0,00	1,29E+12	1,29E+12
24 Investimentos	0	8,23E+1	U\$/ha.a	3,70E+12	0,00	3,05E+14	3,05E+14
25 Diesel	0	3,26E+10	J/ha.a	5,50E+4	0,00	1,80E+15	1,80E+15
26 Energia Elétrica	68	2,95E+9	J/ha.a	2,77E+5	5,56E+14	2,62E+14	8,18E+14
<b>Transporte do SLCC</b>					<b>2,16E+8</b>	<b>2,04E+14</b>	<b>2,04E+14</b>
27 Equipamentos (Aço)	0	4,65E+0	kg/ha.a	1,13E+13	0,00	5,25E+13	5,25E+13
28 Pneus	0	1,67E+0	kg/ha.a	4,30E+12	0,00	7,17E+12	7,17E+12
29 Diesel	0	2,32E+9	J/ha.a	5,50E+4	0,00	1,28E+14	1,28E+14
30 Energia Elétrica	68	1,15E+3	J/ha.a	2,77E+5	2,16E+8	1,02E+8	3,18E+8
31 Investimento BR	0	2,60E+0	U\$/ha.a	3,70E+12	0,00	9,62E+12	9,62E+12
32 Investimento Euro	0	1,00E+1	U\$/ha.a	7,30E+11	0,00	7,30E+12	7,30E+12
<b>Indústria Europa</b>					<b>0,00</b>	<b>6,69E+12</b>	<b>6,69E+12</b>

33 Equipamentos (Aço)	0	1,59E-1	kg/ha.a	1,13E+13	0,00	1,79E+12	1,79E+12
34 Papel	0	4,06E+2	kg/ha.a	3,90E+11	0,00	1,58E+14	1,58E+14
35 Plástico	0	5,07E+1	kg/ha.a	7,20E+12	0,00	3,65E+14	3,65E+14
36 Alumínio	0	2,54E+1	kg/ha.a	3,42E+12	0,00	8,67E+13	8,67E+13
37 Investimentos	0	1,06E+2	U\$/ha.a	7,30E+11	0,00	7,72E+13	7,72E+13
<b>SERVIÇOS</b>					<b>1,52E+15</b>	<b>1,00E+16</b>	<b>1,16E+16</b>
<b>Fazenda</b>					<b>1,39E+15</b>	<b>3,44E+15</b>	<b>8,82E+15</b>
38 Mão de obra – Fixa	38	3,34E+8	J/ha.a	2,80E+6	3,55E+14	5,80E+14	9,35E+14
39 Mão de obra - Temp.	38	9,69E+8	J/ha.a	2,80E+6	1,03E+15	1,68E+15	2,71E+15
40 Desp. Administrativas	0	3,19E+1	U\$/ha.a	3,70E+12	0,00	1,18E+14	1,18E+14
41 Impostos e Taxas	0	2,86E+2	U\$/ha.a	3,70E+12	0,00	1,06E+15	1,06E+15
<b>Transporte de Laranja</b>					<b>1,84E+13</b>	<b>3,01E+13</b>	<b>4,85E+13</b>
42 Mão de obra	38	1,73E+7	J/ha.a	2,80E+6	1,84E+13	3,01E+13	4,85E+13
<b>Indústria Brasil</b>					<b>1,11E+14</b>	<b>3,41E+15</b>	<b>3,52E+14</b>
43 Mão de obra - Fixa	38	6,14E+7	J/ha.a	2,80E+6	6,53E+13	1,07E+14	1,72E+14
44 Mão de obra – Temp.	38	4,29E+7	J/ha.a	2,80E+6	4,56E+13	7,45E+13	1,20E+14
45 Impostos e Taxas	0	8,73E+2	U\$/ha.a	3,70E+12	0,00	3,23E+15	3,23E+15
<b>Transporte do SLCC</b>					<b>4,17E+12</b>	<b>1,11E+14</b>	<b>1,15E+14</b>
46 Mão de obra BR	38	2,95E+6	J/ha.a	2,80E+6	3,14E+12	5,12E+12	8,26E+12
47 Mão de obra Euro	4	5,34E+6	J/ha.a	4,85E+6	1,04E+12	2,49E+13	2,59E+13
48 Taxas BR	0	1,83E+1	U\$/ha.a	3,70E+12	0,00	6,77E+13	6,77E+13
49 Taxas Euro	0	1,83E+1	U\$/ha.a	7,30E+11	0,00	1,34E+13	1,34E+13
<b>Indústria Europa</b>					<b>3,92E+12</b>	<b>3,06E+15</b>	<b>3,06E+15</b>
50 Mão de obra	4	2,02E+7	J/ha.a	2,80E+6	3,92E+12	9,40E+13	9,79E+13
51 Taxas e impostos	0	4,06E+3	U\$/ha.a	7,30E+11	0,00	2,96E+15	2,96E+15
<b>TOTAL</b>					<b>6,07E+15</b>	<b>1,77E+16</b>	<b>2,38E+16</b>
Produção							
Suco de Laranja diluído		1,69E+4	Litro		3,4E+10	J	

**Fonte:** Pereira, 2008.

#### **4.2 Análise em energia da produção de morango**

É possível visualizar na Tabela 5 os fluxos de material e energia que participam do sistema da produção convencional do morango. A energia total do sistema tem valor de  $1,23E+17$  sej/ano. Aproximadamente 0,01% sej/sej de recursos não renováveis são utilizados, 34,68% sej/sej são de recursos renováveis e 65,31% sej/sej são de recursos do mercado financeiro.



**Tabela 5:** Análise de energia na produção convencional de morango.

Nota	Descrição	Unidade	Classe	Valor	EUV /(sej/un)	Fator de Correção	Energia /(sej/ano)	%
<b>Fase de Implantação</b>								
1	Solo	J	N	6,49E+07	7,40E+04	1,68E+00	8,07E+12	<1%
2	Aço (Máquinas agrícolas)	g	F	2,08E+05	2,77E+09	1,68E+00	9,66E+14	<1%
3	Mão de obra	J	F	5,27E+08	4,30E+06	1,00E+00	2,27E+15	1,8%
4	Mudas	U\$	F	1,27E+04	3,70E+12	1,00E+00	4,71E+16	38,4%
5	Plástico	g	F	5,88E+05	5,87E+09	1,00E+00	3,45E+15	2,8%
<b>Fase de Operação</b>								
6	Estrume (Esterco)	g	R	5,00E+03	4,78E+12	1,68E+00	4,02E+16	32,7%
7	Insolação *	J	R	1,59E+11	1,00E+00	1,68E+00	2,67E+11	
8	Energia cinética do vento *	J	R	8,82E+10	2,52E+03	1,68E+00	3,73E+14	
9	Precipitação	g	R	1,33E+10	1,57E+05	1,00E+00	2,09E+15	1,7%
10	Água para irrigação (Água de rio)	g	R	9,45E+08	3,23E+05	1,00E+00	3,05E+14	<1%
11	Calcário	g	F	1,50E+06	1,00E+09	1,68E+00	2,52E+15	2,1%
12	Pesticidas (Fungicida, Inseticida/Acaricida, Herbicida)	g	F	8,38E+03	1,48E+10	1,00E+00	1,24E+14	<1%
13	Espalhante adesivo (Produto químico)	g	F	8,00E+02	1,00E+09	1,68E+00	1,34E+12	<1%
14	Uréia	g	F	1,30E+05	6,62E+09	1,00E+00	8,61E+14	<1%
15	Fosfato	g	F	8,93E+05	3,90E+09	1,68E+00	5,85E+15	4,8%
16	Potássio	g	F	2,10E+05	1,74E+09	1,68E+00	6,14E+14	<1%
17	Mão de obra	J	F	3,15E+09	4,30E+06	1,00E+00	1,35E+16	11,0%
18	Aço (Máquinas Agrícolas)	g	F	3,80E+03	2,77E+09	1,68E+00	1,77E+13	<1%
19	Diesel	J	F	1,18E+10	6,60E+04	1,68E+00	1,31E+15	1,1%
20	Energia elétrica para irrigação	J	F	1,36E+09	1,74E+05	1,68E+00	3,98E+14	<1%
21	Telefone	U\$	F	5,45E+01	3,70E+12	1,00E+00	2,02E+14	<1%
22	Impostos	U\$	F	2,44E+02	3,70E+12	1,00E+00	9,04E+14	<1%
Total							1,23E+17	100%

\*Não contabilizado para evitar dupla contagem

### 4.3 Cálculo dos indicadores

A energia total é composta por três classes de recursos: R (renováveis), N (não renováveis), F (fonte paga), a partir dos quais é possível calcular os indicadores em energia (Odum, 1996). É possível visualizar na Tabela 6 os resultados obtidos da produção convencional de morando a partir dos cálculos dos indicadores, os quais são comparados com a produção de suco de laranja convencional estudado por Pereira (2008).

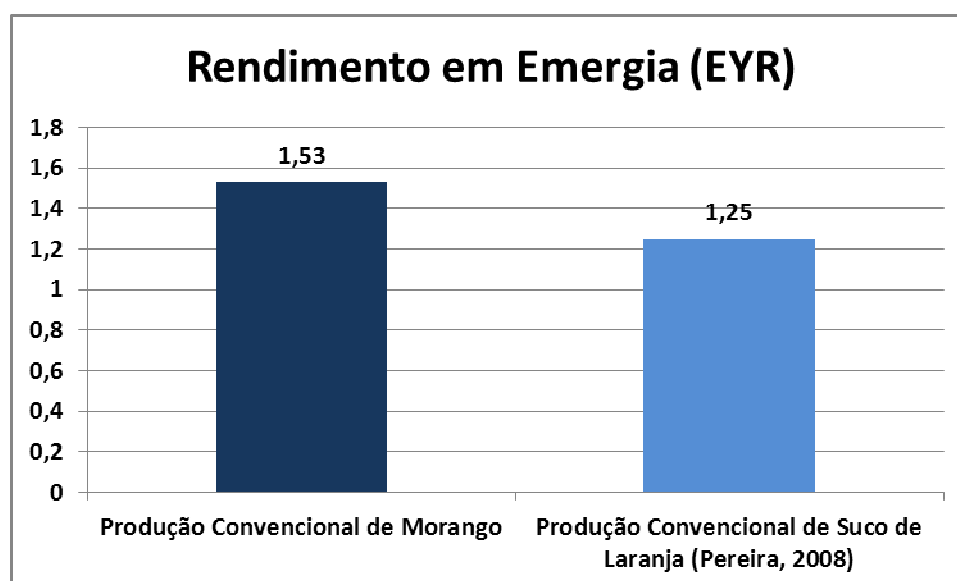
**Tabela 6:** Resumo dos índices em energia da produção convencional de morango e suco de laranja.

Índices em Energia	Produção Convencional de Morango	Produção Convencional de Suco de Laranja (Pereira, 2008)
Rendimento em Energia (EYR)	1,53	1,25
Investimento em Energia (EIR)	1,88	3,97
Carga ambiental (ELR)	1,88	2,26
Índice de sustentabilidade (ESI)	0,81	0,55
Energia por Unidade (sej/kg)	1,15E+13	6,57E+12
Percentual de recursos renováveis (%R)	34,68%	30,7%

#### 4.3.1 Rendimento em Energia (EYR)

Quanto maior o valor deste indicador melhor será seu desempenho, ou o ganho em energia primária disponibilizada para a economia que consumirá o produto. Se o valor de EYR for próximo a um, o sistema consome tanta energia quanto a que disponibiliza à economia. Com isso observa-se que o resultado obtido na produção de morango de 1,53, apresenta melhor desempenho em comparação com o estudo de Pereira (2008), onde o rendimento em energia foi de 1,25 estando mais próximo a um.

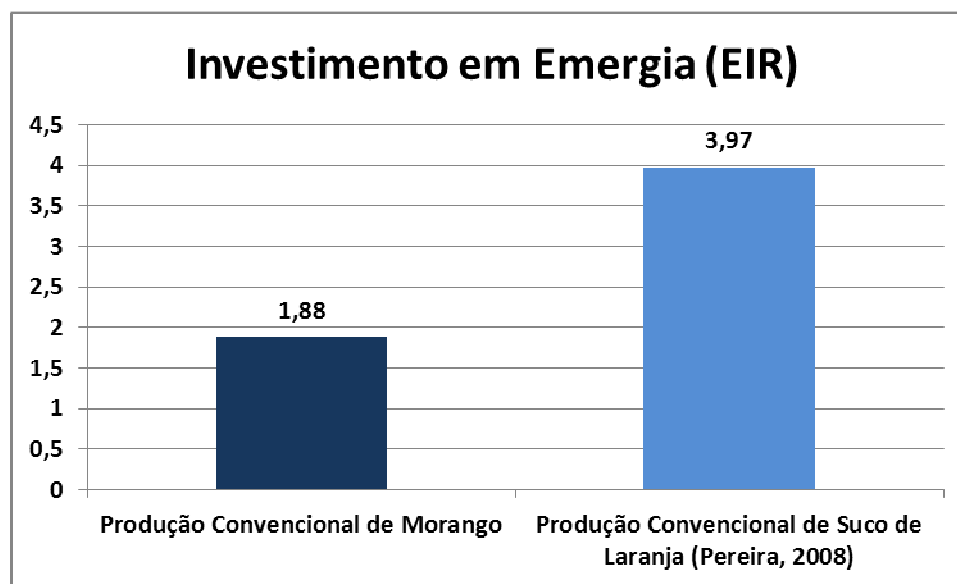
**Gráfico 1:** Índice de Rendimento em Energia (EYR).



### 4.3.2 Investimento em Energia (EIR)

Mede a proporção de energia retro-alimentada do setor econômico em relação às entradas de energia do ambiente. Esta razão indica quão econômico é o processo ao usar os investimentos da economia em comparação com outras alternativas. Para ser econômico, o processo deve ter um valor similar ao valor médio das atividades da região. Se ele exige mais da economia que as outras alternativas, terá menores chances de subsistir. Quando se demanda pouco da economia, a razão será menor e, portanto, seus custos serão menores, o que oferece condições de competir. Portanto quanto menor o valor deste indicador, melhor será o investimento em energia. Pode-se observar pelo Gráfico 2, que o resultado obtido neste trabalho quanto a produção de morango apresenta melhor desempenho em comparação com a produção do suco de laranja de Pereira (2008), pois o resultado apresentado é duas vezes maior que do presente estudo.

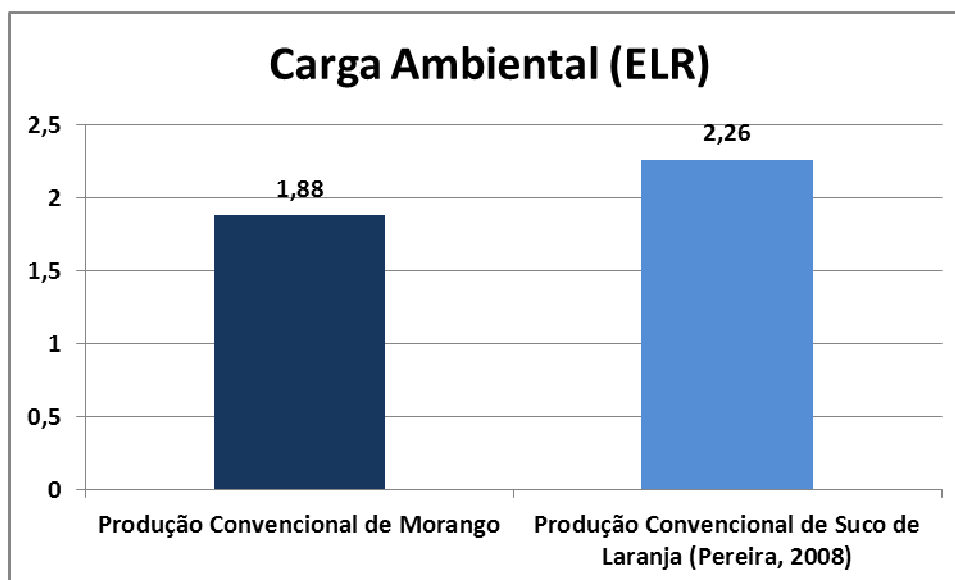
**Gráfico 2:** Índice de Investimento em Energia (EIR).



### 4.3.3 Carga ambiental (ELR)

Trata-se de um índice importante, pois avalia a pressão causada ao ecossistema pelo sistema produtivo em estudo. Índices mais altos de ELR indicam maior pressão do sistema econômico no meio ambiente natural, ou seja, quanto menor o valor deste indicador, menor o estresse imposto ao ambiente (Brown & Ulgiati, 2002). Observa-se que o resultado obtido neste trabalho apresenta melhor desempenho, pois o resultado obtido por Pereira (2008) é 20% maior comparado com o presente estudo.

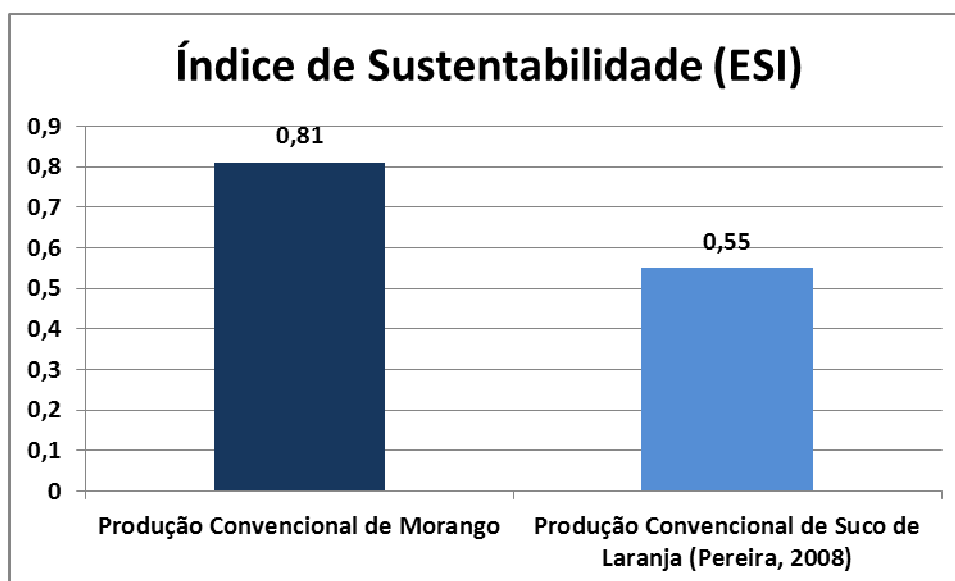
**Gráfico 3: Índice de Carga Ambiental (ELR).**



#### 4.3.4 Índice de sustentabilidade (ESI)

Indica se o sistema contribuindo com energia primária para a economia, o faz em detrimento do equilíbrio ambiental ou se seus impactos podem ser absorvidos pelo sistema (Brown e Ulgiati, 2004). Quanto maior o valor deste indicador, melhor será o índice de sustentabilidade, observa-se que o resultado obtido neste trabalho é aproximadamente 47% maior comparado ao de Pereira (2008) na produção do suco de laranja convencional.

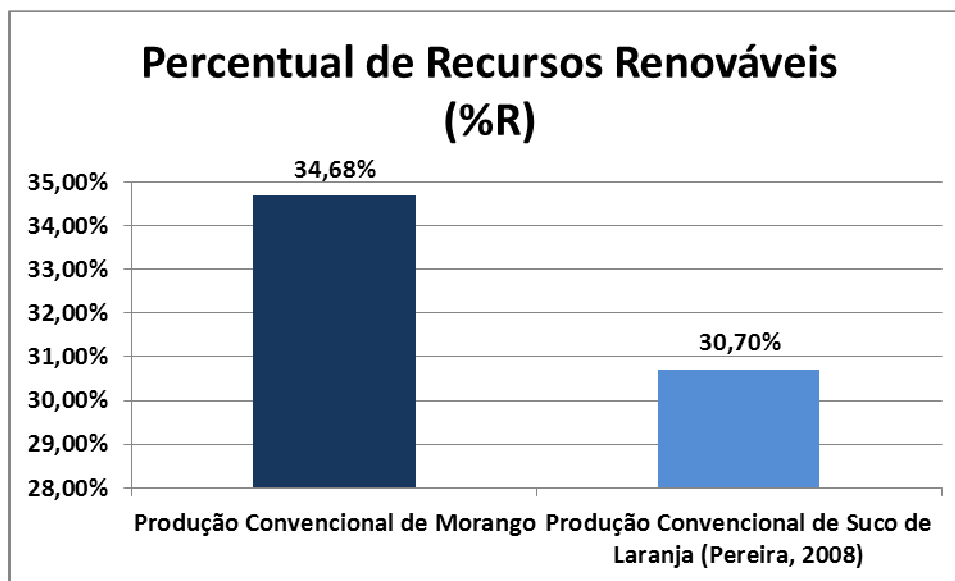
**Gráfico 4: Índice de Sustentabilidade (ESI).**



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

Quanto maior o valor deste indicador, melhor será o percentual de recursos renováveis. Considerando-se a longo prazo, sistemas com maiores índices de renovabilidade têm maiores chances de sobrevivência. Observa-se que o resultado obtido neste trabalho apresenta melhor desempenho, pois o resultado obtido é aproximadamente 4% maior em comparação com resultado de Pereira (2008).

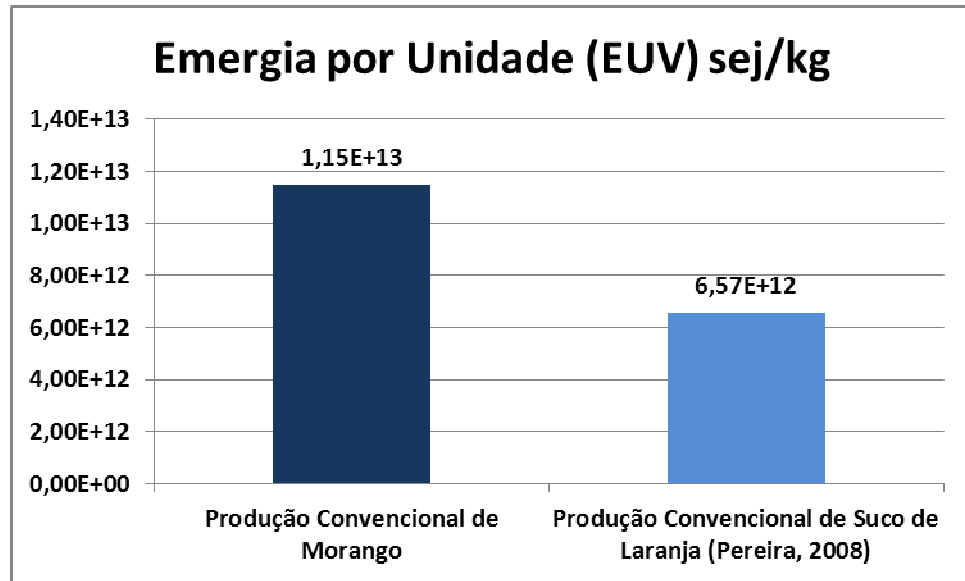
**Gráfico 5:** Índice de Percentual de Recursos Renováveis (%R).



#### 4.3.6 Emergia por Unidade (EUV)

Quanto menor o valor deste indicador, melhor. Observa-se que o resultado obtido por Pereira (2008) apresenta melhor desempenho em comparação com o estudo realizado nesse trabalho já que apresenta menor valor como mostra o Gráfico 6.

Gráfico 6: Índice de Energia por Unidade (EUV).



## 5. CONCLUSÃO

Foi avaliada a contabilidade ambiental da produção convencional de morango, tendo como energia total do sistema  $1,23E+17$  sej/ano. Foram calculados também os indicadores ambientais, tendo como resultados: o rendimento em energia (EYR) 1,53; o investimento em energia (EIR) 1,88; o índice de carga ambiental (ELR) 1,88; o índice de sustentabilidade (ESI) 0,81; índice de Energia por Unidade  $1,15E+13$  sej/kg e o percentual de energia renovável (%R) 34,68%.

De acordo com os resultados, verifica-se que o sistema de produção de morango estudado, é mais eficiente e apresenta melhor performance quanto aos indicadores em energia quando comparado com o sistema de produção do suco de laranja.

Algumas intervenções ainda podem ser realizadas a fim de se aumentar a sustentabilidade da produção do morango. Intervenções estas como substituições dos recursos pagos pelos recursos renováveis como, por exemplo, a substituição da adubação química por adubação orgânica. Também seria necessário a realização de mais trabalhos detalhados nessa mesma linha de raciocínio já que não se encontra referências relacionadas a energia na produção do morango.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2003. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativos, 2003.

BASTIANONI, S.; MARCHETTINI, N. **Ethanol production from biomass: Analysis of process efficiency and sustainability**. Biomass and Bioenergy, v. 11, 5 p. 411-418, 1996.

BRANDT-WILLIAMS, S.L. **Handbook of emergy evaluation – A compendium of data for emergy computation issued in a series of fólhos**. Folio 4: Emergy of Florida Agriculture. Center for Environmental Policy, Environmental Engineering Sciences, 2002.

BROWN, M.; ULGIATI, S. **Emergy Analysys and Environmental Accounting**. Encyclopedia of Energy, v. 2, p. 329-353, 2004.

BROWN, M. T.; ULGIATI, S. **Emergy Measures of Carrying Capacity to Evaluate Economic Investments, Population and Environment**. A Journal of Interdisciplinary Studies, v. 22, n. 5, 2002.

BUENFILL, A.A. **Emergy evaluation of water, doctoral thesis**. University Florida, 2001.

COELHO, O.; ORTEGA, E.; COMAR, V. **Balço de emergia do Brasil**. Campinas, 2002. Disponível em: <http://www.fea.unicamp.br/docentes/ortega/livro/C05-Brasil-COC.pdf>. Acesso em 10/12/2012.



CORSINI, I.; CARVALHO, B. S.; PEREIRA, E. M.; CUNHA, M. C. A.; SILVA, C. C. Contabilidade em energia de dois sistemas de geração de energia elétrica com utilização de resíduos. **Revista Agrogeoambiental**, Inconfidentes v. 03, n. 01, p. 83-91, 2011.

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

DIAS, M.S.C.; SILVA, J.J.C.; PACHECO, D.D.; RIOS, S. de A.; LANZA, F.E. Produção de morangos em regiões não tradicionais. **Informe Agropecuário**. Morango: conquistando novas fronteiras, Belo Horizonte, v.28, n.236, p.24-33, jan./fev. 2007.

GEBER, U.; BJÖRKLUND, J. **The relationship between ecosystem services and purchased input in Swedish wastewater treatment system - a case study**. *Ecological Engineering*, 18, p.39-59, 2001.

ODUM, H. T. **Environmental accounting: energy and environmental decision Making**. New York: John Wiley & Sons, p.370, 1996.

OLIVEIRA, R.P.; SCIVITTAR, W.B.; FINKENAUER, D. **Produção de morangueiro da cv. *camino real* em sistema de túnel**. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 3, p. 681-684, 2008.

ORTEGA, E.; ANAMI, M.; DINIZ, G. **Certification of food products using energy analysis**. In: III International Workshop Advances in Energy Studies, 2002, Porto Venere, Italy.

ORTEGA, E. **Tabela de Transformidades**. Campinas, 2000. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/fea/ortega/curso/transformid.htm>>. Acesso em: 05/12/2012.

RONQUE, E.R.V. **Cultura do morangueiro; revisão e prática**. Curitiba: Emater, 1998. 206p.

SANTOS, A.M. **Cultivares**. In: SANTOS, A.M.; MEDEIROS, A.R.M. (Ed.). Morango: produção. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 24-30, 2003.

SILVA, C. C. **Estudo de caso de sistemas de tratamento de efluentes domésticos com o uso de indicadores ambientais**. UNIP, São Paulo, 2006. Disponível em: <[http://www3.unip.br/ensino/pos\\_graduacao/strictosensu/eng\\_producao/download/eng\\_carlos\\_cesar\\_silva.swf](http://www3.unip.br/ensino/pos_graduacao/strictosensu/eng_producao/download/eng_carlos_cesar_silva.swf)>. Acesso em: 05/12/2012.

SINNOTT, E.; NASH, J.; DE LATORRE, A. **Recursos naturais na América Latina**. Rio de Janeiro: Campus/Banco Mundial, 2010.

ULGIATI, S.; ODUM, H.T.; BASTIANONI, S. **Emergy use environmental loading and sustainability an emergy analysis of Italy**. Ecological Modeling, 73, p.215-268, 1994.

ULGIATI, S.; BROWN, M. T.; BASTIANONI, S.; MARCHETTINI, N. **Emergy-based índices and ratios to evaluate the sustainable use of resources**. Ecol. Eng. , v. 5, p. 519-531, 1995.

VILELA, P.S. **Fruticultura - Morango**. SEBRAE, Brasília-DF, 2012. Disponível em: <[http://arquivopdf.sebrae.com.br/setor/fruticultura/o-setor/frutas-de-g-a-z/morango/integra\\_bia/ident\\_unico/1047](http://arquivopdf.sebrae.com.br/setor/fruticultura/o-setor/frutas-de-g-a-z/morango/integra_bia/ident_unico/1047)>. Acesso em: 13/12/2012.

## ANEXO

### Memorial de Cálculo – Produção Convencional de Morango

#### Fase de Instalação

1 – Solo (Matéria Orgânica do Solo)

Dados:

- Quantidade de matéria orgânica no solo: 18 g/kg de solo.
- Densidade do solo: 1,08 kg/dm<sup>3</sup>.
- Transformidade da matéria orgânica da parte superior do solo: 7,40E+04sej/J (ODUM, 1996).
- Área: 1hectare: 10.000m<sup>2</sup>.
- Energia contida na matéria orgânica: 4kcal/g.
- Energia de 1 caloria: 4,184 joules.
- Camada de solo utilizada: 2cm ou 0,02m.

Cálculos:

10.000m<sup>2</sup> de área e 0,02m de solo corresponde a 200m<sup>3</sup> de solo.

1 dm<sup>3</sup> de solo corresponde a 1E-03m<sup>3</sup> de solo.

Para 1dm<sup>-3</sup> de solo há 1,08kg de solo, portanto para 200m<sup>3</sup> há 2,16E+05kg de solo.

Cada 1kg de solo apresenta 18g de matéria orgânica, portanto há 3,89E+06g de matéria orgânica/ha de solo.

A matéria orgânica tem 11,67E+04J/g, e 3,89E+06g/ha tem 6,49E+7J/ha.

Energia da matéria orgânica do solo= (Energia da matéria orgânica do solo) \*  
(transformidade da matéria orgânica do solo) \* (fator de correção)

Energia da matéria orgânica do solo= (6,49E+7J/ha) \* (7,40 E+04sej/J) \* (1,68)

Energia da matéria orgânica do solo= 8,07E+12sej/ha

2 – Aço (Máquinas Agrícolas, Motobomba para Irrigação e Arcos para cobertura)

-Trator: Dados:

Massa: 2.880.000 (g)

Vida útil: 10 anos

Porcentagem de uso: vida útil em horas: 1.000hrs, uso 16hrs= 0,016%

Cálculos: (massa) / (vida útil anos) \* (porcentagem de uso)

Total: 4.608 g/ano

-Grade Aradora: Dados:

Massa: 1.459.000 (g)

Vida útil: 10 anos

Porcentagem de uso: vida útil em horas: 200hrs, uso 3hrs= 0,015%

Cálculos: (massa) / (vida útil anos) \* (porcentagem de uso)

Total: 2.188,5 g/ano

-Grade Niveladora: Dados:

Massa: 1.300.000 (g)

Vida útil: 10 anos

Porcentagem de uso: vida útil em horas: 200hrs, uso 1hrs= 0,005%

Cálculos: (massa) / (vida útil anos) \* (porcentagem de uso)

Total: 650 g/ano

-Subsolador: Dados:

Massa: 500.000 (g)

Vida útil: 10 anos

Porcentagem de uso: vida útil em horas: 200hrs, uso 1hrs= 0,005%

Cálculos: (massa) / (vida útil anos) \* (porcentagem de uso)

Total: 250 g/ano

-Distribuidor de calcário: Dados:

Massa: 980.000 (g)

Vida útil: 10 anos

Porcentagem de uso: vida útil em horas: 160hrs, uso 1hrs= 0,00625%

Cálculos: (massa) / (vida útil anos) \* (porcentagem de uso)

Total: 612,5 g/ano

-Cultivador/Adubador: Dados:

Massa: 1.700.000 (g)

Vida útil: 10 anos

Porcentagem de uso: vida útil em horas: 320hrs, uso 3hrs= 0,009375%

Cálculos: (massa) / (vida útil anos) \* (porcentagem de uso)

Total: 1.593,75 g/ano

-Rolo-encanteirador: Dados:

Massa: 554.000 (g)

Vida útil: 10 anos

Porcentagem de uso: vida útil em horas: 200hrs, uso 3,5hrs= 0,0175%

Cálculos: (massa) / (vida útil anos) \* (porcentagem de uso)

Total: 969,5 g/ano

-Esparramador de esterco: Dados:

Massa: 980.000 (g)

Vida útil: 10 anos

Porcentagem de uso: vida útil em horas: 320hrs, uso 3hrs= 0,09375%

Cálculos: (massa) / (vida útil anos) \* (porcentagem de uso)

Total: 581,25 g/ano

-Carreta: Dados:

Massa: 549.000 (g)

Vida útil: 10 anos

Porcentagem de uso: vida útil em horas: 600hrs, uso 0,5hrs= 0,0008333333%

Cálculos: (massa) / (vida útil anos) \* (porcentagem de uso)

Total: 45,75 g/ano

-Arco para cobertura (3m unidade): Dados:

Espaçamento entre arcos: 1,2m. Canteiro: 100m. Total de 83 arcos por canteiro.

Total de Canteiros: 45 \* Total de arcos 83= 3.735 arcos

Massa: 3.735 arcos \* 0,5kg/unidade= 1.867,500 (g)

Vida útil: 10 anos

Porcentagem de uso: vida útil= (1) integral

Cálculos: (massa) / (vida útil anos) \* (porcentagem de uso)

Total: 186.750 g/ano

-Motobomba Irrigação: Dados:

Massa: 94.000 (g)

Vida útil: 10 anos

Porcentagem de uso: vida útil= (1) integral

Cálculos: (massa) / (vida útil anos) \* (porcentagem de uso)

Total: 9.400 g/ano

Cálculos Aço Total: (trator) + (grade aradora) + (grade niveladora) + (subsolador) + (distribuidor de calcário) + (cultivador/adubador) + (rolo encanteirados) + (esparramador de esterco) + (carreta) + (arcos de cobertura) + (motobomba)= 2,08E+05 g/ano.

Transformidade do aço= 2,77E+09 sej/J (ULGIATI et al., 1994)

Massa total de aço= 2,08E+05 g/ano

Fator de correção= 1,68E+00

(massa total) \* (transformidade do aço) \* (fator de correção)= 9,66E+14 sej/ha

3 - Mão de obra

-Operação maquinário

Dados: Dias de trabalho: 2

Número de operários: 1

Necessidade metabólica diária (kcal/d): 3,00E+03

Conversão de unidade: 4186

Vida Útil: 1 ano

Cálculo: (dias de trabalho) \* (número de operários) \* (necessidade metabólica diária) \*

(conversão de unidade) \* (vida útil)= 2,51E+07 J

-Calagem

Dados: Dias de trabalho: 0,5

Número de operários: 1

Necessidade metabólica diária (kcal/d): 3,00E+03

Conversão de unidade: 4186

Vida Útil: 1 ano

Cálculo: (dias de trabalho) \* (número de operários) \* (necessidade metabólica diária) \*  
(conversão de unidade) \* (vida útil)= 6,28E+06 J

-Adubação básica

Dados: Dias de trabalho: 1

Número de operários: 1

Necessidade metabólica diária (kcal/d): 3,00E+03

Conversão de unidade: 4186

Vida Útil: 1 ano

Cálculo: (dias de trabalho) \* (número de operários) \* (necessidade metabólica diária) \*  
(conversão de unidade) \* (vida útil)= 1,26E+07 J

-Aplicação de esterco

Dados: Dias de trabalho: 0,5

Número de operários: 1

Necessidade metabólica diária (kcal/d): 3,00E+03

Conversão de unidade: 4186

Vida Útil: 1 ano

Cálculo: (dias de trabalho) \* (número de operários) \* (necessidade metabólica diária) \*  
(conversão de unidade) \* (vida útil)= 6,28E+06 J

-Plantio manual

Dados: Dias de trabalho: 4,5

Número de operários: 4

Necessidade metabólica diária (kcal/d): 3,00E+03

Conversão de unidade: 4186

Vida Útil: 1 ano

Cálculo: (dias de trabalho) \* (número de operários) \* (necessidade metabólica diária) \*  
(conversão de unidade) \* (vida útil)= 2,26E+08 J

-Instalação do mulching

Dados: Dias de trabalho: 5

Número de operários: 4

Necessidade metabólica diária (kcal/d): 3,00E+03

Conversão de unidade: 4186

Vida Útil: 1 ano

Cálculo: (dias de trabalho) \* (número de operários) \* (necessidade metabólica diária) \*  
(conversão de unidade) \* (vida útil)= 2,51E+08 J

Total de mão de obra: (operação maquinário) + (calagem) + (adubação básica) + (aplicação de esterco) + (plantio manual) + (instalação do mulching)= 5,27E+08 J

Transformidade mão de obra: 4,30E+06 sej/J (SILVA, 2009)

Total= (total de mão de obra) \* (transformidade mão de obra)= 2,27E+15 sej/ha

#### 4 – Mudas

Dados:

Quantidade: 80.000 mudas

Valor unidade R\$: 0,35

Valor total: R\$ 28.000

Cotação do Dólar: 1 U\$ = R\$ 2,20

Valor total em U\$: 1,27E+04

Transformidade Dólar: 3,70E+12 sej/J (Coelho et al, 2002)

Calculo:

Total= (valor total em U\$) \* (transformidade dólar)= 4,71E+16 sej/ha.

### **Fase de Operação**

#### 6 – Estrume (Esterco)

Dados:

Quantidade necessária: 5.000 kg/ha/ano

Transformidade esterco: 4,78E+12 sej/J (ORTEGA, 1998)

Fator de correção: 1,68E+00

Cálculo: (quantidade necessária ha/ano) \* (transformidade sej/kg) \* (fator de correção) =  
4,02E+16 sej/ha.



## 7 - Insolação

Dados coletados para instalação na cidade de Piracicaba-SP.

Total Área: 10.000m<sup>2</sup>.

Insolação Média: 4,41 kWh/m<sup>2</sup>xano

Conversão de Unidade/ (J/kWh): 3,60E+06

Cálculo: Insolação= (total área) \* (insolação média anual) \* (conversão de unidade)=  
1,59E+11 J

Transformidade: 1,00E+00 sej/J (ODUM, 1996)

Fator de correção: 1,68E+00

Total: (insolação) \* (transformidade) \* (fator de correção)= 2,67E+11 sej/ha

## 8 – Energia Cinética do vento

Dados coletados para instalação na cidade de Piracicaba-SP.

Total Área: 1,00E+04 m<sup>2</sup>.

Velocidade do Vento(m/s): 6 m/s.

Densidade do ar: 1,30E+00

Conversão (sej/ano): 3,14E+07

Coeficiente de Arrasto: 1,00E-03

Transformidade Energia Cinética do Vento: 2,52E+03 sej/J (ODUM, 1996).

Fator de correção: 1,68E+00.

Cálculo= (área total) \* (velocidade do vento<sup>3</sup>) \* (densidade do ar) \* (conversão sej/ano) \*  
(coeficiente de arrasto)= 8,82E+10 J/ano.

Total= (energia cinética do vento) \* (transformidade) \* (fator de correção)= 3,73E+14 sej/ha.

## 9 – Precipitação

Dados coletados para instalação na cidade de Piracicaba-SP.

Total Área: 10.000m<sup>2</sup>

Precipitação Média: 1328,1 mm/ano

Conversão m/mm: 1,00E-03

Conversão g/m<sup>3</sup>: 1,00E+06

Transformidade: 1,57E+05 sej/J (BUENFIL, 2001).

Cálculo= Massa Total g/ano= (área total) \* (precipitação média) \* (conversão m/mm) \* (conversão g/m<sup>3</sup>)= 1,33E+10 g/ano

Precipitação Total= (massa total g/ano) \* (transformidade)= 2,09E+15 sej/ha.

#### 10 – Água para irrigação (Água de Rio)

Dados: Irrigação a cada 48hrs, 30min/dia, durante 7 meses, somente no período de safra totalizando 105 dias.

45 canteiros de 100m, espaçamento entre furos de 50cm, totalizando aproximadamente 200 furos por canteiro e total de furos=9.000.

Cada furo possui capacidade de 2 L/h, 30min de irrigação dia, totalizando 9.000 L/d.

9.000 L/d \* 105 dias= 945.000 L/ano ou 945m<sup>3</sup>/ano.

Conversão g/m<sup>3</sup>: 1,00E+06.

Transformidade: 3,23E+05 sej/J (BUENFIL, 2001).

Cálculo: Irrigação Anual g/ha/ano= (total de m<sup>3</sup>/ano) \* (conversão g/m<sup>3</sup>)= 9,45E+08 g/ha/ano.

Valor Total= (irrigação anual) \* (transformidade)= 3,05E+14 sej/ha.

#### 11 – Calcário

Dados: Quantidade: 1.500.000g/ano ou 1,50E+06 g/ano.

Transformidade: 1,00E+09 sej/J (ODUM, 1996).

Fator de Correção: 1,68E+00.

Cálculo: (quantidade) \* (transformidade) \* (fator de correção)= 2,52E+15 sej/ha.

#### 12 – Pesticidas (Fungicida, Inseticida/acaricida, Herbicida)

-Fungicida:

Dados: Quantidade: 11kg/ha

Concentração química média: 700g/kg

Cálculo: (quantidade) \* (concentração química)= 7.700 g/ha

-Inseticida e Acaricida:

Dados: Quantidade: 3,5L/ha

Concentração química média: 18,0 g/L

Cálculo: (quantidade) \* (concentração química)= 63g/ha

-Herbicida:

Dados: Quantidade: 1L/ha

Concentração química média: 620 g/L

Cálculo: (quantidade) \* (concentração química)= 620g/ha

Total de Pesticidas: (fungicida) + (inseticida/acaricida) + (herbicida)= 8383 g/ha/ano

Transformidade: 1,48E+10 sej/J (BROWN & ARDING, 1991 apud BRANDT-WILLIAMS, 2002).

Cálculo Total: (total de pesticidas) \* (transformidade)= 1,24E+14 sej/ha.

13 – Espalhante Adesivo (Produto Químico):

Dados: Quantidade: 4 L/ha

Concentração química média: 200 g/L

Cálculo: (quantidade) \* (concentração química)= 800 g/ha

Transformidade: 1,00E+09 sej/J (ODUM, 1996).

Fator de correção: 1,68E+00.

Cálculo Total: (total em g/ha) \* (transformidade) \* (fator de correção)= 1,34E+12 sej/ha.

14 – Uréia (Nitrogênio)

NPK – 04.14.08

Quantidade: 2.000.000 g/ha/ano

Concentração: 4%

Cálculo Ureia Disponível: (concentração) \* (quantidade)= 8,00E+04 g/ha/ano

NPK – 20.05.20

Quantidade: 250.000 g/ha/ano

Concentração: 20%

Cálculo Ureia Disponível: (concentração) \* (quantidade)= 5,00E+04 g/ha/ano

Total de Ureia: (ureia disponível NPK – 04.14.08) + (ureia disponível NPK – 20.05.20)= 1,30E+05 g/ha/ano.

Transformidade da Ureia:  $6,62E+08$  sej/J (ODUM & ODUM, 1983 apud CUADRA, RYDBERG, 2006).

Calculo Total: (total de ureia) \* (transformidade)=  $8,61E+14$  sej/ha.

15 – Fosfato (Fósforo)

NPK – 04.14.08

Quantidade: 2.000.000 g/ha/ano

Concentração: 14%

Cálculo Fósforo Disponível: (concentração) \* (quantidade)=  $2,80E+05$  g/ha/ano

NPK – 20.05.20

Quantidade: 250.000 g/ha/ano

Concentração: 5%

Cálculo Fósforo Disponível: (concentração) \* (quantidade)=  $1,25E+04$  g/ha/ano

Total de Fósforo: (fósforo disponível NPK – 04.14.08) + (fósforo disponível NPK – 20.05.20)=  $8,93E+05$  g/ha/ano.

Transformidade do Fósforo:  $3,90E+09$  sej/J (ODUM, 1996).

Fator de correção:  $1,68E+00$ .

Calculo Total: (total de fósforo) \* (transformidade) \* (fator de correção)=  $5,85E+15$  sej/ha.

16 – Potássio (Óxido de Potássio)

NPK – 04.14.08

Quantidade: 2.000.000 g/ha/ano

Concentração: 8%

Cálculo Potássio Disponível: (concentração) \* (quantidade)=  $1,60E+05$  g/ha/ano

NPK – 20.05.20

Quantidade: 250.000 g/ha/ano

Concentração: 20%

Cálculo Potássio Disponível: (concentração) \* (quantidade)=  $5,00E+04$  g/ha/ano

Total de Potássio: (potássio disponível NPK – 04.14.08) + (potássio disponível NPK – 20.05.20)= 2,10E+05 g/ha/ano.

Transformidade do Potássio: 1,74E+09 sej/J (ODUM, 1996).

Fator de correção: 1,68E+00.

Calculo Total: (total de fósforo) \* (transformidade) \* (fator de correção)= 6,14E+14sej/ha.

17 - Mão de obra

-Operação maquinário

Dados: Dias de trabalho: 10

Número de operários: 1

Necessidade metabólica diária (kcal/d): 3,00E+03

Conversão de unidade: 4186

Vida Útil: 1 ano

Cálculo: (dias de trabalho) \* (número de operários) \* (necessidade metabólica diária) \* (conversão de unidade) \* (vida útil)= 1,26E+08 J

-Limpeza e desbrota

Dados: Dias de trabalho: 3,75

Número de operários: 4

Necessidade metabólica diária (kcal/d): 3,00E+03

Conversão de unidade: 4186

Vida Útil: 1 ano

Cálculo: (dias de trabalho) \* (número de operários) \* (necessidade metabólica diária) \* (conversão de unidade) \* (vida útil)= 1,88E+08 J

-Irrigação

Dados: Dias de trabalho: 7

Número de operários: 4

Necessidade metabólica diária (kcal/d): 3,00E+03

Conversão de unidade: 4186

Vida Útil: 1 ano

Cálculo: (dias de trabalho) \* (número de operários) \* (necessidade metabólica diária) \* (conversão de unidade) \* (vida útil)= 3,52E+08 J

-Adubação cobertura

Dados: Dias de trabalho: 2,25

Número de operários: 4

Necessidade metabólica diária (kcal/d): 3,00E+03

Conversão de unidade: 4186

Vida Útil: 1 ano

Cálculo: (dias de trabalho) \* (número de operários) \* (necessidade metabólica diária) \*  
(conversão de unidade) \* (vida útil)= 1,13E+08 J

-Pulverização

Dados: Dias de trabalho: 2,50

Número de operários: 4

Necessidade metabólica diária (kcal/d): 3,00E+03

Conversão de unidade: 4186

Vida Útil: 1 ano

Cálculo: (dias de trabalho) \* (número de operários) \* (necessidade metabólica diária) \*  
(conversão de unidade) \* (vida útil)= 1,26E+08 J

-Controle de ervas

Dados: Dias de trabalho: 2,50

Número de operários: 4

Necessidade metabólica diária (kcal/d): 3,00E+03

Conversão de unidade: 4186

Vida Útil: 1 ano

Cálculo: (dias de trabalho) \* (número de operários) \* (necessidade metabólica diária) \*  
(conversão de unidade) \* (vida útil)= 1,26E+08 J

-Colheita e classificação

Dados: Dias de trabalho: 40

Número de operários: 4

Necessidade metabólica diária (kcal/d): 3,00E+03

Conversão de unidade: 4186

Vida Útil: 1 ano

Cálculo: (dias de trabalho) \* (número de operários) \* (necessidade metabólica diária) \*  
(conversão de unidade) \* (vida útil)= 2,01E+09 J

-Assistência técnica

Dados: Dias de trabalho: 4

Número de operários: 1

Necessidade metabólica diária (kcal/d): 3,00E+03

Conversão de unidade: 4186

Vida Útil: 1 ano

Cálculo: (dias de trabalho) \* (número de operários) \* (necessidade metabólica diária) \*  
(conversão de unidade) \* (vida útil)= 5,02E+07 J

-Contabilidade/escritório

Dados: Dias de trabalho: 4,5

Número de operários: 1

Necessidade metabólica diária (kcal/d): 3,00E+03

Conversão de unidade: 4186

Vida Útil: 1 ano

Cálculo: (dias de trabalho) \* (número de operários) \* (necessidade metabólica diária) \*  
(conversão de unidade) \* (vida útil)= 5,65E+07 J

Total de mão de obra: (operação maquinário) + (limpeza e desbrota) + (irrigação) + (adubação e cobertura) + (pulverização) + (controle de ervas) + (colheita e classificação) + (assistência técnica) + (contabilidade/escritório)= 3,15E+09

Transformidade mão de obra: 4,30E+06 (SILVA, 2009)

Total= (total de mão de obra) \* (transformidade)= 1,35E+16 sej/ha.

18 – Aço (Máquinas Agrícolas)

-Trator: Dados:

Massa: 2.880.000 (g)

Vida útil: 10 anos

Porcentagem de uso: vida útil em horas: 1.000hrs, uso 10hrs= 0,01%

Cálculos: (massa) / (vida útil anos) \* (porcentagem de uso)

Total: 2880 g/ano

-Carreta: Dados:

Massa: 549.000 (g)

Vida útil: 10 anos

Porcentagem de uso: vida útil em horas: 600hrs, uso 10hrs= 0,016666667%

Cálculos: (massa) / (vida útil anos) \* (porcentagem de uso)

Total: 915 g/ano

Cálculos Aço Total: (trator) + (carreta)= 3,80E+03 g/ano.

Transformidade do aço= 2,77E+09 sej/J (ULGIATI et al., 1994)

Massa total de aço= 2,08E+05 g/ano

Fator de correção= 1,68E+00

Total= (massa total) \* (transformidade do aço) \* (fator de correção)= 1,77E+13 sej/ha.

19 – Diesel (Transporte)

Dados: Um trator faz em média 12L/hr de diesel. 26hrs de operação de maquinário, totalizam 312L/Ano.

Densidade: 0,85 kg/L.

PCI: 10667 kcal/kg.

Conversão J/kcal: 4186 J/kcal.

Cálculo: Energia Total= (quantidade litros/ano) \* (densidade) \* (PCI) \* (conversão)=  
1,18E+10 J.

Transformidade= 6,60E+04 sej/J (ODUM, 1996).

Fator de correção: 1,68E+00.

Cálculo Total: (energia total) \* (transformidade) \* (fator de correção)= 1,31E+15 sej/ha.

20 – Energia Elétrica para Irrigação

Dados: Média de kWh/m<sup>3</sup>: 0,4 kWh/m<sup>3</sup>.

Quantidade de água m<sup>3</sup>/dia: 9m<sup>3</sup>.

Quantidade de dias: 105.

Conversão J/kWh: 3,60E+06.



Cálculo: Total J/Ano= (média de kWh/m<sup>3</sup>) \* (quantidade de água m<sup>3</sup>/dia) \* (quantidade de dias) \* (conversão J/kWh)= 1,36E+09 J.

Transformidade: 1,74E+05 sej/J (ODUM, 1996).

Fator de correção: 1,68E+00.

Cálculo Total: (total J/Ano) \* (transformidade) \* (fator de correção) = 3,98E+14 sej/ha.

## 21 – Telefone

Valor total: R\$ 120,00

Cotação do Dólar: 1 U\$ = R\$ 2,20

Valor total em U\$: 5,45E+01

Transformidade Dólar: 3,70E+12 sej/J (Coelho et al, 2002)

Cálculo Total= (valor total em U\$) \* (transformidade dólar)= 2,02E+14sej/ha.

## 22 – Impostos

Valor total: R\$ 537,70

Cotação do Dólar: 1 U\$ = R\$ 2,20

Valor total em U\$: 2,44E+02

Transformidade Dólar: 3,70E+12 sej/J (Coelho et al, 2002)

Cálculo Total= (valor total em U\$) \* (transformidade dólar)= 9,04E+14sej /ha.

### **Cálculo dos índices em energia da produção convencional de morango.**

F = 8,01E+16 (Resultado obtido pela soma de todos os F da Tabela)

N = 8,07E+12 (Resultado obtido pela soma de todos os N da Tabela)

R = 4,25E+16 (Resultado obtido pela soma de todos os R da Tabela, exceto a insolação e energia cinética do vento)

$$Y = F + N + R$$

$$Y = 8,01E+16 + 8,07E+12 + 4,25E+16 = 1,23E+17$$

$$EYR = \frac{Y}{F} = \frac{1,23E+17}{8,01E+16} = 1,53E+00$$

$$EIR = \frac{F}{N+R} = \frac{8,01E+16}{8,07E+12 + 4,25E+16} = 1,88E+00$$

$$ELR = \frac{N + F}{R} = \frac{8,07E+12 + 8,01E+16}{4,25E+16} = 1,88E+00$$

$$ESI = \frac{EYR}{ELR} = \frac{1,53E+00}{1,88E+00} = 8,13E-01$$

$$NSI = \frac{Y}{UF} \times \frac{N + F}{R} = \frac{1,23E+17}{2,00E+04} \times \frac{8,07E+12 + 8,01E+16}{4,25E+16} = 1,15E+13 \text{ sej.kg/ano}$$

$$R\% = \frac{R}{Y} \cdot 100\% = \frac{4,25E+16}{1,23E+17} \cdot 100\% = 34,68\%$$