



ADEILSON SILVERIO DE ALMEIDA

**APLICAÇÃO DA MATEMÁTICA PARA O CÁLCULO DE
INDICADORES AMBIENTAIS EM EMERGIA NA CULTURA DO
MORANGUEIRO NO SUL DE MINAS GERAIS**

INCONFIDENTES – MG

2014

ADEILSON SILVERIO DE ALMEIDA

**APLICAÇÃO DA MATEMÁTICA PARA O CÁLCULO DE
INDICADORES AMBIENTAIS EM EMERGIA NA CULTURA DO
MORANGUEIRO NO SUL DE MINAS GERAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Graduação no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes, para obtenção do título de Licenciado em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Cezar da Silva

INCONFIDENTES – MG

2014

ADEILSON SILVERIO DE ALMEIDA

**APLICAÇÃO DA MATEMÁTICA PARA O CÁLCULO DE
INDICADORES AMBIENTAIS EM EMERGIA NA CULTURA DO
MORANGUEIRO NO SUL DE MINAS GERAIS**

Data de aprovação: ____ de _____ 2014

Orientador: Dr. Carlos Cezar da Silva
IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes

Pós Dr. Wilson Roberto Pereira
IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes

Daniel Moreira Lupinacci
IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes

Epígrafe

”Na maior parte das ciências, uma geração põe abaixo o que a outra construiu, e o que a outra estabeleceu a outra desfaz. Somente na Matemática é que cada geração constrói um novo andar sobre a antiga estrutura.”

(Hermann Hankel)

DEDICATÓRIA

À minha mãe Shirlei Maria de Almeida e ao meu pai Dorival Silverio de Almeida, que me incentivaram e me apoiaram nesta longa jornada de estudos, proporcionando forças para que eu não desistisse de ir atrás de meu sonho.

E todos os familiares, professores, amigos e colegas que contribuíram para que este sonho se tornasse realidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força e disposição durante este longo processo de aprendizagem.

A toda minha família que, com muito apoio e incentivo, foi fundamental na minha formação.

Ao orientador, Professor Dr. Carlos Cezar da Silva pela ótima orientação, apoio e paciência no decorrer deste curso.

A Katia Tagliaferro e Leonardo R. G. Silva pela grande colaboração neste trabalho.

A Patrícia T. Mendonça por todo o apoio durante a realização deste trabalho.

A todos os amigos e colegas, em especial RicardDoná, Hans Muller e Willian Rosa, que de várias formas contribuíram com a minha formação.

RESUMO

O presente trabalho objetiva apresentar as aplicações da matemática como ferramenta fundamental para o cálculo da contabilidade ambiental em energia e de indicadores ambientais. Dessa forma, é calculada neste estudo a energia do morango obtida por meio de análise de uma lavoura localizada na Fazenda-Escola do IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes, cultivada no período de 2012 a 2013. Por meio dos cálculos, o morango apresentou um custo em energia total de $1,60E+16$ seJ/ano e transformidade de $7,09E+09$ seJ/J. Uma vez calculada a energia do sistema, foi possível analisar o mesmo a fim de verificar o desempenho do sistema em relação ao ambiente e sua sustentabilidade, obtendo como resultado baixo desempenho e sustentabilidade em curto prazo, quando comparado com o sistema de produção de morango convencional. Esta comparação foi feita por meio dos indicadores rendimento em energia, investimento em energia, índice de carga ambiental, índice de sustentabilidade e percentual de recursos renováveis, calculados neste trabalho com os indicadores calculados no trabalho: Contabilidade ambiental da produção convencional de morango, realizado por Dalló (2012). A matemática utilizada consiste nas quatro operações básicas: adição, subtração, multiplicação e divisão, além de potência de dez e análise de dados, os quais foram fundamentais para os cálculos de energia e dos indicadores ambientais presentes neste trabalho.

Palavras chave: Matemática, Energia, Indicadores Ambientais e Morango.

ABSTRACT

The present study aims to present math applications as a fundamental tool for the environmental analysis in emergy and its environmental indexes. The emergy of the strawberry is calculated through an analysis made in a strawberry crop located in the Farm-school of IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes. The strawberry was cultivated from 2012 to 2013. The emergy and the transformity found were $1,71E+16$ seJ/year and $7,60E+09$ seJ/J respectively. Once the emergy of the system was calculated it was possible to analyze the performance of the system related to the environment and its sustainability. It was verified that the system presented low performance and sustainability in short term when compared to a conventional strawberry production. This comparison was made taking into account the emergy yield ratio, the emergy investment ratio, the environmental loading ratio, the environmental sustainability ratio and the percent local renewable. The data found in this study was compared to the data found by Dalló (2012). The mathematics is used in the four basic operations: addition, subtraction, multiplication and division, as well as power of ten and analysis of data, which were crucial to the calculations of power and environmental indicators presented in this work.

Keywords: Mathematics, Emergy, Environmental Indicators and Strawberry.

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	01
2	ESTADO DA ARTE	03
2.1	MORANGUEIRO	03
2.2	PRODUÇÃO DE MORANGO NO BRASIL	04
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	07
3.1	DESCRIÇÃO DO SISTEMA	07
3.2	CONTABILIDADE AMBIENTAL EM EMERGIA	08
3.3	REFERENCIAL DE TRANSFORMIDADE	11
3.4	INDICADORES	11
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4.1	DIAGRAMA DE ENERGIA DO SISTEMA.....	13
4.2	TABELA DA CONTABILIDADE AMBIENTAL EM EMERGIA	14
4.3	CÁLCULO DOS INDICADORES	17
4.3.1	Rendimento em emergia (EYR)	17
4.3.2	Investimento em emergia (EIR)	18
4.3.3	Carga ambiental (ELR).....	18
4.3.4	Índice de sustentabilidade (ESI).....	18
4.3.5	Percentual de recursos renováveis (%R)	18
4.3.6	Energia por unidade (seJ/g)	18
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	19
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
	ANEXO A	24
	ANEXO B	26
	ANEXO C	37

1INTRODUÇÃO

Muitos dos conceitos e teorias da matemática foram descobertos ao longo dos anos, e apesar disto, a matemática ainda continua a se desenvolver permanentemente, o que faz da matemática uma importante ferramenta, principalmente nos dias de hoje, por possuir diversas aplicações em diversas áreas do conhecimento humano. (BRASIL ESCOLA, 2014)

Este trabalho utiliza uma plantação de morango como estudo de caso, para mostrar a utilização do conhecimento matemático na determinação de indicadores ambientais, especificamente por meio da contabilidade ambiental em energia; além disso, é utilizado para calcular os indicadores ambientais em energia a fim de verificar o desempenho ambiental e a sustentabilidade do sistema analisado.

O conhecimento matemático também é utilizado para organização de dados e, conseqüentemente, para a construção de gráficos e análises dos mesmos, com a finalidade de proporcionar uma melhor visualização dos dados trabalhados.

A matemática é a ciência do raciocínio lógico e abstrato, uma ciência que procura padrões, sejam estes reais ou imaginários, e através desses padrões, tenta-se explicar as relações observadas por meio de deduções rigorosas a partir de axiomas e definições, além de estudar quantidades, espaços, estruturas e variações.

Embora se utilize cálculos triviais para elaboração deste trabalho, estes necessitam de conhecimentos sobre suas propriedades de modo que se possa fazer um bom uso da ferramenta matemática para obtenção de resultados significativos. Os conceitos matemáticos utilizados neste estudo são as quatro operações básicas: adição, subtração, multiplicação e divisão, Algarismos em notação científica para melhor representar valores altos ou baixos, análise de dados, e conversões de unidades de medidas distintas para uma única unidade para que se possa comparar diferentes fluxos de energia.

Este trabalho traz uma breve apresentação do morangueiro, com um histórico de produção do fruto no Brasil em 15 anos contados a partir de 1998 bem como a área utilizada

para o plantio. Além disso, apresenta-se a definição de energia definida por Odum (1996) e sua utilidade para o cálculo da transformidade do morango e para o cálculo dos indicadores ambientais que serão apresentados no decorrer do trabalho. E por último, uma comparação dos indicadores ambientais calculados neste trabalho com os indicadores calculados no trabalho desenvolvido por Dalló (2012).

2 ESTADO DA ARTE DO MORANGO NO BRASIL

Um dos objetivos deste trabalho é determinar a emergência e transformabilidade da produção de morango. Este capítulo traz uma breve caracterização do morangueiro a fim de que o leitor possa entender o objeto de pesquisa. Além disso, o capítulo apresenta um histórico da produção de morango no Brasil de quinze anos contados a partir de 1998, com o objetivo de mostrar como essa cultivar está presente na agricultura brasileira e como a mesma vem crescendo a cada ano.

2.1 MORANGUEIRO

O morango pertence à família das *Rosaceae*, do gênero *Fragaria* e espécie *Fragaria x ananassa* Duch. É um híbrido resultante do cruzamento de espécies americanas *F. chiloensis*, *F. virginiana* e *F. ovalis*, e da européia *F. vesca* (RONQUE, 1998). O morango é produzido em diversas regiões do mundo, no Brasil, a cultura é mais concentrada nas regiões Sul e Sudeste, com destaque para os Estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul e São Paulo, devido ao clima temperado e subtropical (OLIVEIRA et al., 2005).

É uma fruta com mercado bastante atrativo, com seu consumo *in natura* ou através de múltiplas maneiras de processamento.

“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”. (VILELA, 2014)



Figura 1: imagem pseudofruto
Fonte: Frutasap, 2014.

2.2 PRODUÇÃO DE MORANGO NO BRASIL

De acordo com a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO, 2014) - Organização da Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, a produção mundial de morango chegou a 4.594.540 toneladas em uma área de 244.283 hectares no ano de 2011, gerando produtividade de 18,81 toneladas por hectare. Dos 76 países produtores de morango, o maior produtor é os Estados Unidos que se destaca com uma produção em 2011 de 1.312.960 toneladas, quase três vezes maior que a segunda colocada Espanha com 514.027 toneladas de morango. (FAO, 2014)

O Gráfico 1 apresenta a produção de morango no Brasil entre 1998 e 2012 em toneladas por ano de acordo com dados da FAO (2014).

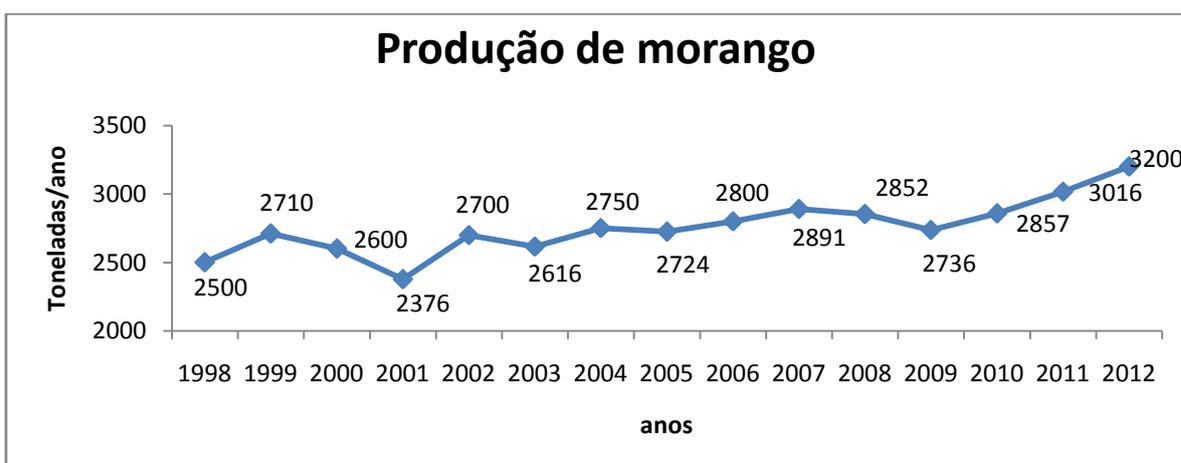


Gráfico1: Quantidade de morango produzido no Brasil em toneladas por ano
Fonte: Elaborado pelo autor
Dados: FAO, 2014

Nota-se que apesar da queda da produção em 2001 e 2009, a quantidade de morango produzido no Brasil está aumentando consideravelmente. No ano de 2012, a produção aumentou 28% (700 toneladas) em relação ao ano de 1998.

Apesar de que as informações da FAO (2014) noticiam a produção apresentada no Gráfico 1, foi verificado no trabalho: ESTUDO DE CASO: O MORANGO (*Fragaria x ananassaDuch*) NA VENDA E COMERCIALIZAÇÃO DENTRO DO PROGRAMA DE AQUISIÇÃO DE ALIMENTOS (PAA) (BORGES, 2013) que a produção nacional em 2006 foi de aproximadamente 72 mil toneladas de morango, com destaque para Minas Gerais com produção de pouco mais de 40 mil toneladas. (apud IBGE, 2006)

Outra fonte que diverge das informações da FAO (2014) foi o trabalho: PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FRUTOS DE CULTIVARES DE MORANGUEIRO, EM DIFERENTES ÉPOCAS DE PLANTIO (PEREIRA, 2009), em que o autor cita uma produção de morango no estado de Minas Gerais de aproximadamente 79 mil toneladas em uma área de 1600 ha, no ano de 2008.

Devido ao fato de este trabalho ter sido realizado durante o período de eleição presidencial, não foi possível a coleta de dados sobre a produção de morango nacional em órgãos como EMATER, EMBRAPA, IBGE entre outros, por estes estarem indisponíveis no momento de realização do trabalho.

O Gráfico 2 mostra a área utilizada para o plantio em cada ano.

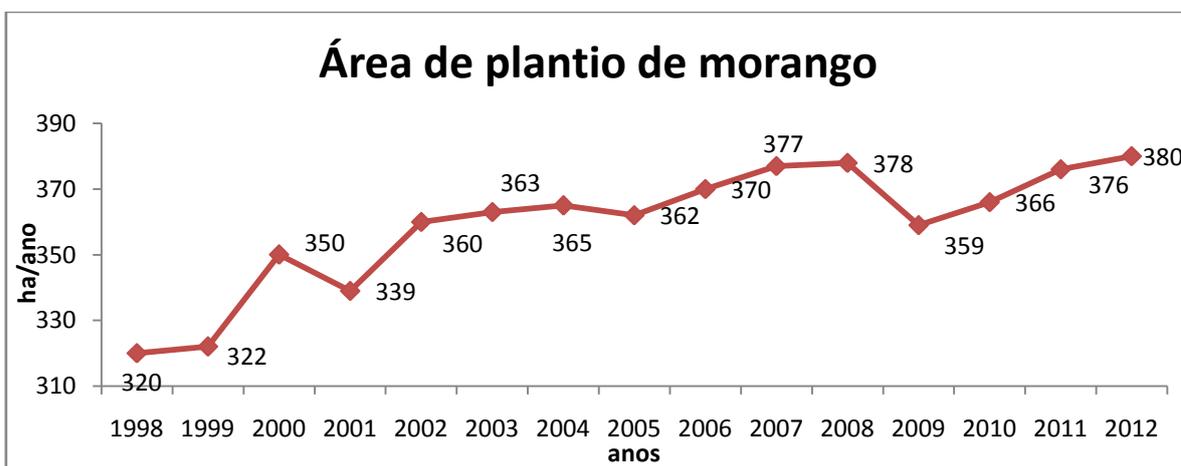


Gráfico2: Área utilizada para o plantio de morango no Brasil em hectares por ano
Fonte: Elaborado pelo autor
Dados: FAO, 2014

A área utilizada para o plantio também aumentou no período de 1998 a 2012, porém aumentou apenas 18,75%, quase 10% a menos que a produção, o que indica que a produtividade por hectare plantado está aumentando.

O Gráfico 3 mostra com mais detalhes o aumento da produção de morango no Brasil por hectare plantado.



Gráfico3: Quantidade de morango produzido no Brasil por hectare

Fonte: Elaborado pelo autor

Dados: FAO, 2014

De acordo com o Gráfico 3, percebe-se que a produtividade por hectare aumentou 7,81% nesses quinze anos analisados. Porém, se comparado as anos 1999 e 2012, nota-se que não houve um aumento da produtividade. O que se pode perceber no gráfico é a queda da produtividade entre os anos de 1999 e 2001, que de acordo com conversas com alguns produtores, foi possível concluir que essa queda se deu por mudanças climáticas da época e uma grande incidência de geada o que fez com que perdesse grande quantidade de frutos, pois as lavouras da época não eram cobertas com o túnel que conhecemos hoje.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo apresenta a descrição do sistema no qual foram coletados os dados para a realização deste trabalho além de definir contabilidade ambiental em energia explicando qual foi a necessidade de criar essa métrica comum para se calcular os fluxos de energia necessários num sistema de produção. É apresentado também uma tabela onde se referencia as transformidades utilizadas neste trabalho e por fim, é feita uma descrição de cada indicador ambiental calculado neste estudo a fim de compará-los com os indicadores calculados por Dalló (2012), Esta comparação é apresentada com detalhes no capítulo 4.

3.1 DESCRIÇÃO DO SISTEMA

O sistema de produção de morango analisado refere-se ao experimento IMBICONT: Improved Biological Control for IPM in Fruits and Berries (Processo FAPESP nº 2011/51556-3). Um projeto apoiado bilateralmente pela University of Copenhagen com financiamento do The Danish Council for Strategic Research Project 11-116089, realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes.

Este experimento tinha como objetivo principal o manejo integrado de pragas utilizando recursos biológicos para o controle das mesmas.

“O sistema integrado de produção, PIMO, trata da produção econômica de frutas de alta qualidade, obtida prioritariamente com métodos ecologicamente mais seguros, minimizando os efeitos colaterais indesejáveis do uso de agrotóxicos para aumentar a proteção do meio ambiente e melhorar a saúde humana.” (MADAIL et al, 2007)

Esse sistema de produção de morango integrado foi comparado com o sistema de produção convencional estudado por Dalló (2012), onde Madail et al. (2007) define sistema convencional de produção da seguinte forma:

“O sistema convencional, em geral, não obedece regras específicas para a produção. O produtor que o pratica utiliza-se de insumos químicos na etapa de fertilização e nos tratamentos preventivos e curativos contra doenças e pragas, sem obedecer regras técnicas pré-estabelecidas.”(MADAIL et al, 2007)

A lavoura na qual foram coletados os dados foi cultivada no período de junho de 2012 a junho de 2013. Essa lavoura era formada por aproximadamente 3.900 pés de morango da variedade San Andreas; uma variedade própria para consumo “in natura”, que se originou na Califórnia pelo cruzamento entre Albion e outras variedades. As plantas da lavoura são vigorosas e os frutos produzidos são saborosos. (EMBRAPA, 2014)



Figura 2: morangueiro do experimento IMBICONT
Fonte: autor

Os dados utilizados foram coletados por meio de entrevistas com profissionais do IFSULDEMINAS - Câmpus Inconfidentes, pesquisas em sites específicos, fabricantes de equipamentos, insumos e literatura, além dos coletados no próprio sistema analisado.

Os dados quanto à precipitação, insolação, energia cinética do vento foram calculados para a implantação do sistema de produção na cidade de Campinas-SP, pois é a região mais próxima da lavoura que oferece esses dados.

Os dados do sistema de produção de morango convencional analisado por Dalló (2012) foram todos baseados nos coeficientes técnicos da revista Agriannual (Anexo A).

3.2 CONTABILIDADE AMBIENTAL EM EMERGIA

Odom (1996) desenvolveu uma metodologia de contabilidade ambiental que incorpora todos os fluxos de energia existentes em um determinado sistema, sejam estes

provenientes da economia ou do meio ambiente, para determinar a energia gasta em um sistema de produção.

Odum (1996) incorporou esses fluxos de energia em uma métrica comum, a “Emergia”, que tem como unidade de medida o “seJ” (*solar energy joule*). Essa metodologia contabiliza todas as contribuições (massa, energia, moeda, entre outras) em uma única unidade equivalente, que permite analisar o desempenho de sistemas, sejam eles ecossistemas naturais ou unidades produtivas, e com isso, permite contabilizar os fluxos provenientes do meio ambiente e da economia.

A emergia (memória energética) consiste no trabalho total realizado para se produzir um recurso. “O valor da emergia total de um sistema produtivo, incorpora os recursos e serviços utilizados para obtenção de um produto, processo ou serviço, sejam estes recursos provenientes do meio ambiente ou da economia” (CORSINI, 2011).

De acordo com Ortega (2014), uma vez calculada a emergia do sistema, é possível calcular a transformidade, que é a relação entre a energia do produto e o total de energia empregada na produção:

“A valoração da energia de um recurso (seja um bem ou um serviço, seja da natureza ou da economia humana) deve respeitar as leis que regem os processos energéticos que ocorrem nas diversas etapas da cadeia de transformação necessária à produção. Se em cada etapa de conversão há um gasto energético, o produto final representa todas as energias disponíveis gastas na sua obtenção. Em comparação com este valor integral (que podemos denominar "energia agregada") o valor calórico do produto (energia) pode ser, comparativamente, pequeno. A relação entre ambos valores nos dá uma idéia da eficiência sistêmica da sua produção (energia do produto/ total de energia empregada na produção). A relação inversa desta eficiência define-se como “Transformidade”.(ORTEGA, 2014).

Os fluxos de emergia de um sistema produtivo são compostos por fontes de recursos renováveis (R), não renováveis (N) ou provenientes da economia (F).

Odum (1996) desenvolveu a construção de diagramas de energia utilizando uma simbologia própria (Figura 3) para que se permita uma visualização prática e eficaz dos fluxos que entram no sistema e podem ser provenientes da economia e do ambiente. Nos diagramas são representados todos os fluxos que compõem o sistema ou processo estudado, sejam eles fluxos de recursos naturais renováveis, de recursos naturais não renováveis ou de recursos provenientes da economia. (apud SILVA, 2006).

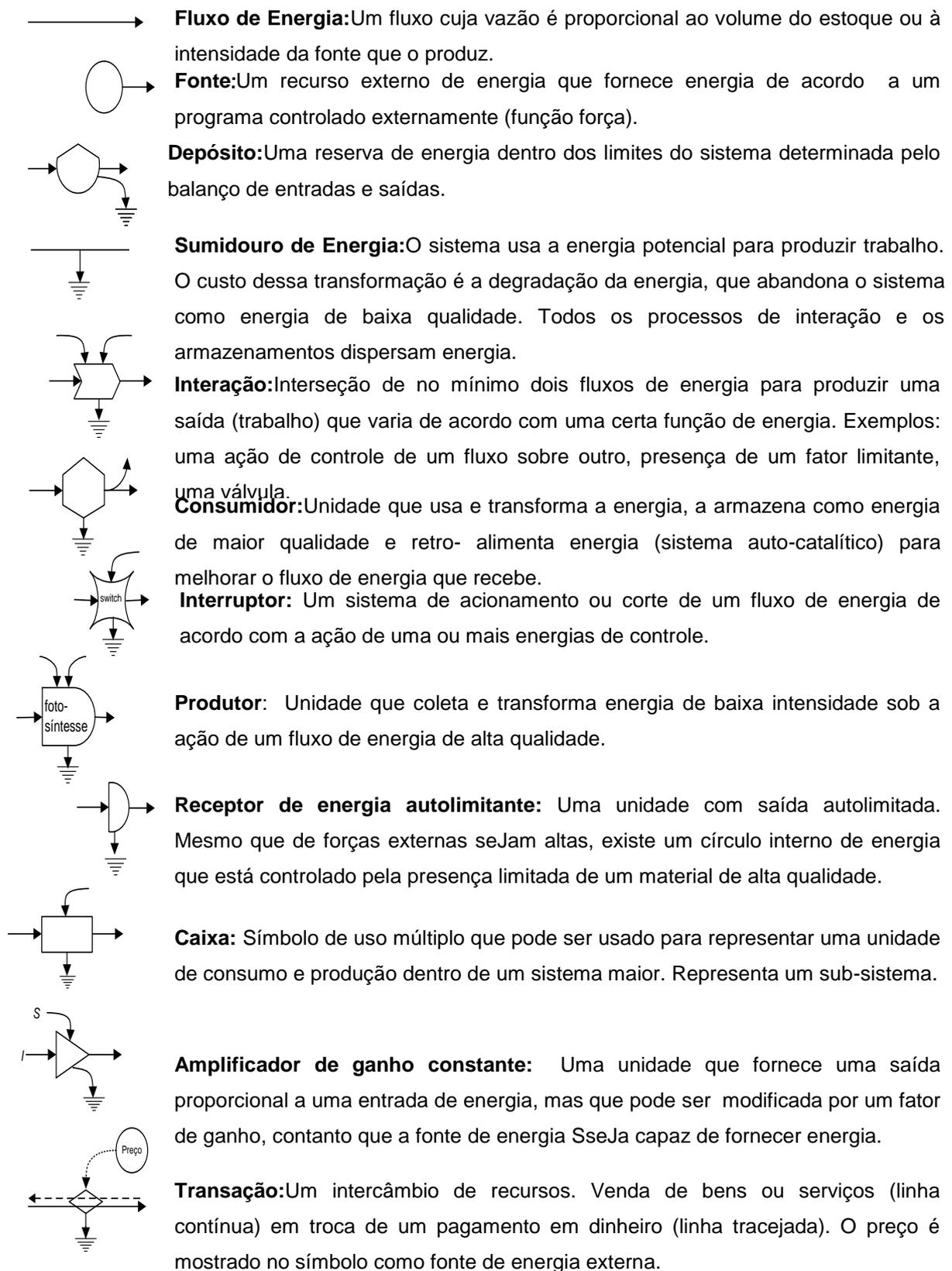


Figura 3: Símbolos para utilização nos diagramas emergéticos (SILVA, 2006 apud ODUM, 1996).

3.3 REFERENCIAL DE TRANSFORMIDADE

A tabela com as transformidades utilizadas neste trabalho com suas respectivas referências é apresentada a seguir.

Tabela 1. Referências bibliográficas das transformidades e energia/unidade utilizadas neste trabalho

Item	Energia por unidade	Unidade	Referências
Solo para o rancho	2,21E+04	seJ/J	ROMITELLI, 2001
Solo para o plantio	1,24E+05	seJ/J	BROWN, M.T. e ULGIATI, S., 2004
Plástico	5,87E+09	seJ/g	GEBER e BJÖRKLUND, 2000
Pedra Brita	1,68E+09	seJ/g	PULSELLI et al., 2008
Madeira	8,80E+08	seJ/g	BROWN, MT; BURANAKARN, V, 2003
Bambu	8,14E+07	seJ/g	GUARNETTI, 2007
Aço	2,77E+09	seJ/g	ULGIATI et al., 1994
Água	7,75E+11	seJ/m ³	BUENFIL, 2001
Mão de obra	4,30E+06	seJ/J	SILVA, 2006
Dólar	4,78E+12	seJ/US\$	DEMÉTRIO, 2011
Fósforo	3,90E+09	seJ/g	ODUM, 1996
Potássio	1,10E+09	seJ/g	ODUM, 1996
Diesel	6,60E+04	seJ/J	ODUM, 1996
Sol	1,00E+00	seJ/J	ODUM, 1996
Vento	1,50E+03	seJ/J	BROWN e ULGIATI, 2002
Precipitação	1,57E+05	seJ/g	BUENFIL, 2001
Evaporação	1,45E+05	seJ/g	BUENFIL, 2001
Bandeja de plástico	5,87E+09	seJ/g	GEBER e BJÖRKLUND, 2000
Caixa de papelão	2,38E+09	seJ/g	MEILLAUD et al. 2005
Fungos para controle biológico	4,78E+12	seJ/US\$	DEMÉTRIO, 2011
Outros fertilizantes	1,00E+09	seJ/g	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 e ULGIATI, 2004).

3.4 INDICADORES

Quando se identifica e quantifica os fluxos de energia (R, N e F) de um sistema produtivo, conseguimos avaliar esse sistema utilizando os indicadores ambientais desenvolvidos por Odum (1996) e Ulgiati e Brown (1998).

Neste trabalho utilizam-se os indicadores: Rendimento em energia (EYR), Índice de carga ambiental (ELR), Investimento em energia (EIR), Índice de sustentabilidade (ESI) e o percentual de recursos renováveis (%R). O Quadro 1 apresenta a descrição de cada um desses indicadores com suas respectivas equações.

Quadro 1 – Indicadores em energia

Descrição	Indicador
Rendimento em energia (<i>emergy yield ratio</i>): É a relação entre a energia total contida no ponto (Y) em relação aos recursos provenientes da economia (F), ou seja, é a energia do sistema dividido pela entrada dos fluxos de energia provenientes da economia. É um indicador de retorno de energia sobre o investimento realizado, fornecendo a energia líquida do sistema, ou seja, a contribuição da energia proveniente do sistema de produção (R+N). Demonstra a capacidade do processo para explorar os recursos locais provenientes da natureza. O valor mínimo é a unidade.	$EYR = \frac{(R + N + F)}{F}$
Investimento em energia (<i>emergy investment ratio</i>): É uma relação entre recursos provenientes da economia e os recursos gratuitos. Um índice baixo indica que o ambiente provê mais recursos para o processo que a economia (materiais e serviços).	$EIR = \frac{F}{(R + N)}$
Índice de carga ambiental (<i>environmental loading ratio</i>): É definido como a relação entre energia de entrada dos recursos locais não renováveis e de recursos provenientes da economia pela energia do recurso local renovável. Avalia o estresse imposto ao ambiente, quanto menor o valor, menor o estresse causado.	$ELR = \frac{(N + F)}{R}$
Índice de sustentabilidade (<i>environmental sustainability indice</i>): Mede a taxa de sustentabilidade. Valores maiores indicam sustentabilidade por períodos de tempo maior. Um sistema para ser considerado sustentável por longo prazo deve ter uma baixa carga ambiental e alto rendimento em energia.	$ESI = \frac{EYR}{ELR}$
Percentual de recursos renováveis (%R) (<i>percent local renewable</i>): Indica a porcentagem de energia que é proveniente de fontes renováveis. Os sistemas com alto valor deste índice são mais sustentáveis.	$\%R = \frac{R}{Y} 100\%$ onde $Y=R+N+F$

Fonte: CORSINI, 2011 apud SILVA, 2009

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados o diagrama de energia do sistema estudado, que facilita a visualização do mesmo, e a tabela de avaliação da energia do sistema de produção do morango. Uma vez calculada a energia da produção de morango, é possível calcular os indicadores ambientais e comparar esses indicadores com os indicadores calculados sobre a produção de morango convencional estudado por Dalló (2012).

4.1 DIAGRAMA DE ENERGIA DO SISTEMA

O Diagrama 1 apresenta o fluxo de energia da produção de morango. Esse diagrama possibilita identificar os fluxos de materiais e componentes do sistema.

Os recursos renováveis (R) estão localizados na lateral esquerda do diagrama, os recursos não renováveis (N) e os provenientes da economia (F) encontram-se na parte superior, os produtos do sistema são mostrados na extremidade direita.

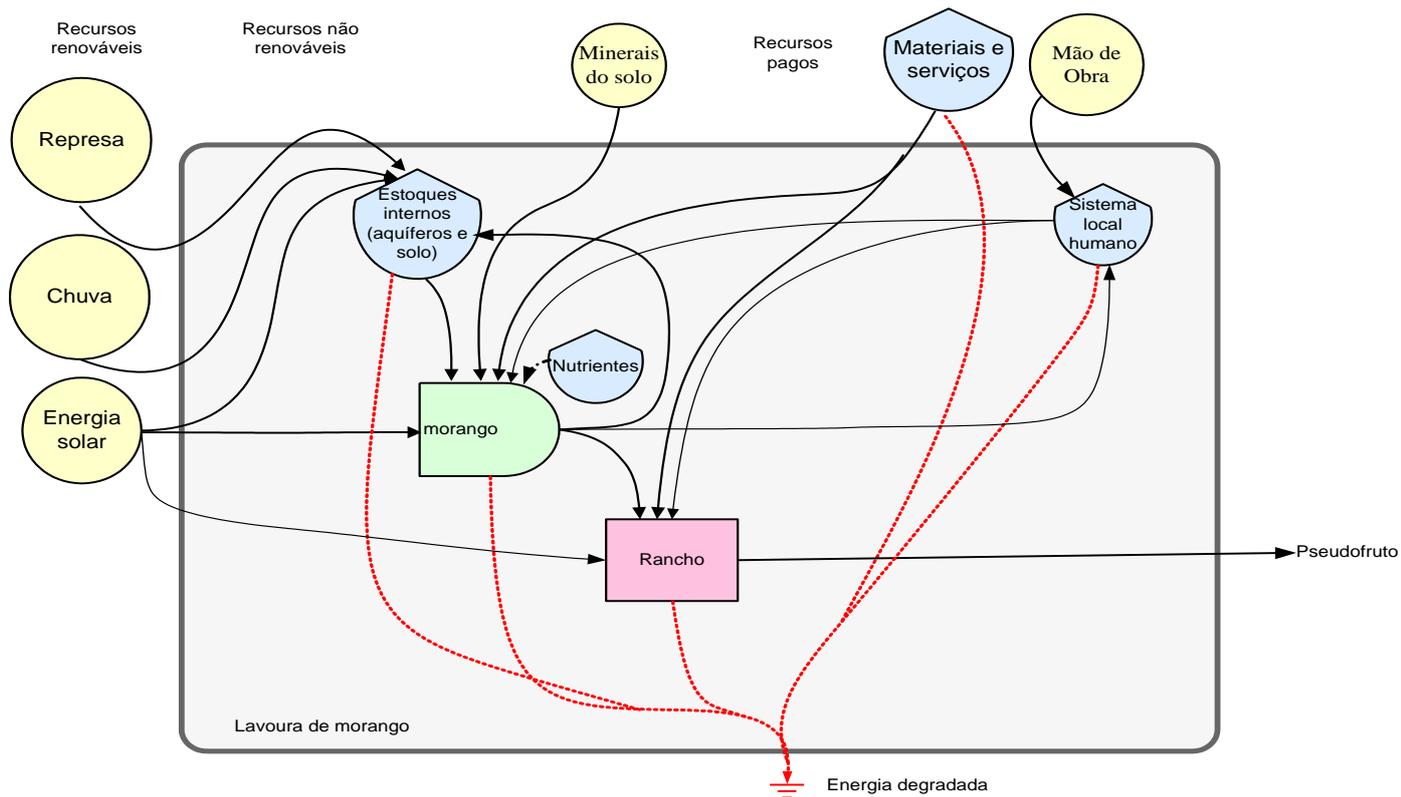


Diagrama 1: diagrama de energia do sistema de produção de morango

4.2 TABELA DA CONTABILIDADE AMBIENTAL EM EMERGIA

A Tabela 2 permite observar os fluxos de emergia, tanto para a implantação como para a operação do sistema. Ela é dividida em duas partes: uma refere-se à implantação do sistema onde são contabilizados todos os recursos utilizados para o preparo da infraestrutura do sistema, e a outra contabiliza os recursos que são utilizados no decorrer do funcionamento do sistema de produção do morango.

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

NOTA	DESCRIÇÃO DO ITEM	CLASSE	UNIDADE	QUANTIDADE	(UEV) (seJ/un)	Fator de correção	Energia (seJ/ano)	%
Fase de implantação								
1	Água	R	m ³	1,22E+02	7,75E+11	1	9,46E+13	0,6%
2	Bambu	R	g	8,28E+04	8,14E+07	1	6,74E+12	0,0%
3	Diesel	N	J	1,86E+09	6,60E+04	1,68	2,06E+14	1,3%
4	Solo para o rancho	N	J	1,11E+09	2,21E+04	1	2,46E+13	0,2%
5	Erosão do solo	N	J	9,71E+06	1,24E+05	1	1,20E+12	0,0%
6	Plástico	F	g	1,58E+05	5,87E+09	1	9,28E+14	5,8%
7	Pedra brita	F	g	5,32E+05	1,68E+09	1	8,94E+14	5,6%
8	Madeira	F	g	1,57E+05	8,80E+08	1	1,38E+14	0,9%
9	Aço	F	g	3,93E+05	2,77E+09	1,68	1,83E+15	11,4%
10	Mão de obra	F	J	3,74E+08	4,30E+06	1	1,61E+15	10,1%
11	Mudas	F	U\$	5,79E+02	4,78E+12	1	2,77E+15	17,3%
12	Fósforo	F	g	6,63E+04	3,90E+09	1,68	4,34E+14	2,7%
13	Potássio	F	g	2,34E+04	1,10E+09	1,68	4,32E+13	0,3%
Fase de operação								
14	Insolação **	R	J	6,93E+12	1,00E+00	1	6,93E+12	
15	Vento **	R	J	1,45E+01	1,50E+03	1	2,18E+04	
16	Precipitação	R	g	1,56E+09	1,57E+05	1	2,45E+14	1,5%
17	Evaporação **	R	g	8,06E+08	1,45E+05	1	1,17E+14	
18	Água	R	m ³	7,08E+02	7,75E+11	1	5,48E+14	3,4%
19	Combustível	N	J	1,91E+09	6,60E+04	1,68	2,12E+14	1,3%
20	Mão de obra	F	J	1,50E+09	4,30E+06	1	6,46E+15	33,3%
21	Bandeja de plástico	F	g	1,76E+04	5,87E+09	1	1,03E+14	0,7%
22	Caixas de papelão	F	g	2,20E+04	2,38E+09	1	5,24E+13	0,3%
23	Aço	F	g	8,38E+04	2,77E+09	1,68	3,90E+14	2,4%
24	Fungos para controle biológico	F	U\$	2,50E+01	4,78E+12	1	1,20E+14	0,8%
25	Fósforo	F	g	1,16E+03	3,90E+09	1,68	7,60E+12	0,1%
26	Potássio	F	g	2,97E+03	1,10E+09	1,68	5,50E+12	0,0%
27	Outros fertilizantes	F	g	3,39E+03	1,00E+09	1,68	5,69E+12	0,0%
Energia total							1,60E+16	100%
Energia do morango (J)							2,25E+06	J
Massa do morango (g)							1,80E+06	g
transformidade do morango							7,09E+09	seJ/J
Energia/g do morango							8,90E+09	seJ/g

(*) Cálculos detalhado no Anexo B

(**) Não contabilizado para evitar dupla contagem

Com base na Tabela 2, podemos calcular o fluxo de energia dos diferentes tipos de recursos utilizados no sistema, obtendo assim o total de 8,95E+14 seJ/ano de recursos renováveis (R), 4,44E+14 seJ/ano de recursos não renováveis (N) e 1,46E+16 seJ/ano de

recursos provenientes da economia (F). Utilizando esses dados, podemos calcular percentual desses recursos em relação ao total de recursos utilizados (R+N+F), como mostra o Gráfico 4.

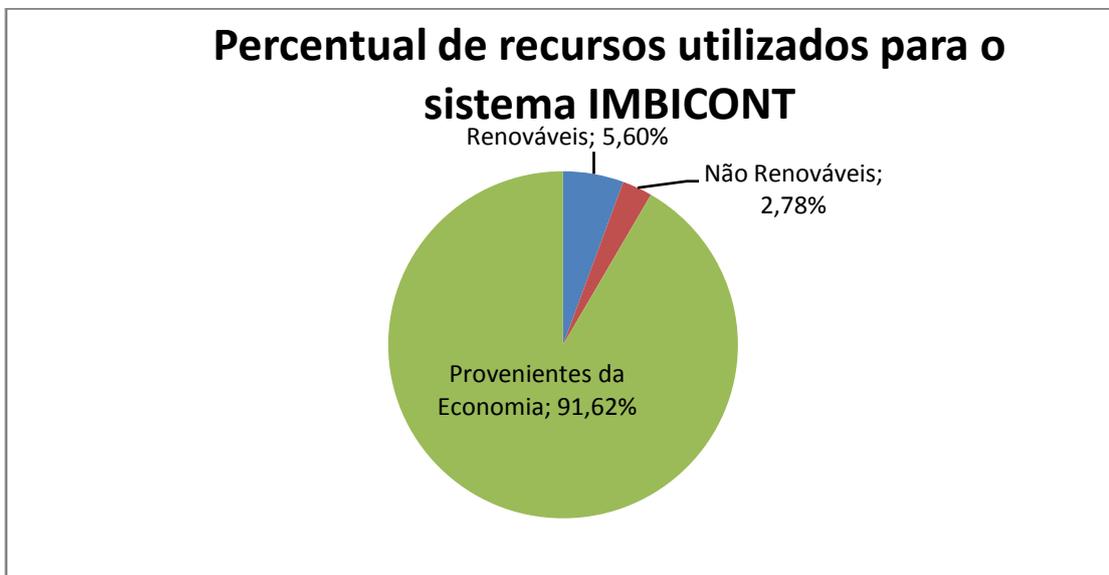


Gráfico 4 – Percentual de recursos por classe (IMBICONT)

Fonte: Elaborado pelo autor

O gráfico seguinte apresenta o percentual de recursos utilizados para a produção convencional de morango, cuja análise emergética foi feita por Dalló (2012).

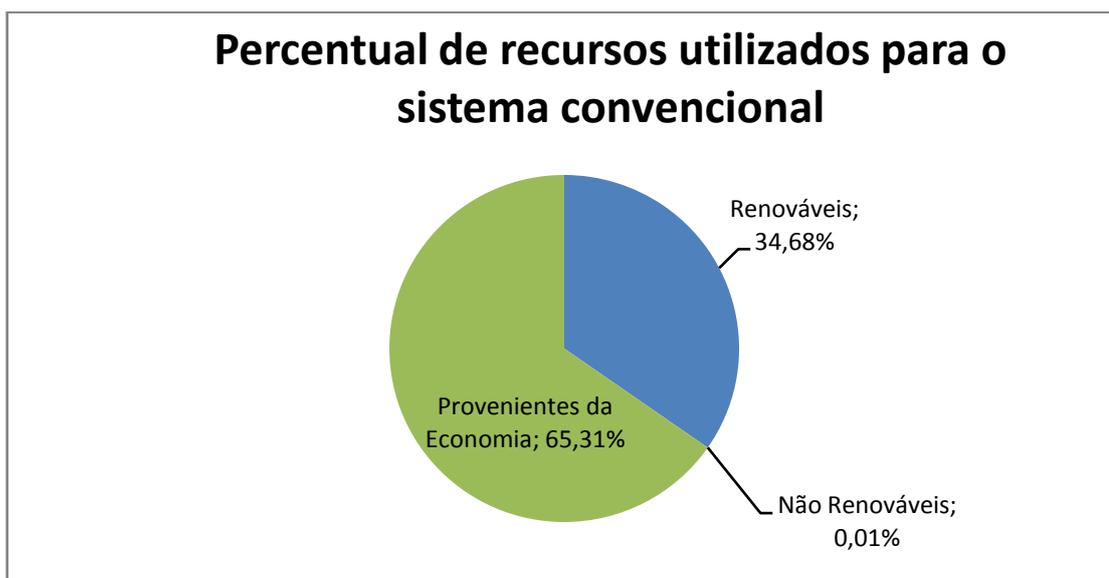


Gráfico 5 – Percentual de recursos por classe (CONVENCIONAL)

Fonte: Dalló (2012)

Os Gráficos 4 e 5 nos mostra a grande diferença de recursos renováveis utilizados nos dois sistemas de produção e isso implicará em indicadores ambientais melhores para o sistema de produção que se utiliza mais recursos renováveis para a obtenção do morango, que será visto com mais detalhes a seguir.

4.3 CÁLCULO DOS INDICADORES

A Tabela 3 apresenta os resultados dos indicadores ambientais da produção de morango calculadas neste trabalho e também os valores obtidos por Dalló (2012) na produção de morango convencional.

Indicador em emergia	Índice para a produção de morango (Experimento IMBICONT)	Índice para a produção de morango convencional (DALLÓ, 2012)
Rendimento em emergia (EYR)	1,09	1,53
Investimento em emergia (EIR)	10,90	1,88
Carga ambiental (ELR)	16,90	1,88
Índice de sustentabilidade (ESI)	0,06	0,81
Percentual de recursos renováveis (%R)	5,60%	34,68
Energia por unidade (seJ/g)	8,90E+09	1,15E+10

Tabela 3: Valores dos indicadores em emergia da produção de morango (*) - (experimento IMBICONT) e morango convencional.

(*) Cálculos detalhados no Anexo C.

4.3.1 Rendimento em emergia (EYR)

O rendimento em emergia (EYR) indica o retorne de energia sobre o investimento realizado, fornecendo a emergia líquida do sistema, e portanto, quanto maior o valor deste indicador melhor será seu desempenho. Dessa forma, observa-se na tabela 2 que o resultado obtido na produção de morango convencional realizado por Dalló (2012) de 1,53 apresenta melhor desempenho em comparação com o estudo de morango realizado neste trabalho, no qual o rendimento em emergia foi de 1,09.

4.3.2 Investimento em energia (EIR)

Um índice baixo no investimento em energia indica que o ambiente provê mais recursos naturais para o processo do que fontes pagas (provenientes da economia). Então pode-se deduzir pela tabela 2 que o resultado 1,88 obtido por Dalló (2012) quanto a produção convencional apresenta melhor desempenho comparando com a produção de morango deste experimento.

4.3.3 Carga ambiental (ELR)

Esse indicador avalia o estresse imposto ao ambiente e, dessa forma, quanto menor o valor, menor o estresse causado. Assim, o morango avaliado neste trabalho apresentou maior estresse ao ambiente em relação ao resultado obtido por Dalló (2012) já que obteve um valor de 10,90 enquanto que o morango convencional obteve 1,88.

4.3.4 Índice de sustentabilidade (ESI)

Este índice indica o quão sustentável é o sistema implicando em maior sustentabilidade o sistema que apresentar maior índice. Dessa forma, a produção convencional de morango com valor de 0,81 é mais sustentável quanto à produção de morango analisada neste trabalho que obteve um valor de apenas 0,06.

4.3.5 Percentual de recursos renováveis (%R)

Este índice indica a porcentagem de energia que é proveniente de fontes renováveis e com isso, o alto valor deste índice indica mais sustentabilidade. O resultado obtido por Dalló (2012) de 34,68% indica que a produção de morango convencional apresenta melhor desempenho em relação ao valor apresentado neste trabalho, de 5,60%.

4.3.6 Energia por unidade (seJ/g)

Quanto menor o valor deste indicador melhor. Dessa forma, o resultado obtido neste trabalho apresenta melhor desempenho em comparação com o estudo realizado por Dalló (2012) uma vez que a produção de morango do experimento obteve valor de $8,90E+09$ seJ/g enquanto que a produção de morango convencional obteve $1,15E+10$ seJ/g.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados, verifica-se que o sistema de produção convencional de morango estudado por Dalló (2012) é mais eficiente e apresenta melhor desempenho quanto aos indicadores em energia quando comparado com o sistema de produção de morango estudado neste trabalho, exceto em energia por unidade.

Apesar do estudo feito por Dalló (2012) ser de uma lavoura convencional, o fato de ele obter melhores indicadores, exceto o indicador energia por unidade, se dá pela grande quantidade de recursos renováveis utilizados no sistema de produção convencional se comparado com o experimento IMBICONT. Essa grande quantidade é devido à utilização de esturmo (esterco) na produção convencional de morango (DALLÓ, 2012), o que equivale a 94,3 % do total de recursos renováveis do sistema, ou seja, sem o uso do esterco, o percentual de recursos renováveis do sistema de produção convencional seria de apenas 1,98 % o que faria com que os indicadores ambientais mudassem completamente e conseqüentemente apresentaria baixo desempenho em relação ao experimento IMBICONT.

Com estes resultados apresentados é possível pensar em uma forma mais ecológica de produzir morangos, como por exemplo, utilizar mais recursos renováveis, adubação natural feita com utilização de esterco entre outros. Ou seja, é possível e indispensável ao meio ambiente essa mudança na forma de cultivo do morango para que a lavoura prejudique o mínimo possível o ambiente.

Com este trabalho, foi possível, utilizando a ferramenta matemática, fazer uma análise energética da produção de morango e conseqüentemente calcular indicadores ambientais em energia e compará-los com outro sistema de produção de morango, além de mostrar uma das infinitas aplicações matemáticas utilizadas para se obter resultados significativos nas áreas no qual a matemática está sendo utilizada.

A matemática envolvida neste trabalho consiste nas quatro operações básicas: adição, subtração, multiplicação e divisão. Além dessas operações, foram utilizados

algarismos em notação científica, pois os valores utilizados são muito “pequenos” ou muito “grandes”. Conhecimentos estatísticos também foram fundamentais para a análise de dados e a criação de gráficos para representação dos mesmos.

Dessa forma, por mais que não esteja completamente explícita a matemática neste trabalho, ela foi fundamental para a realização do mesmo. Ou seja, sem o auxílio da matemática não seria possível obter os resultados apresentados neste trabalho e conseqüentemente dificultaria a análise da produção de morango ou de qualquer outro sistema de produção que se queira analisar.

Portanto, a matemática não serve apenas para resolver contas sem significado como se vê muitas vezes, e sim uma grande ferramenta que, aplicada de maneira correta, auxilia na obtenção de vários resultados significativos, independentemente na área que é utilizada.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BORGES, B. R. S. 2013. Estudo de caso: o morango (*Fragaria x ananassa Duch*) na venda e comercialização dentro do programa de aquisição de alimentos (PAA). 46 p. Monografia (Gestão do Agronegócio). Universidade de Brasília.

BRASIL ESCOLA. 2014. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/matematica/>>. Acesso em 22/09/2014.

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

BROWN, M. T.; McCLANAHAN, T.R., 1996 - Emergy analysis perspectives of Thailand and Mekong River dam proposals, Ecological Modeling, 91,p.105-130.

BROWN, M. T.; ULGIATI, S., 2002 – Emergy evaluations and environmental loading of electricity production systems, J. Cleaner Production, 10, p.321-334.

BROWN, M. T.; ULGIATI, S., 2004. Emergy Analysis and Environmental Accounting, Encyclopedia of Energy, Vol 2: 329-354.

CORSINI, I. Contabilidade ambiental em emergia do processamento de rocha calcária para uso agrícola. 2011. 45p. Monografia (Tecnólogo em Gestão Ambiental). IFSULDEMINAS-Câmpus Inconfidentes.

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

DALLÓ, A. A. Contabilidade ambiental da produção convencional de morango. 2012. 42p. Monografia (Tecnólogo em Gestão Ambiental). IFSULDEMINAS-Câmpus Inconfidentes.

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

EMATER-MG, 2011. Disponível em: <http://www.emater.mg.gov.br/portal.cgi?flagweb=site_tpl_paginas_internas&id=7916#.VAWsUvldWXk>. Acesso em 02/09/2014.

EMBRAPA. 2014. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/morango/arvore/CONT000fmxotm4d02wyiv8065610do1fgl2q.html>>. Acesso em 05/09/2014.

FAO, 2014. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567# ancor>>. Acesso em 03/09/2014.

FRUTASAP. 2014. Disponível em: <<http://frutasap.com.br/morango.html>>. Acesso em 02/10/2014.

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

GUARNETTI, R. L. 2007. Estudo Da Sustentabilidade Ambiental Do Cultivo Comercial Do Bambu Gigante: Produção De Colmos E Brotos. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia da Universidade Paulista (UNIP), São Paulo, 287p.

MADAIL et al. 2007. Avaliação Econômica dos Sistemas de Produção de Morango: Convencional, Integrado e Orgânico. Comunicado Técnico. Pelotas – RS.

ODUM, H. T. 1996 – Environmental accounting – Emergyandenvironmentaldecisionmaking, Ed. John Wiley&SongsLtd. P.370.

OLIVEIRA, R. P.; NINO, A. F. P.; SCIVITTARO, W. B., 2005. Mudas certificadas de morangueiro: maior produção e melhor qualidade da fruta. *A Lavoura*, Rio de Janeiro, v. 108, n. 655, p. 35-38.

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

ORTEGA, E.,2014. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/fea/ortega/agroecol/emergia.htm>>. Acesso em 25/09/2014.

PEREIRA, C. F. 2008. Avaliação da Sustentabilidade Ampliada de Produtos Agroindustriais. Estudo de caso: Suco de Laranja e Etanol. UNICAMP, Campinas-SP. Disponível em : <<http://www.unicamp.br/fea/ortega/extensao/Tese-ConsueloPereira.pdf>>. Acesso em: 12/09/2013.

PEREIRA, W. R. 2009. Produtividade e qualidade de frutos de cultivares de morangueiro, em diferentes épocas de plantio. 46 p. Tese (Pós graduação em agronomia/fitotecnia para o título de Doutor). Universidade federal de Lavras. Lavras-MG.

PULSELLI, R.M.; SIMONCINI, E.; RIDOLFI, R.; BASTIANONI, S., 2008. Specific emergy of cement and concrete: Na energy-based appraisal of building materials and their transporte. *Ecological Indicators* 8, 647-656.

ROMITELLI, M. S. 2001– Emergy analysis of the new Bolívia-Brazil gas pipeline (gasbol), *EmergySystesis – Proceedings of the first biennial emergy analysis research conference*, Gainesville, Florida, Ed. Mark T. Brown,c. 5 p. 53-70.

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

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

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

ULGIATI, S.; ODUM. H. T.; BATIANONI. S. 1994 – Emergy use environmental loading and sustainability an emergy analysis os Italy, Ecological Modelling, 73, p. 215-268.

VENDRAMETTO, L. P., 2011. Contabilidade Ambiental dos sistemas de Produção Agrícola e dos Serviços do Ecossistema do Cerrado de Lucas do Rio Verde – MT. UNIP, São Paulo – SP. Disponível em: <http://www.advancesincleanerproduction.net/papers/dissertations/vendrametto_lp.pdf>. Acesso em 04/10/2013.

VILELA, P. S. 2014. Fruticultura – Morango. SEBRAE, Brasília_DF. Disponível em: <http://arquivopdf.sebrae.com.br/setor/fruticultura/o-setor/frutas-de-g-az/morango/integra_bia/ident_unico/1047>. Acesso em 08/09/2014.

ANEXO A

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

Descrição	Especificação	R\$/Un.	Qtde.	Valor
A. Preparo do solo/plantio/tratos culturais				
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 m3	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. Insumos				
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
C. Colheita				
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
D. Administração				
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 Agrianual 2003. FNP/UNESP Botucatu - Deptº Horticultura - Área de Olericultura HM = Hora Máquina Tp = Trator de pneu

ANEXO B

Nota 1. Água.

Item	Quantidade (ml/min* gotejador)	Quantidade (gotejadores)	Tempo (min/ dia)	Dias (dia/ semana)	Semanas (semana/ ano)	(ml/ano)	(m ³ /ml)	(m ³ /ano)
Água do gotejo	20	8,19E+03	30	3	2	2,95E+07	1,00E-6	2,95E+01
Total 1								2,95E+01

Item	Quantidade (ml/ min*aspersor)	Quantidade (aspersores)	Tempo (min/ dia)	Dias (dia/ semana)	Semanas (semana/ ano)	(ml/ ano)	(m ³ /ml)	(m ³ /ano)
Água do aspersor	42857	9	20	4	3	9,26E+07	1,00E-6	9,26E+01
Total 2								9,26E+01

Total de água	Total (g/ano)
Total 1	2,95E+01
Total 2	9,26E+01
Total	1,22E+02

Nota 2. Bambu.

Item	Quantidade (unidade)	Massa (g/unidade)	Vida útil /(ano)	Total (g/ano)
Bambu maior	1,20E+02	5,50E+02	1	6,60E+04
Bambu menor	6,00E+01	2,80E+02	1	1,68E+04
Total				8,28E+04

Nota 3. Diesel para preparação da terra.

Veículo	Nº de veículos	Horas Trabalhadas (horas)	Consumo (L/hora)	Conversão de unidade (kcal/L)	Conversão de unidade (J/kcal)	Total (J)
Trator	1	3	13	1,14E+ ⁴	4186	1,86E+09
Total						1,86E+09

*<http://www.nempa.com.br/skin/default/arquivos/artigos/104/Caractersticas_energicas_dos_tratores_agricolas_editado.pdf> acessado em 03/10/2013.

Nota 4. Solo utilizado para o rancho*.

Área (m ² /ano)	Conversão (ha/m ²)	Conversão (kg/ha)	Conversão de unidade (g/Kg)	Conversão de unidade (kcal/g)	Conversão de unidade (J/kcal)	Energia (J/ano)
14,19	1,00E-04	4,00E+04	1,00E+03	4,68	4186	1,11E+09
Total						1,11E+09

*Considerando-se que o solo deixou de produzir biomassa de eucalipto no período.

Nota 5. Erosão do solo.**

Área (m ² /ano)	Taxa de Erosão (t/ha)	Conversão (ha/m ²)	Conversão (g/t)	Perda de Matéria orgânica	Energia orgânica (kcal/g)	Conversão de unidade (J/kcal)	Energia (J/ano)
1074	0,2	1,00E-04	1,00E+06	0,02	5,4	4186	9,71E+06
Total							9,71E+06

** De acordo com Vendrametto, 2011.

Nota 6. Plásticos utilizados.

Item	Quantidade (m ²)	Conversão (g/m ²)	Vida útil /(anos)	Total (g/ano)
Plástico preto	499,2	15,68	1	7,83E+03
Plástico branco	1121,1	78,57	1	8,81E+04
Total 1				9,59E+04

Item	Quantidade (unidade)	Massa (g/unidade)	Vida útil /(anos)	Total (g/ano)
Regador de plástico	1	1005	5	2,01E+02
Cesta de plástico 1	2	420	5	1,68E+02
Cesta de plástico 2	2	1090	5	4,36E+02
Bandeja de plástico 1	4	732	2	1,46E+03
Bandeja de plástico 2	1	140	2	7,00E+01
Conectores	11	11	2	9,90E+02
Garrafa térmica	1	1000	10	1,00E+02
Total 2				3,43E+03

Item	Quantidade (metros)	Massa (g/m)	Vida útil /(anos)	Total (g/ano)
Plástico de mangueira de gotejo	1557	12	1	1,87E+04
Tubulação de 3"	193	868	10	1,68E+04
Tubulação de 2"	234	458	10	1,07E+04
Magueira	31	296	1	9,17E+03
Total 3				5,54E+04

Item	Quantidade (unidade)	Massa (g/unidade)	Vida útil /(anos)	Total (g/ano)
Registro de 3"	1	830	10	8,30E+01
Curvade 3"	4	1107	10	4,43E+02
Tampão de 3"	1	320	10	3,20E+01
Registro de 3" para 2"	5	2020	10	1,01E+03
Curva de 2"	1	309	10	3,09E+01
Tampão de 2"	3	107	10	3,21E+01
Registro de 2"	1	280	10	2,08E+01
Filtro	1	1879	10	1,88E+02
Dosador	1	4682	10	4,68E+02
Balde	1	722	5	1,44E+02
Bomba de costa	2	5000	10	1,00E+03
Total 4				3,40E+03

Total de plástico utilizado	Total (g/ano)
Total 1	9,59E+04
Total 2	3,33E+03
Total 3	5,54E+04
Total 4	3,40E+03
Total	1,58E+05

Nota 7. Pedra brita para piso do rancho.

Densidade* (g/m ³)	Área (m ²)	Espessura (m)	Vida útil /(anos)	Total (g/ano)
1,88E+6	1,42E+01	2,00E-02	1	5,32E+05
Total				5,32E+05

* A densidade foi obtida pelo quociente de 1,50E+03g /8,00E-04.

Nota 8. Madeira utilizada.

Item	Quantidade (unidade)	Massa (g/unidade)	Vida útil /(anos)	Total (g/ano)
Cabo da enxada	4	2,96E+03	2	5,92E+03
Total 1				5,92E+03

Item	Quantidade (m ³)	Massa (g/m ³)	Vida útil /(anos)	Total (g/ano)
Madeira do rancho	4,67E-1	4,20E+05	10	1,96E+04
Madeira da cerca	3,12E+00	4,20E+05	10	1,31E+05
Total 2				1,51E+05

Total de madeira utilizada	Total (g/ano)
Total 1	5,92E+03
Total 2	1,51E+05
Total	1,57E+05

Nota 9. Aço.

Item	Quantidade (unidade)	Massa (g/unidade)	Vida útil /(ano)	Total (g/ano)
Grampeador	1	2,05E+02	10	2,05E+01
Bomba de irrigação	1	6,70E+04	10	6,70E+03
Lâmina da enxada	3	1,00E+03	10	3,00E+02
Lâmina do enxadão	1	1,05E+03	10	1,05E+02
Lâmina do facão	3	2,44E+02	10	7,32E+01
Arado	1	5,75E+05	10	5,75E+04
Canteiradeira	1	4,50E+05	10	4,50E+04
Tesoura	1	6,00E+01	10	6,00E+00
Arco para o túnel	120	7,60E+02	10	9,12E+03
Trator	1	2,46E+06	10	2,46E+05
Armário	2	1,50E+04	10	3,00E+03
Total 1				3,68E+05

Item	Quantidade (m ²)	Massa (g/m ²)	Vida útil /(ano)	Total (g/ano)
Tela da cerca	542,5	4,53E+02	10	2,46E+04
Total 2				2,46E+04

Total de aço	Total (g/ano)
Total 1	3,68E+05
Total 2	2,46E+04
Total	3,93E+05

Nota 10. Mão de obra utilizada

Item	Homem (horas/dia)	Quantidade de Homens	Necessidade diária (kcal/H dia)	Conversão de unidade (J/kcal)	Conversão de unidade (horas/dia)	Depreciação (anos)	Energia (J/ano)
Aração/trator	1,5	1	3,00E+03	4186	24	1	2,35E+06
Canteiro/trator	0,66	1	3,00E+03	4186	24	1	1,04E+06
Preparação do canteiro	236	1	3,00E+03	4186	24	1	3,70E+08
Total							3,74E+08

Nota 11. Mudanças.

Item	R\$ Muda	Quantidade de Mudanças	R\$/Ano	Conversão de R\$/R\$	\$/Ano
Mudanças	0,3	3900	1,17E+03	2,02	5,79E+02
Total					5,79E+02

<<http://br.reuters.com/article/businessNews/idBRSPE92R06M20130328>> acessado em 29/09/2013.

Obs. Esse valor foi usado em março, por isso o valor referente à março.

Nota 12. Fósforo (fertilizante pré-plantio).

Item	Quantidade (g/planta)	Unidade (plantas)	Vida útil /(ano)	Total (g/ano)
Fósforo	17	3900	1	6,63E+04
Total				6,63E+04

Nota 13. Potássio (fertilizante pré-plantio).

Item	Quantidade (g/planta)	Unidade (plantas)	Vida útil /(ano)	Total (g/ano)
Potássio	6	3900	1	2,34E+04
Total				2,34E+04

Nota 14. Insolação.

Item	Latitude	Longitude	Média de insolação diária (Kwh/m ² *dia)	Área (m ²)	dias/ano	Conversão (Kwh/J)	Total (J/ano)
sol	22° Sul	47° Oeste	4,91	1074	365	3,60E+6	6,93E+12

*<http://www.cresesb.cepel.br/sundata/> acessado 13/06/2013 as 17h30

Nota 15. Vento.

Item	Velocidade média anual* (m/s)	Fórmula da energia cinética	Massa do ar (g/L)	V ²	Energia cinética (J)
Vento	4,746	(½)mv ²	1,29	2,25E+1	1,45E+1

*Com base nos dados da cidade de Campinas-SP

<http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/index.php/be310/article/viewFile/267/210> - acessado 13/06/2013 as 17h45

Nota 16. Precipitação.

Item	Somatório anual (mm/ano)	Densidade da água (g/m ³)	Área (m ²)	Conversão (m/mm)	Total (g/ano)
Precipitação	1454	1,00E+6	1074	1,00E-3	1,56E+9

*<http://www.tempoagora.com.br/previsaodotempo.html/brasil/climatologia/Inconfidentes-MG/> acessado 13/06/2013 as 17h39

Nota 17. Evaporação.

Item	Somatório anual (mm/ano)	densidade da água (g/m ³)	Área (m ²)	conversão (m/mm)	total (g/ano)
Evaporação	750	1,00E+6	1074	1,00E-3	8,06E+8

*<http://www.biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos> acessado 13/06/2013 as 17h57

Nota 18. Água.

Item	Quantidade (ml/min*gotejador)	Quantidade (gotejadores)	Tempo (min/dia)	Dias (dia/semana)	Semanas (semana/ano)	(ml/ano)	(m ³ /ml)	Total (m ³ /ano)
Água do gotejo	20	8,19E+03	30	3	48	7,08E+8	1,00E-6	7,08E+2
Total								7,08E+2

Nota 19. Combustível para transporte do morango

Item	Consumo (Km/L)	Consumo (L/Km)	Distância (Km)	Conversão (Kcal/L)	Conversão (J/Kcal)	Total (J/ano)
Fiorino(furgão)	21,1	8,26E-02	484	1,14E+04	4186	1,91E+09
Total						1,91E+09

*<http://viagemvirtual.com/plano-de-viagem/consumo-de-combustivel> acessado em 09/05/2013 as 09:55 h

Nota 20. Mão-de-obra.

Item	Homem (dias)	Quantidade de Homens	Necessidade diária (kcal/dia)	Conversão de unidade (J/kcal)	Depreciação (anos)	Energia (J/ano)
Colheita	72	1	3,00E+03	4186	1	9,04E+08
Limpeza do morango	11,25	1	3,00E+03	4186	1	1,41E+08
Roçar	6,25	1	3,00E+03	4186	1	7,85E+07
Irrigação	9	1	3,00E+03	4186	1	1,13E+08
Total						1,24E+09

Nota 21. Bandejas de plásticos.

Item	Unidades	g/unidade	Total (g/ano)
Bandeja de Plástico	1600	11	1,76E+04

Nota 22. Caixas de papelão.

Item	Quantidade (unidade)	Massa (g/unidade)	Vida útil /(ano)	Total (g/ano)
Papelão	200	1,10E+02	1	2,20E+04
Total				2,20E+04

Nota 23. Aço

Item	Quantidade	Massa (g)	Vida útil /(ano)	Total (g/ano)
Roçadeira*	1	7,40E+03	10	7,40E+02
Carro Fiorino**	1	8,31E+05	10	8,31E+04
Total				8,38E+04

*<http://www.stihl.com.br/Produtos-STIHL/Ro%C3%A7adeiras/Agropecu%C3%A1rio/21518-1526/Ro%C3%A7adeira-FS-160.aspx> acessado em 04/07/2013 às 14h02

**<http://www.fiat.com.br/upload/ja-tenho-um-fiat/busca-manual/60350886-Uno-Fiorino-Flex-2005.pdf> acessado em 04/07/2013 às 14h11

Nota 24. Fungos para controle biológico.

Fungos	Quantidade \$	Período /(ano)	Total (\$/ano)
Metarhiziumanisopliae	25	1	2,50E+01
Metarhiziumrobertsii			
Total			2,5E+01

*disponível em <<http://www.mfrural.com.br/busca.aspx?palavras=metarhizium>>. Acesso em 04/10/2013.

Nota 25. Fósforo.

Item	Quantidade g	Período /(ano)	Total (g/ano)
Fósforo	1159,2	1	1,16E+03
Total			1,16E+03

Nota 26.Potássio.

Item	Quantidade	Período	Total
	g	/(ano)	(g/ano)
	2973,6	1	2,97E+03
Total			2,97E+03

Nota 27. Outros fertilizantes.

Item	Quantidade	Período	Total
	g	/(ano)	(g/ano)
Nitrogênio	559,07	1	5,60E+02
Cálcio	254,9	1	2,55 E+02
Magnésio	70	1	7,00 E+01
Enxofre	140	1	1,40 E+02
Boro	2198,4	1	2,20 E+03
Cobre	14	1	1,40 E+01
Ferro	16,52	1	1,66 E+01
Manganês	14	1	1,40 E+01
Molibdênio	6,29	1	6,29 E+00
Zinco	112	1	1,12 E+02
Total			3,39 E+03

ANEXO C

Calculo dos indicadores

Total de recursos renováveis (R): $8,95 \cdot 10^{14}$

Total de recursos não renováveis (N): $4,44 \cdot 10^{14}$

Total de recursos provenientes da economia (F): $1,58 \cdot 10^{16}$

Rendimento em energia (EYR)

$$EYR = \frac{R + N + F}{F} = \frac{8,95 \cdot 10^{14} + 4,44 \cdot 10^{14} + 1,46 \cdot 10^{16}}{1,46 \cdot 10^{16}} = 1,09$$

Investimento em energia (EIR)

$$EIR = \frac{F}{R + N} = \frac{1,46 \cdot 10^{16}}{8,95 \cdot 10^{14} + 4,44 \cdot 10^{14}} = 10,90$$

Carga ambiental (ELR)

$$ELR = \frac{N + F}{R} = \frac{4,44 \cdot 10^{14} + 1,46 \cdot 10^{16}}{8,95 \cdot 10^{14}} = 16,90$$

Índice de sustentabilidade (ESI)

$$ESI = \frac{EYR}{ELR} = \frac{1,09}{16,90} = 0,06$$

Percentual de recursos renováveis (%R)

$$\%R = \frac{R}{R + N + F} \times 100 = \frac{8,95 \cdot 10^{14}}{8,95 \cdot 10^{14} + 4,44 \cdot 10^{14} + 1,46 \cdot 10^{16}} \times 100 = 5,60\%$$