



HENRIQUE OLIVEIRA DA SILVA

**CONTABILIDADE EM EMERGIA DA CULTURA DE ALFACE E
RABANETE IRRIGADAS COM BIOFERTILIZANTE NO
IFSULDEMINAS – CAMPUS INCONFIDENTES**

**INCONFIDENTES – MG
2015**

HENRIQUE OLIVEIRA DA SILVA

**CONTABILIDADE EM EMERGIA DA CULTURA DE ALFACE E
RABANETE IRRIGADAS COM BIOFERTILIZANTE NO
IFSULDEMINAS – CAMPUS INCONFIDENTES**

Este Trabalho de Conclusão de Curso é apresentado como pré-requisito para aprovação no curso superior de Tecnologia em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Cezar da Silva

**INCONFIDENTES - MG
2015**

HENRIQUE OLIVEIRA DA SILVA

**CONTABILIDADE EM EMERGIA DA CULTURA DE ALFACE E
RABANETE IRRIGADAS COM BIOFERTILIZANTE NO
IFSULDEMINAS – CAMPUS INCONFIDENTES**

Data de aprovação: ____/____/____

**Orientador: Prof.º DSc. Carlos Cezar da Silva
(IFSULDEMINAS – Campus Pouso Alegre)**

**Co-orientador: Prof.ª Barbara Mariane Maduro
(IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes)**

**Membro: Caio Guerreiro Valila
(UNIFEI – Universidade Federal de Itajubá – MG)**

Agradecimentos

Primeiramente não tem como eu não agradecer minha família que fundamental para que esse trabalho acontecesse e eu conseguir concluir essa etapa magnífica que foi de universitário como muito conhecimento, meu pai Flavio, minha mãe Sandra, segundo pai Lourival, meu irmão Wagner, vô Geraldo e minhas vós Clarice e Ronia, Aelm de todos os primos e primas , tios e tias .

Meu professor orientador que sem ele não conseguiria concretizar este trabalho Carlos Cezar, que teve muita paciência e me ajudou muito. Yara e Juliana que aplicarão na pratica o trabalho e sempre em momentos de duvidas me ajudaram das melhores maneiras possíveis.

Não apenas na conclusão de curso mais na vida acadêmica e vida social o que seríamos de nós sem os amigos, e tive sorte de ter alguns bons amigos nessa batalha que foram esses anos em Inconfidentes que fizeram tudo ser possível com brigas,alegrias,discussões, construções e desconstruções.

Meus amigos da vida Allison, Fernando, Guilherme, Éder e Arthur que nunca me deixaram de lado em todos aspectos e fizeram eu crescer muito como pessoa e agradeço todos os dias de ter vocês como irmãos e não tem distancia ira acabar com isso .

Tayrine e Caio dos amigos que mudaram minha vida para melhor e com certeza que o que esses dois me ajudaram na faculdade não esta escrito, alem de serem para a vida inteira com toda certeza.

Para Fernanda Bazani por ser irmã mais velha e sempre estar próxima me ajudando no que der e vier sem contar em ser a mais linda, feshion e dona da comida mais gostosa de todas . Gabriela que foi fundamental para que meu trabalho ficasse o melhor possível alem de companheira para conclusão para essa etapa, sem contar Nathalia que também estava na luta.

As pessoas que me suportam e claro eu suporte eles todos os dias da republica Bradock, Tomaz, Rafael, Luis, Lucas e por fim Toshio que é muito meu irmão e tenho certeza que será uma amizade longa.

Como pessoas como : Otavio, Henrique, Murilo, Milla, Luiza, Rodolfo, Daniel, Francine, Lucas, Luccas, Julian, Carlos, Isabela, Thais, Arthur, Pedro, Eduardo, Bianca,Estavan,Ulisses e Joice. São muitas pessoas importante mesmo para mim e que não são palavras que definem o que eu realmente sinto e admiro cada um, como outros tantos que não foram citados

RESUMO

A necessidade da produção de alimentos de forma menos agressiva ao meio ambiente, mais sustentável e utilizando menos recursos econômicos motivou este trabalho o qual foi elaborado utilizando um questionamento de pessoas e análises pela tabela. Utilizou-se a contabilidade ambiental em emergia para comparar o sistema estudado neste trabalho, da produção agrícola de duas culturas, Alface e Rabanete na horta do IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes, que utiliza resíduo de uma coluna de retificação em etanol como biofertilizante, cedendo água e nutrientes para a cultura em comparação com uma cultura de milho que utiliza irrigação artificial e fertilizantes tradicionais. Após a análise dos sistemas, verificou-se que para os indicadores em emergia analisados o sistema de alface e rabanete irrigado com biofertilizante é mais sustentável e economicamente mais viável que a do milho.

Palavra – chave: Contabilidade Ambiental; Emergia; Biofertilizante.

ABSTRACT

The need to grow produce in a less environmentally harmful way, with sustainability and using less economic resources motivates this work which was accomplished by applying a survey and by the analysis of a chart. Emergy accounting was used to compare the systems addressed in this work - the lettuce and radish cultures on the IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes farmstead that uses residue of a rectifying column of ethanol as biofertilizer, giving water and fertilizer to the cultures in comparison with a corn culture using artificial irrigation and traditional fertilizer. After analyzing the systems it was found that by the emergy indicators the analyzed lettuce and radish cultures irrigated with biofertilizer are more sustainable and economically feasible than traditionally grown maize.

Keywords: Emergy Accounting; Emergy; Biofertilizer.

SUMARIO

RESUMO	5
ABSTRACT	6
1. INTRODUÇÃO	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1. Valoração Ambiental	11
2.2. Alface	12
2.3. Rabanete	12
2.4. Cultivo Orgânico	13
2.5. Biofertilizantes.....	13
3. METODOLOGIA.....	15
3.1. Caracterização da área de estudo.....	15
3.2. Descrição dos Sistemas de Produção.....	15
3.3. Contabilidade Ambiental em Emergia	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
4.1 Indicadores	21
5. CONCLUSÃO.....	23
6. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....	24
7. ANEXO.....	28
7.1. Anexo A	28
7.2. Anexo B	33

Lista de Siglas

%R – Percentual de renovabilidade.

EIR – Investimento em energia.

ELR – Índice de carga ambiental.

ESI – Índice de sustentabilidade.

EUA – Estados Unidos da América.

EYR – Rendimento em energia.

F – Recursos pagos, provenientes da economia.

N – Recursos não renováveis.

NSI – Índice de não sustentabilidade.

R – Recursos renováveis.

Y – Energia total.

1. INTRODUÇÃO

Na necessidade de apresentar culturas eficientes e menos agressiva ao meio ambiente, sendo o mais sustentável possível e utilizando menos recursos econômicos, este trabalho realizou a contabilidade ambiental em emergia do sistema de produção agrícola de duas culturas (Alface e Rabanete) na horta do IFSULDEMINAS- Campus Inconfidentes, detalhando os insumos necessários de tais produtos, dos serviços advindo do ecossistema e por fim calcular a emergia de cada indicador.

Nesse processo de novas alternativas sustentáveis na produção de alimentos, faz também necessária a preocupação com os impactos ambientais que tem crescido cada vez mais, assim a melhor forma de quantificar os impactos gerados por um produto ou processo é a utilização da valoração ambiental tendo a emergia como base.

É de extrema relevância que tais inovações neste meio apresentem-se sustentáveis e para isso podemos utilizar a valoração ambiental, por meio da emergia a métrica que apresenta indicadores de sustentabilidade (ODUM, 1996).

Nos dias atuais implementar um sistema agrícola sustentável, é um dos maiores desafios devido a necessidade de priorizar o meio ambiente, e assim produzir alimentos saudáveis e principalmente atender a demanda de consumo dos alimentos.

Com a evolução das tecnologias, a sustentabilidade na produção da agricultura, agricultores procuram alternativas de melhor modelo de manejo, para que seja menos ofensivas ao meio ambiente e que tenha um alimento mais saudável disponível para a alimentação. Assim surge as agriculturas agroecológicas, naturais, orgânicas, biodinâmicas entre outros modelos que buscam a alternativa sustentável de produção

Tratando de agricultura, Pretty (2008) compartilha que alguns dos princípios fundamentais para a sustentabilidade agrícola engloba a minimização do uso de insumos não renováveis que causam danos ao meio ambiente ou à saúde dos agricultores e consumidores.

Em relação aos sistemas agrícolas pode-se, também, determinar uma regra básica que norteia a sustentabilidade na agricultura: a taxa de retirada dos recursos naturais do sistema deve sempre ser no mínimo igual à taxa de crescimento ou reposição do recurso. Assim, a sustentabilidade agrícola refere-se à função de como o homem

gerencia e relaciona essas variáveis para satisfazer a regra básica e tornar o sistema sustentável (VENDRAMETTO, 2011).

Todavia, o processo de busca de novas alternativas deve caminhar junto de pesquisas capazes de quantificar o quanto do meio tem sido suprimido para sua concretização.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Valoração Ambiental

Valoração ambiental é definida por Motta (1997) onde os bens e serviços oferecidos para economia em relação ao valor monetário.

Segundo Reis (2001) a questão econômica é importante para especificar os custos da degradação base dos recursos no processo econômico pensando em diversificados níveis, tanto macro como microeconômico a além de calcular os serviços que a natureza perde pela degradação .

De acordo com Vendrametto (2011) a melhor forma de avaliar e calcular a interação entre economia e meio ambiente utiliza-se a contabilidade ambiental em energia.

Desenvolvida por Odum (1996), a contabilidade ambiental em energia abrange as contribuições econômicas as quais seriam os recursos financeiros, com as contribuições ambientais que engloba os recursos naturais não renováveis e renováveis. Assim tendo total conhecimento dos fluxos de energia e massa ajuda a entender a relação com o meio ambiente e assim tornando tudo em uma só métrica.

Para calcular a contabilidade ambiental em energia, há vários serviços ambientais fornecido pelo meio ambiente, porem neste trabalho foi usado para avaliar a contabilidade ambiental em energia para avaliar os cultivos de alface e rabanete com a irrigação do biofertilizante advindo do etanol. Os insumos necessários foram considerados os recursos econômicos (F), naturais renováveis (R) e não renováveis (N), assim foram consideradas mão de obra, semente alface, semente rabanete como (F), energia solar, energia cinética do vento, água e oxigênio como (R). A classificação foi levantada na fase de implementação e o operação da aplicação do biofertilizante na horta.

Ainda no mesmo trabalho de Odum (1996) há a criação de ferramentas de indicadores ambientais para avaliar a eficiência do rendimento, carga ambiental, recursos e sustentabilidade: EYR rendimento de energia (*Emergy Yield Ratio*); EIR investimento de energia (*Emergy Investment Ratio*); ELR carga ambiental

(*Environmental Loading Ratio*) e ESI sustentabilidade ambiental (*Environmental Sustainability Index*).

Os pesquisadores Tiezzi e Marchettini (1999) desenvolveram um indicador para calcular o índice de não sustentabilidade, NSI (*Not Environmental Sustainability*), o qual apresenta a multiplicação do impacto ambiental com a transformabilidade, ajudando a evidenciar as diferenças dos processos, por serem valores maiores.

2.2. Alface

Segundo Resende et al., (2007) a alface é a principal salada consumida pela população brasileira, por ter uma boa qualidade nutricional, cultivada nacionalmente e possuir um preço acessível ao consumidor. Com o aprimoramento de novas técnicas de colheita e crescimento do sistema de manejo, irrigação, cultivares, conservação pós colheita entre outras fizeram ter essa evolução da cultura no país.

O Brasil possui uma área de aproximadamente 35.000 hectares plantados com alface, caracterizados pela produção intensiva, pelo cultivo em pequenas áreas e por produtores familiares, gerando cerca de cinco empregos diretos por hectare (COSTA e SALA, 2005).

Os estados de São Paulo e Minas Gerais são os maiores produtores de alface do país, sendo que somente o estado de São Paulo plantou 6.570 ha em 2006, produzindo 129.077 toneladas alface (IEA, 2007).

De acordo com Martins (2008) a crescente busca por alimentação mais saudável mostra que a dieta balanceada previne doenças e bem estar, assim os consumidores buscam alimentos de boa aparência e qualidade e com baixo potencial calórico.

2.3. Rabanete

O rabanete *Raphanus sativus L.*, pertencente à família Brassicaceae, apresentando raiz com coloração avermelhada, polpa branca e de formato globular, que é a parte comercial da planta (FILGUEIRA, 2003).

De acordo com Filgueira (2008) retrata que a cultura do rabanete se evidencia principalmente por ter um ciclo curto, podendo ser colhida de 25 a 35 dias após a plantio.

Segundo Oliveira (2008) a grande parte da produção de rabanete é produzida por pequenos e médios olericultores, tendo foco nos cinturões verdes das cidades. No entanto, ainda é uma produção pouco expressiva no Brasil (PULITI et al., 2009).

Apresenta propriedades medicinais, como expectorante natural e estimulante do sistema digestivo, contendo vitaminas A, C, B1, B2, B6, ácido fólico, potássio, cálcio, fósforo e enxofre, elevada quantidade de fibras alimentares, atividade antioxidante e baixa quantidade de calorias (CAMARGO et al., 2007, MELLO et al., 2015).

2.4. Cultivo Orgânico

O pesquisador Ehlers (1999) define a agricultura orgânica, como uma produção sem agrotóxicos ou adubos químicos, visando um equilíbrio total entre o meio ambiente e ser humano, sendo autossustentável, tendo como foco os benefícios sociais e socioeconômicos, minimizando a dependência de insumos e preservando o ambiente .

Segundo Costa & Campanhola (2003) a aplicação de normas ambientais alavancaram a gestão ambiental em atividades produtivas, assim causando uma competitividade no mercado, tendo a adoção de praticas sustentáveis, agradando o consumidor e o meio ambiente.

Segundo Resende et al., (2007), no Brasil o cultivo orgânico ganhou evidencia da sociedade brasileira devido ao aumento da preocupação ambiental e principalmente buscando uma alimentação mais saudável.

Os adubos orgânicos podem ser: compostos orgânicos, vermicompostos, restos orgânicos, esterco sólido ou líquido, restos de cultura, adubação verde, biofertilizantes, microrganismos benéficos e outros resíduos orgânicos (BRASIL, 1999).

2.5. Biofertilizantes

De acordo com Neto (2006) explana que biofertilizante se origina de um processo aeróbico ou anaeróbico a partir da mistura de materiais orgânicos, minerais e água.

A produção de biofertilizantes é decorrente do processo de fermentação, ou seja, da atividade dos microorganismos na decomposição da matéria orgânica e complexação de nutrientes, o que pode ser obtido com a simples mistura de água e esterco fresco. (TIMM , 2004; SANTOS, 1992).

No decreto nº 86.955, de 18 de fevereiro de 1982 do Ministério da Agricultura, aparece na lei pela primeira vez a palavra biofertilizante, que de acordo com o Capítulo I das disposições preliminares, pode ser definido como sendo um produto que contenha princípio ativo ou agente capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou partes das plantas cultivadas, elevando a sua produtividade (PARANA, 1997).

De acordo com Dias et al., (2002) mesmo com poucos estudos na área de biofertilizantes, os seus benefícios são claros, como na economia que o processo apresenta baixo custo além de melhorar as características química, física e biológica do solo. Sem contar no controle de pragas e doenças .

Do ponto de vista econômico, Fernandes (2002) ressalta que a produção de biofertilizantes é uma medida viável, pois é advindo de resíduos orgânicos sendo assim um produto reaproveitado.

A produção de biofertilizantes tem contribuído para a otimização do aproveitamento de resíduos orgânicos gerados em propriedades de base familiar. No entanto, torna-se necessário que este processo seja utilizado com eficiência, de maneira que a qualidade do insumo obtido possa proporcionar ao sistema aportes adequados de nutrientes e de agentes biológicos para o desenvolvimento equilibrado das plantas (TIMM *et al*, 2004).

3. METODOLOGIA

3.1. Caracterização da área de estudo

A horta se localiza no IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes do município da região sul de Minas Gerais, localizada na latitude 21°7'22.65"S; 45°55'43.54"O, tendo uma distancia de 411 km de Belo Horizonte. Tendo aproximadamente 6.904 habitantes (IBGE,2010) com uma extensão territorial de 145 km².

Inconfidentes pertence a bacia hidrográfica do Rio Mogi Guaçu, tendo seus afluentes mais importantes que são Ribeirão Santa Isabel, Córrego da Onça, Rio Espriado , Córrego Grande e do Pessegueiro . Tendo um grande numero de nascentes pertencentes da mesma bacia Hidrográfica (IGAM,2009).

3.2. Descrição dos Sistemas de Produção

Entre os meses de março e abril de 2015, na horta do Câmpus foi feito um canteiro de 1,20 de largura, onde foram plantadas 200 mudas de alface e 200 sementes de rabanete. Sendo irrigadas todos os dias ate o final do ciclo.

O experimento foi feito com 3 tratamentos que seriam:

0% de biofertilizante,

25% de biofertilizante,

50% de biofertilizante.

As parcelas foram feitas com 4 linhas de plantas, a alface foi disposta no espaçamento de 35cm entre plantas e 30 cm entre linhas com um total de 20 plantas por parcela. Já o rabanete foi de 15cm entre plantas e 30 entre linhas, com um total de 16 plantas por parcela.

No tratamento da alface foram irrigadas 8 litros o rabanete, 6 litros diários por parcela. Foram validas apenas as plantas centrais, o restante serviu como bordadura, assim de cada parcela de alface foram utilizadas as 6 plantas centrais e do rabanete as 4 plantas centrais para analise.

Onde todos os processos e tratamentos dos cultivos forma auxiliados por um professor responsável pelo trabalho para o melhor manejo .

Os rabanetes e as folhas de alface foram medidas, colhidas e pesadas. Foram levadas para o laboratório de solos do campus para serem colocadas em uma estufa e feita a medição e comparação dos parâmetros da matéria fresca e seca.

3.3. Contabilidade Ambiental em Emergia

Contabilidade ambiental em emergia, segundo Odum (1996), serve para contabilizar os fluxos de massas e energia solar empregados na obtenção de um produto, que entra e sai de um sistema sob uma unidade comum, os joules de emergia solar (sej).

Com base na metodologia proposta por Odum (1996), foi realizada uma síntese de emergia, compondo um cenário, a plantação de alface e rabanete as quais foram irrigada por um biofertilizante e assim analisada a emergia dessa produção.

Para tratamento dos dados, foram utilizadas conversões e/ou transformações, que permitiram estimar individualmente todos os fluxos de energia que o sistema utiliza.

A contabilidade em emergia total é uma ferramenta na qual tem o principal objetivo de contabilizar os fluxos de serviços e recursos usando uma unidade comum e não discriminando nenhum tipo de recurso seja proveniente do meio econômico ou ambiental.

Estudos feitos por Odum (1996) e Brown e Mcclanahan (1998) criaram um método de calcular o impacto sofrido pelo meio através de sua atividade antrópica. Para facilitar o calculo da energia foi dividido por indicadores.

A classificação dos indicadores são da seguinte forma: Renováveis (R), que são recursos que pode se regenerar e não são causados necessariamente por ação antrópica podendo variar dependendo do recurso e do processo; Não renováveis (N), não se regeneram, apresentando uma abrangência global; Recursos pagos (F), recurso advindo da economia.

Os indicadores utilizados para analisar a viabilidade da aplicação do biofertilizante estão descritos no quadro 1.

Quadro 1: Quadro ilustrativo dos indicadores em energia.

INDICADOR	DESCRIÇÃO DA COLUNA	EQUAÇÃO
EYR Rendimento em Energia	Saída de Energia (Y), dividido pelo fluxo de energia econômica (F).	$EYR = \frac{R+N+F}{F} = \frac{Y}{F}$
EIR Investimento em energia	Energia advinda da economia (F) em relação aos recursos renováveis (R) e não (N) ou seja recursos gratuitos .	$EIR = \frac{F}{(N+R)}$
ELR Índice de carga ambiental	Relação da soma do recurso não renovável (N) e da energia econômica pelo recurso renovável.	$ELR = \frac{N+F}{R}$
ESI Índice de sustentabilidade	Rendimento de energia (EYR) relacionado com o índice de carga ambiental (ELR).	$ESI = \frac{EYR}{ELR}$
NSI Índice de não sustentabilidade	Produto da transformidade ou energia por unidade e ELR .	$NSI = Tr \cdot ELR$
%R Percentual de recursos renováveis	Sinaliza o fluxo de energia advindo de fontes renováveis.	$\%R = \frac{R}{Y} \cdot 100$

O índice de não sustentabilidade (NSI), introduzido por Tiezzi e Marchettini (1999) apresentam o produto da transformidade ou energia por massa e ELR e indica o estresse ambiental de cada unidade de produto ou serviço. Este mede a não sustentabilidade, valores menores são desejáveis para o sistema. Valores de transformidade e de carga ambiental maiores indicam baixa eficiência e alto estresse ambiental.

$$NSI = Tr \times ELR$$

Onde

$$Tr = \frac{Y}{energia(J)}$$

O percentual de recursos renováveis Indica a porcentagem de fluxo de energia, proveniente de fontes renováveis. Os sistemas com alto valor desse índice são mais sustentáveis.

$$\%R = \frac{R}{Y} \times 100$$

Dentre os índices analisados encontra-se o EYR, este indicador fornece o índice de habilidade que o sistema possui para explorar recursos energéticos locais da natureza, pois apresenta o total da energia do sistema pela energia dos recursos pagos (F) (Silva, 2011).

O investimento em energia (EIR), que é obtido pela razão dos recursos pagos (F) em relação aos recursos renováveis (R) e não-renováveis (N) presentes no sistema, quanto menor o índice, maior sustentabilidade o sistema apresenta. O ELR, estresse ambiental e NSI, índice de não sustentabilidade, segue a mesma interpretação, quanto menor o índice, menor o estresse causado e menor a insustentabilidade do sistema.

O percentual de recursos renováveis (%R) e o índice de sustentabilidade (ESI), para melhores avalia-los é considerado que quanto mais alto o seu valor, maior a sustentabilidade do sistema.

As transformidades e as energias por massa utilizada neste trabalho foram retiradas da literatura (Quadro 2).

Quadro 2 - Transformidade e energias por unidade (UEV), calculadas pela baseline $1,583 \times 10^{25}$ sej/ano.

Item	Energia por unidade	Unidade	Referências
Energia solar	1,00E+00	sej/J	Odum (1996)
Erosão	1,24E+05	sej/J	Odum (1996)
Mão de obra	7,53E+07	sej/J	Vendrametto (2011)
Sementes de alface e rabanete	1,55E+09	sej/g	Panzieri et al (2000)
Aço (máquinas)	2,49E+09	sej/g	Buranakarn (1998)
Plástico (máquinas)	5,29E+09	sej/g	Buranakarn (1998)
Água	3,23E+11	sej/m ³	Buenfil (2001)
Madeira	8,79E+11	sej/kg	Santos (2010)
Biofertilizante	1,65E+16	sej/m ³	Fregonesi (2013)

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para iniciar a discussão do estudo é feita a construção e análise do diagrama de energia (Figura 1). Que ajuda a melhor compreensão da interação que há entre o fluxo de matérias e componentes.

Figura 1 – Diagrama de Fluxos de energia

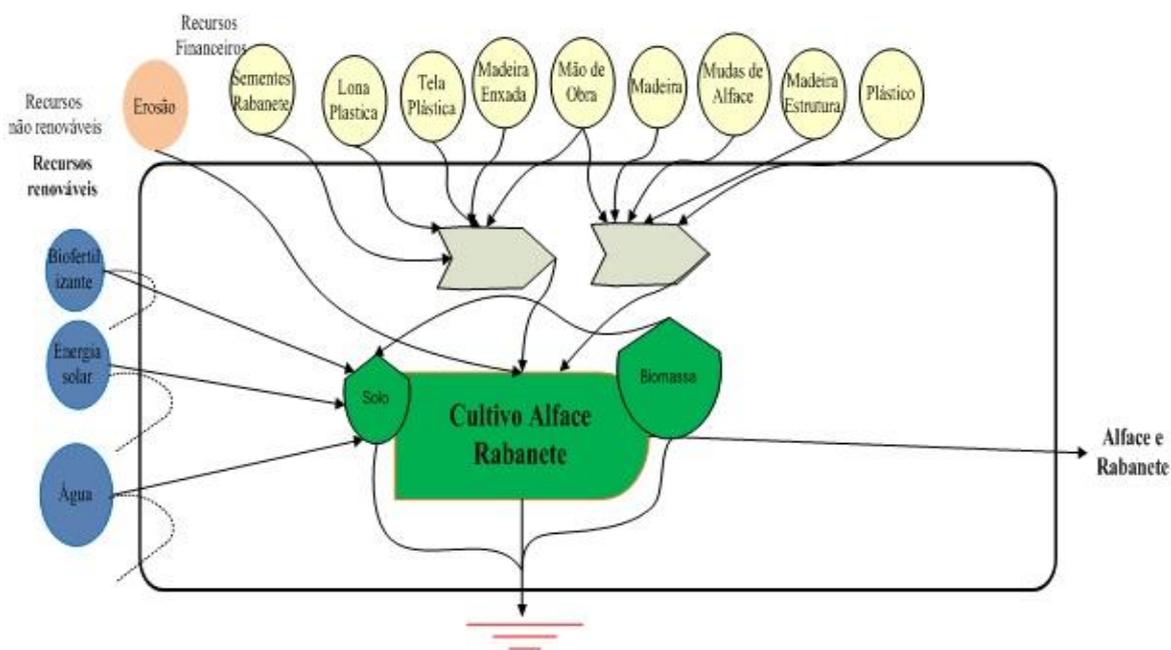


Figura 1 : Diagrama do sistema de produção de alface e rabanete.

Para ajudar na compreensão a tabela da avaliação em energia do cultivo de alface e rabanete onde são contabilizadas todos insumos da implantação e operação do sistema de cultivo é mostrada a seguir na tabela 1.

Tabela 1. Avaliação da energia do sistema de aplicação de biofertilizante na cultura do Alface e Rabanete.

Nota	Descrição	Unidade de	Classe	Valor /(un/mês)	Energia por unidade (sej/un)	Energia /(sej/mês)	% /(sej/sej)
Implantação							
1	Mão-de-obra	J/mês	F	5,05E+07	7,53E+07	3,80E+15	4,95%
2	Lona Plástica	g/mês	F	1,15E+05	5,29E+09	6,08E+14	0,79%
3	Tela Plástica	g/mês	F	1,60E+02	5,29E+09	8,46E+11	<1
4	Plástico	g/mês	F	1,93E+02	5,29E+09	1,02E+12	0,01%
5	Aço Enxada	kg/mês	F	4,00E+01	2,49E+09	9,96E+10	<1
6	Madeira Enxada	g/mês	F	1,67E+01	8,79E+11	1,47E+13	0,02%
7	Sementes de Alface	g/mês	F	1,00E+01	1,55E+09	1,55E+10	<1
8	Semente Rabanete	g/mês	F	1,20E+01	1,55E+09	1,86E+10	<1
9	Erosão	J/mês	N	8,16E+05	1,24E+05	1,01E+11	<1
10	Madeira estrutura	kg/mês	F	1,30E-01	8,79E+11	1,14E+11	<1
Operação							
11	Água	m ³ /mês	R	2,84 E+00	3,23E+11	9,17E+11	<1
12	Energia Solar	J/mês	R	1,16 E+09	1,00E+00	1,16E+10	<1
13	Mão de Obra Da Operação	J/mês	F	7,53E+08	7,53E+07	5,67E+16	73,80%
14	Biofertilizante	m ³ /mês	R	9,54 E-01	1,65E+16	1,57E+16	20,44%
TOTAL						7,68E+16	100%

A energia total da irrigação por um biofertilizante nas culturas de alface e rabanete é de 7,68E+16 sej/mês, deste total cerca de 79,57% sej/sej provem de recursos financeiros (F) evidenciando que o sistema é dependente deste recurso, 20,44% de recursos renováveis (R) e o restante não renováveis (N).

4.1 Indicadores

A tabela 2 mostra a comparação entre os indicadores do cultivo de alface e rabanete do presente trabalho com o sistema de perímetro irrigado do cultivo de milho do trabalhos de Santos (2015).

Tabela 2 – Comparação dos indicadores da síntese em energia

Indicador	Alface e Rabanete (deste estudo)	Milho (SANTOS,2015)
EYR	1,26E+00	1,00E+00
EIR	3,89E+00	8,76E+03
ELR	3,89E+00	1,02E+04
ESI	3,23E-01	9,80E-05
%R	2,04E+01	9,80E-03
NSI (sej/J)	7,19E+23	1,68E+11

O valor do indicador EYR, do sistema de alface e rabanete apresenta a energia de 1,26E+00 apresentando um maior fluxo de energia, quanto a composição da cultura do milho que apresenta 1,00E+00.

O indicador de EIR da alface e rabanete informa que a irrigação do biofertilizante utiliza 8,75E+03 vezes menos fluxo de materiais e recursos não disponíveis no ambiente que o sistema do perímetro irrigado.

A taxa de carga ambiental determinada no estudo da alface e rabanete apresentou valor 3,89E+00 ,evidenciando que o sistema causa menor desequilíbrio ambiental que ao perímetro irrigado .

Ulgiati e Brown (1998) mostra que os resultados de ESI abaixo de 1 mostra que o sistema é sustentável por um curto período, valores entre 1 e 5 o sistema é sustentável a médio prazo e resultados a cima de 5 indicam que o sistema é sustentável

por longo prazo. Assim a irrigação de biofertilizante na cultura de alface e rabanete apresenta um valor $3,23E-01$ sendo um sistema sustentável a longo prazo.

O percentual de recursos renováveis o cultivo de alface e rabanete possui $2,04E+03$ mais fluxo de energia provenientes de fontes sustentáveis que o da produção de milho.

O indicador de não sustentabilidade da cultura da alface e rabanete é $1,68E+11$ mais eficiente e causa menor estresse ambiental que o perímetro irrigado.

5. CONCLUSÃO

A contabilidade ambiental em emergia mostrou-se eficiente para calcular e identificar os fluxos ambientais como recursos financeiros, renováveis e não renováveis.

Quando comparado com o sistema irrigado do milho mostra que o processo do cultivo da alface e rabanete é viável e sustentável a longo prazo e prioriza um biofertilizante como adubo.

Observa-se que os recursos econômicos utilizados foram altos, mas que é possível a utilização de menos recursos, a fim de diminuir os custos e conseguir manter a eficiência. Como por exemplo, uma estrutura que precise menos madeira, que as telas e plásticos de proteção forem trocados por outro tipo de material mais resistente, para o número de cultivares poderia ser usado menor mão de obra no cultivo diário.

Portanto o trabalho apresentou bons números de indicadores mostrando que o sistema de cultivo da alface e rabanete irrigado com biofertilizante, quando comparado ao de milho tem inúmeras vantagens, como: maior fluxo de energia, não possuir grande número de insumos não renováveis e bom fluxo de insumos renováveis, tendo um prazo de sustentabilidade maior, além de causar menor impacto negativo, proporcionando menor desequilíbrio ambiental.

Mesmo tendo dado um alto índice de recursos financeiros, pode-se considerar um investimento, o trabalho mostra que buscar novas técnicas mais sustentáveis para o cultivo é totalmente viável e eficiente para produção, sem contar que rentável ao produtor.

6. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

AGOSTINHO, F. D. R. **Uso de análise emergética e sistema de informações geográficas no estudo de pequenas propriedades agrícolas.** 252 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

BRASIL. **Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº. 007,** de 17 de maio de 1999. Dispões sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. Brasília, 1999.

BROWN, M.T. e T. MCCLANAHAN: **Emergy Analysis Perspectives for Thailand and Mekong River Dam Proposals.** *Ecological Modeling* 91:pp105-130. 1998.

BUENFILL, A.A. - **Emergy evaluation of water,** Doctoral Thesis. University Florida, 2001.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010. Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Acompanha 1 CD-ROM. Disponível em: . Acesso em: mar. 2015.

CAMARGO, G. A.; CONSOLI, L.; LELLIS, I. C. S.; MIELI, J.; SASSAKI, E. K. Bebidas naturais de frutas perspectivas de mercado, componentes funcionais e nutricionais. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas,** v.1, p.181-195, 2007.

CRESESB SUNDATA. **Potencial Energético Solar.** Acesso em 01 abril. 2015. Online. Disponível em <www.cresesb.cepel.br/sundata/index.php>

CORSINI, I. **Contabilidade ambiental do processamento de calcário de rocha para uso agrícola.** 36 p. TCC (Graduação) – Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. 2011.

COSTA, C. P. da; SALA, F. C. A evolução da alfacultura brasileira. **Horticultura Brasileira,** Brasília, DF, v. 23, n. 1, jan./mar., 2005. Artigo de capa.

COSTA, M.B.B.; CAMPANHOLA, C.A. **A agricultura alternativa no Estado de São Paulo.** Jaguariúna: Embrapa – CNPMA, 2003. 63P. (Série documentos,7).

DALLÓ, A. A. **Contabilidade ambiental da produção convencional de morango.** 42 p. TCC (Graduação) – Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. 2012.

DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; LEAL, M.A A.; SCHIMIDT, L.T. **Uso de biofertilizante líquido na produção de alfafa.** Documentos 151, Jaguariúna: EMBRAPA. Outubro , 2002.

ECO.A. Acesso online. Disponível em: . Acessado em 15 set 2015.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. 2.ed. Guaíba: Agropecuária, 157p. 1999.

FERNANDES, A. L. T.; TESTEZLAF, R. Fertilização na cultura do melão em ambiente protegido, utilizando-se fertilizantes organominerais e químicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n.1, p. 45-50, 2002.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2 ed. Viçosa: UFV, 2003. 412 p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2007. 421 p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008. 421 p.

FREGONESI, T. R. **Contabilidade em energia do processo de transformação de bebida alcoólica em etanol no IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes**. 2013. 24 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, Ifsuldeminas - Câmpus Inconfidentes, Inconfidentes, 2013.

FURIO, P. R. **Valoração ambiental: aplicação de métodos de valoração em empresas dos setores mineração, papel, celulose e siderurgia**. 109 p. TCC (Graduação) - Curso de Administração de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2006.

LANZOTTI; C.R., ORTEGA, E.; GERRA, S. M.: **Emergy Analysis and Trends for Ethanol Production in Brazil**. In: **First Biennial Emergy Analysis Research Conference**, Gainesville, Florida. 2000.

MARTINS, A.; ALVES, C.; SILVA, L. A.; SANTOS, J. G.; ANDRADE, L. F.; MARTINS, L. P. **Avaliação da qualidade microbiológica da alface (*Lactuca sativa*) comercializada na cidade de Bananeiras – PB**. III JORNADA NACIONAL DA AGROINDÚSTRIA. Bananeiras – PB, 5 a 8 de agosto de 2008.

MELLO, M. F.; LUENGO, R. F. A.; MATOS, M. J. L. F.; TAVARES, S. A.; LANA, M.M. Embrapa hortaliças. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/paginas/dicas_ao_consumidor/rabanete.htm>. Acesso em: 9 mar. 2015.

MOTTA, R. S. Valoração para precificação dos recursos ambientais para uma economia verde. **Economia Verde: Desafios e Oportunidades**, Rio de Janeiro, p.179-190, jun 2011.

MOTTA, R. S. **Manual para valoração econômica dos recursos ambientais**. Rio de Janeiro: IPEA/MMA/PNUD/CNPQ. 211 p. 1997.

NETO, E. A. T. **BIOFERTILIZANTES: Caracterização Química, Qualidade Sanitária e Eficiência em Diferentes Concentrações na Cultura da Alface**. 2006. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2006.

ODUM, H. T. : **Environmental Accounting: Emery and Environmental Decision Making**. John Wiley & Sons, Inc. New York. 1996.

OLIVEIRA, F. R. A. Interação entre salinidade e fósforo na cultura do rabanete. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, p. 519-526, 2010.

OMETTO, A. R. **Avaliação do ciclo de vida do álcool etílico hidratado combustível pelos métodos edip, exergia e emergia**. 209 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Hidráulica e Saneamento, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

PARANA. **Coletânea da Legislação de Fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes**. Curitiba: SEAB/DEFIS, 1997. 124 p.

Plano Diretor da Bacia Hidrográfica dos Alfuentes Mineiros dos Rios Mogi – Guaçu/Pardo – GD6 – Diagnóstico Da Bacia – Relatório Parcial – SEMAD/ IGAM /Fundação Educacional de Ensino de Técnicas Agrícolas, Veterinárias e de Turismo Rural – 2009.

PRETTY, J.N. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. **Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences**, v, 363 n.1491, p.4477-1263, 2008.

PULITI, J. P. M.; REIS, H. B.; PAULINO, H. D. M.; RIBEIRO, T. C. M.; TEIXEIRA, M.Z.; CHAVES, A. S.; RIBEIRO, B. R.; MACIEIRA, G. A. A.; YURI, J. E. Comportamento da cultura do rabanete em função de fontes e doses de cálcio. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 3003-3008, 2009.

REIS, M. M. **Custos ambientais associados à geração elétrica: hidrelétricas x termoelétricas a gás natural**. 195 f. Tese (Pós-graduação) - UFRJ, Rio de Janeiro, 2001.

RESENDE, F.V.; SAMINÊZ, T. C. O.; Vidal, M. C.; SOUZA, R. B. de; CLEMENTE, F. M. V. **Cultivo de alface em sistema orgânico de produção**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 16 p. 2007.

ROMITELLI, M. S. - **Emergy analysis of the new Bolivian-Brazil gas pipeline (gasbol), Emergy Synthesis** – Proceeding of the first biennial emergy analysis research conference, Gainesville, Florida, Ed. Mark T. Brown, c.5, 2000, p.53-70.

SANTOS, A. C. V. **Biofertilizante líquido, o defensivo da natureza.** Niterói: EMATER – Rio, 1992. 16 p. (Agropecuária fluminense, 8).

SANTOS, G. **Análise em emergia da lavoura de milho na região do perímetro irrigado de Mirorós** – Bahia 2015. 46 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, Ifsuldeminas - Campus Inconfidentes, Inconfidentes, 2015.

SANTOS, A. P. Z - **Contabilidade Ambiental em Emergia da Implantação e utilização de um prédio da Unip usado para a formação de Engenheiros.** 143 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Paulista-UNIP, São Paulo, 2010.

SILVA, C.C. **A atribuição de custos em sistemas energéticos agropecuários: uma análise em emergia, termoeconomia e economia.** 156 p. Tese (Doutorado) – Curso de Energia, Universidade de São Paulo. 2009.

SILVA, G. F. **Aterro sanitário São João: Estudo dos indicadores ambientais em emergia.** 168 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia de Produção, UNIP, São Paulo, 2011.

TIEZZI, E.; MARCHETTINI, N. – **Che cos'è, lo sviluppo sostenibile? – Le basi scientifiche della sostenibilità e i guasti del pensiero unico,** Roma, Itália, Ed. Donzelli, c.3 p.109-137. 1999.

TIMM, P. J.; GOMES, J. C. C.; MORSELLI, T. B. Insumos para agroecologia: Pesquisa em vermicompostagem e produção de biofertilizantes líquido. **Revista Ciência & Ambiente,** Universidade federal de santa Maria 29º publicação, julho/dezembro, 2004.

Ulgiati, S.; Brown, M.T., Giampietro, M.; Mayumi, K. & Henderson, R., 1998. "**Final Document**" of "**Advances in Energy Studies: Energy Flows in Ecology and Economy**", **International Workshop held at Porto Venere, Italy, May 26-30, 1998,** Ed. MUSIS, Roma, Italy, pages 629 - 636.

IEA. Banco de dados: área e produção dos principais produtos da agropecuária. Disponível em: < www.iea.sp.gov.br/out/bancodedados.html >. Acesso em: 08 mar. 2015.

VENDRAMETTO, L. P. **Contabilidade ambiental dos sistemas de produção agrícola e dos serviços do ecossistema do cerrado de Lucas do Rio Verde - MT.** 2011. 230 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Paulistana, São Paulo, 2011.

7. ANEXO

7.1. Anexo A

Cálculos das fases de implementação e operação do empreendimento

Nota 1. Mão de obra utilizada na implantação do canteiro da horta.

Tabela 1 - Energia da mão de obra utilizada na implantação da Horta.

Item	Canteiro /(canteiro)	Homem (dia/canteiro)	Dias (dias)	Energia Metabólica (kcal/Dia)	Conversão (J/kcal)	Vida útil /(mês)	Fluxo /(J/mês)
Preparo do Solo	1	2	1	3000	4186	1	$2,5 \times 10^7$
Plantio	1	2	1	3000	4186	1	$2,5 \times 10^7$
Construção	1	5	1	3000	4186	120	$5,2 \times 10^5$
Total							$5,05 \times 10^7$

Este valor leva em consideração as calorias para um indivíduo suprir suas necessidades por dia, vezes o número de dias trabalhados por ano e convertido em joules (ODUM, 1996) e a conversão 4186 J/kcal (PHYSICS, 2005).

Nota 2. Lona Plástica utilizado na implantação do canteiro.

Tabela 2 - Massa do total de lona plástica para cobertura.

Item	Área total (m ²)	Massa da lona (kg/m ²)	Conversão (g/kg)	Depreciação /(meses)	Massa (g/mês)
Cobertura da estrutura	95,92	28,89	$1,00 \times 10^3$	24	$1,15 \times 10^5$
Total					$1,15 \times 10^5$

Nota 3. Massa total de tela plástica

Tabela 3 - Massa do total de tela plástica para cobertura lateral.

Item	Área total (m ²)	Massa da lona (kg/m ²)	Conversão (g/kg)	Depreciação /(meses)	Massa (g/mês)
Lateral da estrutura	48,60	0,08	$1,00 \times 10^3$	24	$1,6 \times 10^2$
Total					$1,6 \times 10^2$

Nota 4. Massa de plástico

Tabela 4 – Massa total em gramas de plástico .

Item	Quantidade	Massa (kg)	Conversão de unidade (g/kg)	Vida Útil /(mês)	Total (g/mes)
Galão 20L	1	1,05	$1,00 \times 10^3$	60	$1,75 \times 10^1$
Galão 30L	1	1,55	$1,00 \times 10^3$	60	$2,58 \times 10^1$
Balde	1	0,20	$1,00 \times 10^3$	24	$8,33 \times 10$
Bandeja de alface	4	0,05	$1,00 \times 10^3$	12	$1,67 \times 10^1$
Regador	2	0,60	$1,00 \times 10^3$	24	$5,00 \times 10^1$
Total					$1,93 \times 10^2$

Nota 5. Aço Enxada

Tabela 5 - Massa do total de aço em gramas.

Aço Enxada (kg)	Quantidade	Conversão de unidade (g/kg)	Depreciação /(dias)	Total (g)
1,20	1	$1,00 \times 10^3$	30	$4,00 \times 10^1$
Total				$4,00 \times 10^1$

Nota 6. Massa do cabo da Enxada

Tabela 6 - Massa do total do cabo da enxada em gramas .

Massa Enxada (kg)	Quantidade	Conversão de unidade (g/kg)	Depreciação /(dias)	Total (g)
0,50	1	$1,00 \times 10^3$	30	$1,67 \times 10^1$
Total				$1,67 \times 10^1$

Nota 7. Massa das mudas de alface utilizadas na Horta.

Tabela 7 - Valor das mudas de alface utilizadas no canteiro.

Item	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Depreciação /(mês)	Massa (R\$/mês)
Mudas de alface	200	0,05	1	$1,00 \times 10^1$
Total				$1,00 \times 10^1$

Nota 8. Massa das sementes de rabanetes utilizadas na Horta.

Tabela 8 - Valor das sementes de rabanete no canteiro.

Item	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Depreciação /(mês)	Massa (R\$/mês)
Semente Rabanete	200	0,06	1	$1,20 \times 10^1$
Total				$1,20 \times 10^1$

Nota 9. Erosão

Tabela 9 – Erosão

Área (ha)	Perda de matéria orgânica (g/ha)	Total Perda (g/mês)
0,003070	$0,02 \times 10^6$	$6,1 \times 10^1$
Total		$6,1 \times 10^1$

A energia do solo foi calculada com base na biomassa de eucalipto que se deixou de produzir durante o período de 01 (um) ano na área ocupada pelo canteiro, segundo estudos realizados por Romitelli (2000).

Nota 10. Massa da estrutura de madeira.

Tabela 10 - Massa da estrutura de madeira da implantação da Horta.

Item	Quantidade de mourões (un)	Massa de cada mourão (kg/un)	Conversão de unidade /(g/kg)	Depreciação /(mês)	Total (g/mês)
Madeira p/ estrutura central	10	70	1×10^{-3}	10	$7,00 \times 10^{-2}$
Madeira p/ estrutura lateral	17	35	1×10^{-3}	10	$5,95 \times 10^{-2}$
Total					$1,30 \times 10^{-1}$

Considerando que a estrutura de madeira para telhados consome $0,03 \text{ m}^3/\text{m}^2$ (Casa Abril b. 2011) e que o eucalipto apresenta em média $950 \text{ kg}/\text{m}^3$ foi possível calcular a energia para construção indireta da madeira utilizada na estrutura da horta.

Operação

Nota 11. Consumo de água da operação

Tabela 11 – Consumo de água em m³.

Consumo (m ³ /dia)	Nº dias	Consumo total (m ³)
0,0945	30	2,84 x10
Total		2,84 x10

Nota 12. Radiação Solar

Tabela 12 - Irradiação solar média da região.

Item	Área (m ²)	Media local (kWh/m ² xdia)	Período (dia/mês)	Conversão /(kWh/J)	Total (J/mês)
Radiação Solar	30,70	4,54	30	3,6x10 ⁶	1,16x10 ⁹
Total					1,16x10 ⁹

Em função do município de Inconfidentes não apresenta dados referente a irradiação solar, obtivemos dados de Machado – MG, o município mais próximo citado na literatura. Cresesb-sundata 2015.

Nota 13. Mão de obra da operação da horta.

Tabela 13 - Energia da mão de obra utilizada da operação da Horta.

Item	Canteiro /(canteiro)	Homem (dia/canteiro)	Dias	Energia Metabólica (kcal/Dia)	Conversão (J/kcal)	Vida útil /(mês)	Fluxo /(J/mês)
Irrigação e Capina	1	2	30	3000	4186	1	7,53x10 ⁸
Total							7,53x10 ⁸

Nota 14. Consumo de biofertilizante da operação

Tabela 14 – Consumo de biofertilizante em m³.

Consumo (m ³ /dia)	Nº dias	Consumo total (m ³ /mês)
0,0318	30	9,54 x10 ⁻¹
Total		9,54 x10 ⁻¹

7.2. Anexo B

1. Resultados dos indicadores da síntese em energia para este estudo.

$$F = 6,11E+16$$

$$N = 1,01E+11$$

$$R = 1,57E+16$$

$$EYR = \frac{Y}{F} = \frac{1,01E+11 + 1,57E+16 + 6,11E+16}{4,43E+15} = 1,26E+00$$

$$EIR = \frac{F}{N+R} = \frac{6,11E+16}{1,01E+11 + 1,57E+16} = 3,89E+00$$

$$ELR = \frac{N+F}{R} = \frac{1,01E+11 + 6,11E+16}{1,57E+16} = 3,89E+00$$

$$ESI = \frac{EYR}{ELR} = \frac{1,26E+00}{3,89E+00} = 3,29E+01$$

$$\%R = \frac{R}{Y} = \frac{1,57E+16}{7,68E+16} * 100 = 2,04E+01$$

$$Tr = \frac{Y}{J} = \frac{7,68E+16}{4,15E+07} = 1,85E+23$$

$$NSI = Tr * ELR = 1,85E+23 * 3,89E+00 = 7,19E+23 \text{ sej/J}$$