



GABRIELA SANTOS

**ANÁLISE EM EMERGIA DA LAVOURA DE MILHO NA REGIÃO DO
PERÍMETRO IRRIGADO DE MIRORÓS – BAHIA**

**INCONFIDENTES - MG
2015**

GABRIELA SANTOS

**ANÁLISE EM EMERGIA DA LAVOURA DE MILHO NA REGIÃO DO
PERÍMETRO IRRIGADO DE MIRORÓS – BAHIA**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado ao IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes como requisito parcial e obrigatório para a obtenção do título de Tecnóloga em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Cezar da Silva

**INCONFIDENTES - MG
2015**

GABRIELA SANTOS

**ANÁLISE EM EMERGIA DA LAVOURA DE MILHO NA REGIÃO DO
PERÍMETRO IRRIGADO DE MIRORÓS – BAHIA**

Data de aprovação: ____ de _____ 2015

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

**Prof. MSc. José Hugo de Oliveira
(IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes)**

**Prof. Barbara Mariane Maduro
(IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes)**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por todas as oportunidades que tive na vida, todas as pessoas e lugares que conheci.

Aos meus familiares em especial a minha Mãe Elizia e meu Pai Raimundo que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos.

Aos meus amores, Maria Clara e Tobias que me mostram a cada dia o significado do verdadeiro e infinito amor.

Ao professor Carlos Cezar da Silva por se mostrar mais que um orientador, um amigo que me apoiou e incentivou durante todo o desenvolvimento do trabalho.

Ao IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes por me proporcionar a melhor experiência que já vivenciei, morar em outro país.

As minhas irmãs de coração, Lara, Raquel e Renata por sempre estarem do meu lado, aproveitando os bons momentos e dando força nos difíceis.

A Brenda, pessoa maravilhosa e grande amiga que me orgulha muito, com quem dividi momentos importantes aqui e em Portugal e mesmo longe se faz presente nos meus dias.

A Ju rolinho, pela força nos momentos em que desanimei e por ser minha confidente.

A Lara que era colega de classe, se tornou minha vizinha e hoje é uma grande amiga.

A Cris, Samanta, Fer Bazanni, Misagay, Neifin, Fernandin que me acolheram de braços abertos na sala e hoje os considero amigos pra vida toda.

Ao Anauê pela linda amizade que contruímos, por nossa cumplicidade e carinho e principalmente por aguentar meus desabafos e me dar força em todos os momentos.

Ao UAI e todos os membros, que me mostraram como é trabalhar em equipe, que podemos mudar as coisas se nos empenharmos e principalmente a ser uma pessoa melhor.

Ao Louiz Gaga, meu amor, que com toda sua calma e cuidado ficava de ouvinte pras minhas reclamações e desabafos.

Aos meus parças de TCC, Kik (Henrique) e Nath que sofreram cada minuto até o protocolo junto comigo e também deixaram essa jornada um pouco mais leve e menos chata.

Ao Otho, que se mostrou uma pessoa muito especial, entrou na minha vida de mancinho, aos poucos se tornou importante e hoje eu sei que posso sempre contar.

A Tainá que desde criança compartilhava esse e outros objetivos e mesmo não sendo muito presente hoje, teve grande importância para que esse sonho se tornasse realidade.

A Kátia Tagliaferro pela colaboração neste trabalho.

A todos que conheci e convivi durante o curso.

RESUMO

O presente trabalho apresenta a contabilidade ambiental de uma lavoura de milho irrigada com água do Perímetro Irrigado de Mirorós – Bahia, uma região semiárida na qual a cultura não prosperaria por conta do baixo índice pluviométrico anual. A metodologia utilizada na análise foi a emergia, desenvolvida por Odum (1996), sendo possível determinar os fluxos de energia utilizados para a produção do milho e seus indicadores ambientais. Por meio dos indicadores foi possível determinar que a lavoura de milho apresenta investimento em emergia (EIR) de $8,76E+03$, a taxa de carga ambiental com valor $1,02E+04$ indica que o sistema causa desequilíbrio ambiental, o índice de sustentabilidade apresentou valor menor que 1 ($9,80E-05$), sendo assim, um sistema sustentável por curto período de tempo. O percentual de recursos renováveis de $9,80E-03$ indica que o cultivo de milho utiliza menos energia proveniente de fontes renováveis (R) de que pagas (F) e não renováveis (N) e de acordo com o EYR (Rendimento em emergia) o retorno de emergia da lavoura de milho é idêntico ao empregado na sua composição.

Palavras chave: Milho; Irrigação; Transformidade.

ABSTRACT

The present paper presents an environmental accounting of a corn crop irrigated with water from the irrigated perimeter of Mirorós - Bahia, a semiarid region in which the cultivation would not prosperate by account of the low pluviometric annual index. The methodology used in the analysis was the emergy accounting, developed by Odum (1996), making it possible to determinate the energy flows used for the production of the corn and its environmental indicators. By means of the indicators, it was possible to determine that the corn crop shows an emergy investment (EIR) of $8,76E+03$; the environmental load ratio at $1,02E+04$ indicates that the system causes environmental imbalance; the sustainability index showed a value lower than 1 ($9,80E05$), therefore, rendering it a sustainable system for a short term; the renewable resources percentual of $9,80E-03$ indicates that the corn cultivation uses less energy from renewable sources (R) than from paid and non-renewable (N) ones, and according to the EYR (emergy yield ratio) index, the return in emergy from the corn crop is identical to the one employed in its composition.

Keywords: Corn; Irrigation; Transformity;

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	iv
LISTA DE TABELAS	v
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 MILHO	3
2.2 IRRIGAÇÃO	4
2.3 VALORAÇÃO AMBIENTAL.....	6
3 METODOLOGIA.....	8
3.1 LOCALIZAÇÃO	8
3.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO PROJETO.....	9
3.3 CONTABILIDADE AMBIENTAL EM EMERGIA.....	10
3.4 INDICADORES	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	15
5 CONCLUSÃO.....	20
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
7 ANEXOS.....	26

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Precipitação de Mirorós, BA.	5
Figura 2 – Esboço do perímetro irrigado.	5
Figura 3 - Imagem satélite do projeto de irrigação.	9
Figura 4 - Irrigação por aspersão.	9
Figura 5- Simbologia para o diagrama em energia	11
Figura 6 – Diagrama do sistema de produção de milho.	16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Transformidade e UEVs	12
Tabela 2- Avaliação da lavoura de milho irrigada pelo Perímetro Irrigado	17
Tabela 3 - Comparação dos indicadores da síntese em emergia	18

1 INTRODUÇÃO

O acelerado aumento da população e a busca por melhor qualidade de vida levam à necessidade de se produzir mais alimentos. Consequentemente, as áreas agricultáveis expandiram-se em todo o mundo, impulsionando o uso da irrigação não só em regiões áridas e semiáridas, mas também em regiões úmidas, tornando-as produtivas ou aumentando sua produção (LOPES et. al, 2008).

Tornar áreas de regiões áridas e semi-áridas em regiões produtivas traz benefícios sociais, levando fonte de renda a famílias que moram nestas regiões.

Neste sentido, uma vez que recursos naturais são escassos, faz-se necessário estudar os impactos ambientais gerados pelas alternativas de irrigação em plantações de regiões nas quais a água da chuva não é suficiente para prover as necessidades da cultura.

Uma das formas de determinar os impactos ambientais é a valoração de todos os investimentos necessários em determinado sistema, contabilizando-se todos os fluxos utilizados no sistema, sejam eles naturais ou antropogênicos.

Contudo, alguns pesquisadores como Benakouche e Cruz (1994), acreditavam que os recursos naturais não iam se exaurir, não atribuindo valor a estes em seus estudos.

Uma vez que os recursos naturais tendem a exaustão pelo uso contínuo e indiscriminado, fica clara a necessidade de atribuir-lhes valor. E uma das formas de alocação de valores aos serviços ambientais é que utilizamos neste estudo, a emergia.

A metodologia proposta por Odum (1996) possibilita a comparação entre sistemas e contribui para otimização do uso da energia e dos fluxos energéticos.

Assim, a finalidade deste trabalho foi comparar através da emergência uma plantação de milho que utiliza irrigação do Perímetro Irrigado de Mirorós e o Trabalho de Conclusão de Curso Cálculo emergético na aplicação de biofertilizantes na cultura de Alface e Rabanete do graduando Henrique Oliveira da Silva no IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MILHO

O milho (*Zea mays*) é um dos principais cereais produzidos no mundo e o mais cultivado no Brasil, mas há enorme contraste de produtividade entre as diferentes regiões do país, em decorrência das diferentes condições climáticas e de cultivo às quais a cultura é submetida (SOUZA, 2011). Suas principais utilizações finais destinam-se a alimento humano e ração para animais, graças as suas qualidades nutricionais (VENDRAMETTO, 2011). Serve de matéria-prima para diversos usos na agroindústria e participa de maneira indireta na composição de diversos produtos.

Os maiores produtores mundiais de milho são os Estados Unidos, China e Brasil, que, em 2009, produziram: 333,01; 163,12; e 51,23 milhões de toneladas, respectivamente (EMBRAPA, 2011).

A produção de milho no Brasil é dividida basicamente em duas épocas de plantio. A primeira safra (safra de verão) é realizada na época tradicional, durante o período chuvoso, que varia entre o final de agosto (no Sul), até outubro/novembro, no Sudeste e Centro-Oeste; no Nordeste, esse período ocorre no início do ano. A segunda safra (ou safrinha) refere-se ao milho de sequeiro, plantado extemporaneamente, em fevereiro ou março, quase sempre depois da soja precoce, predominantemente na região Centro-Oeste e nos estados do Paraná e São Paulo (EMBRAPA, 2011).

Segundo Moura et al. (2006), no nordeste brasileiro essa cultura é cultivada principalmente em regime dependente de chuvas. Assim, está sujeita a períodos de deficiência

hídrica, devido à irregularidade da precipitação pluvial e ao manejo inadequado, que geralmente resultam em reduções expressivas da produção de biomassa e em baixa produtividade.

Uma das soluções para suprir essa deficiência hídrica consiste na utilização da irrigação, principalmente no período crítico da cultura.

2.2 IRRIGAÇÃO

Elemento essencial à vida, a água tem fundamental importância em diversas atividades humanas e na constituição da paisagem e meio ambiente. É um recurso de valor inestimável, que apresenta utilidades nos mais diferentes setores, como geração de energia elétrica, abastecimento doméstico e industrial, irrigação, navegação, recreação, turismo e outros.

Segundo Lima et al (1999), com o crescimento populacional, a demanda por alimentos aumentou significativamente. Assim, a humanidade se vê compelida a usar a maior quantidade possível de solo agricultável, o que vem impulsionando o uso da irrigação, principalmente para tornar produtivas as áreas áridas e semiáridas do globo, que constituem cerca de 55% de sua área continental total. Atualmente, mais de 50% da população mundial depende de produtos irrigados.

Denomina-se irrigação o conjunto de técnicas destinadas a deslocar a água no tempo ou no espaço para modificar as possibilidades agrícolas de cada região. Ela visa a corrigir a distribuição natural das chuvas.

A região semiárida nordestina, embora apresente alto potencial para a agricultura, é prejudicada pelo regime irregular das chuvas e pelas elevadas taxas de evaporação (Fernandes et al., 2009). Segundo a Agência Nacional de Águas - ANA, a precipitação nessa região não passa dos 900 mm/ano.

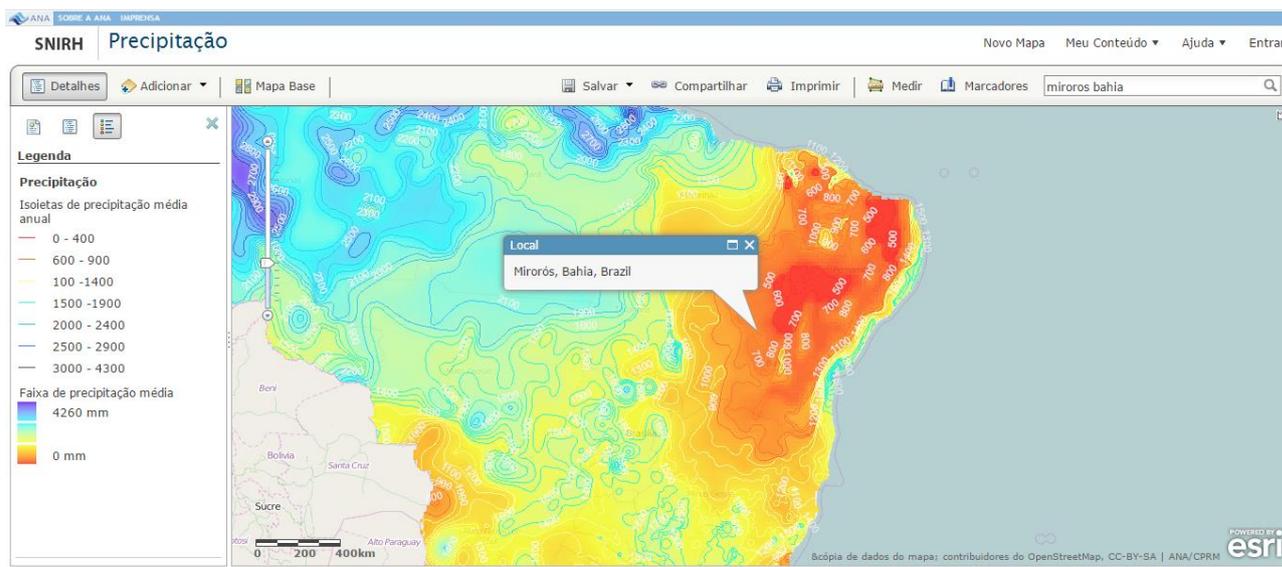


Figura 1 - Precipitação de Mirorós, BA.

FONTE: ANA

Uma das formas de se levar água a essa região é por meio da construção de perímetros irrigados, que são obras cuja a implantação e operação são de responsabilidade do Poder Público (TAGLIAFERRO, 2015).

Os perímetros irrigados (Figura 2) são obras que bombeiam água de um rio, bacia hidrográfica, ou reservatório e a direciona através de tubulações, para áreas em que não se tem regularidade hídrica.

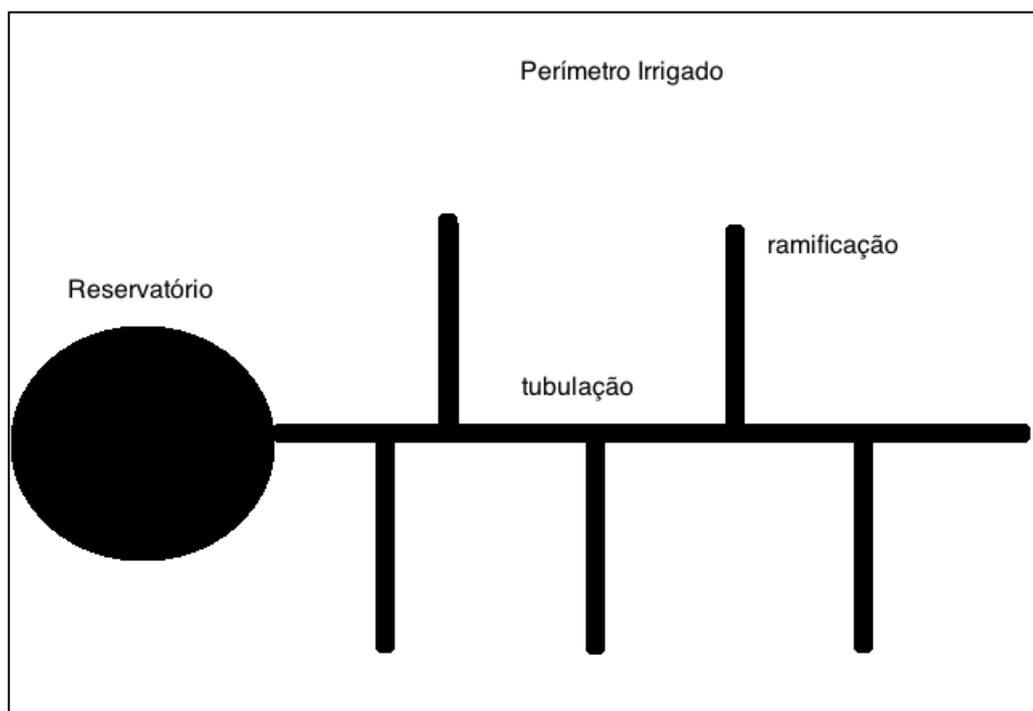


Figura 2 – Esboço do perímetro irrigado.

FONTE: Tagliaferro, 2015.

De acordo com Lima et al. (1999), essas obras, por serem áreas de uso de uma tecnologia avançada, são indutores de várias outras atividades industriais e comerciais, promovendo uma dinamização da economia, circulando riquezas e gerando empregos.

2.3 VALORAÇÃO AMBIENTAL

Há tempos, acreditava-se que os recursos ambientais eram abundantes e que nunca iriam se exaurir. Assim, não se via necessidade de valorá-los economicamente (MATTOS, 2007). O valor atribuído ao meio ambiente era zero, ou seja, era considerado como bem gratuito que não entrava na contabilidade econômica, apesar de ser usado na produção de bens e serviços (BENAKOUCHE & CRUZ, 1994). Com o passar do tempo, notou-se que esses recursos também poderiam se extinguir, o que criou a necessidade de se atribuir um valor a eles.

Para suprir essa necessidade, surgiu então a valoração ambiental, que é definida por Motta (1997) como a estimação do valor monetário em relação a outros bens e serviços disponíveis para a economia.

Os estudos de valoração ambiental encontram-se crescentes, fato ainda pouco repercutido em todas as áreas de estudo. Isso se dá devido ao fato de o valor econômico dos recursos ambientais, na grande maioria das vezes, não ser facilmente observado pelo mercado através de preços que reflitam seu custo de oportunidade (FURIO, 2006).

Uma das formas de se realizar a valoração ambiental é com a utilização da metodologia desenvolvida por Odum (1996), a análise em emergia, que estima os valores das energias naturais, provenientes dos recursos renováveis e não renováveis, que na economia tradicional não são contabilizados, mas que se incorporam nos produtos e serviços.

Como exemplo, podem-se citar trabalhos em diversas áreas de estudo como Dalló (2012) que realizou uma contabilidade ambiental da produção convencional de morango e verificou que o sistema de produção por ele estudado é mais eficiente e apresenta melhor desempenho quanto aos indicadores em emergia quando comparado com o sistema de produção de suco de laranja.

Silva (2011) realizou um estudo de indicadores ambientais no aterro sanitário São João e concluiu que a utilização da energia produzida no aterro para fins de energia elétrica faz melhor uso de energias renováveis, sendo qualificado como o sistema mais sustentável entre os estudados, contribuindo assim para a redução do estresse ambiental.

Fregonesi (2013) utilizou a metodologia para verificar a viabilidade da coluna de retificação de bebidas alcoólicas em etanol combustível, do IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes e constatou que o combustível produzido não se apresenta vantajoso perante os estudos correlacionados, pois não mostrou melhores resultados nos índices analisados.

O trabalho de Tagliaferro (2015) apresentou um estudo de energia onde foi determinada a transformidade da água de irrigação do Perímetro Irrigado de Mirorós, que transporta a água da represa até as lavouras beneficiadas e constatou-se que o meio ambiente é mais eficiente que o sistema estudado, pois apesar de ser sustentável a longo prazo, a chuva é um sistema que tem 100% de renovabilidade.

3 METODOLOGIA

O trabalho é uma adaptação da tese Contabilidade ambiental dos sistemas de produção agrícola e dos serviços do ecossistema do cerrado de Lucas do Rio Verde – MT apresentada em 2011 por Lilian Patrícia Vendrametto ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista – UNIP para obtenção do título de doutora em Engenharia de Produção. Os dados foram coletados no período de fevereiro a agosto de 2007.

3.1 LOCALIZAÇÃO

A plantação analisada encontra-se dentro do Perímetro Irrigado de Mirorós, localizado no Distrito de Mirorós, município de Ibipêba (BA), Baixada Serrana de Gentio do Ouro, microrregião de Irecê, numa área cortada pelo Rio Verde, tributário do Rio São Francisco. De acordo com a figura 3.

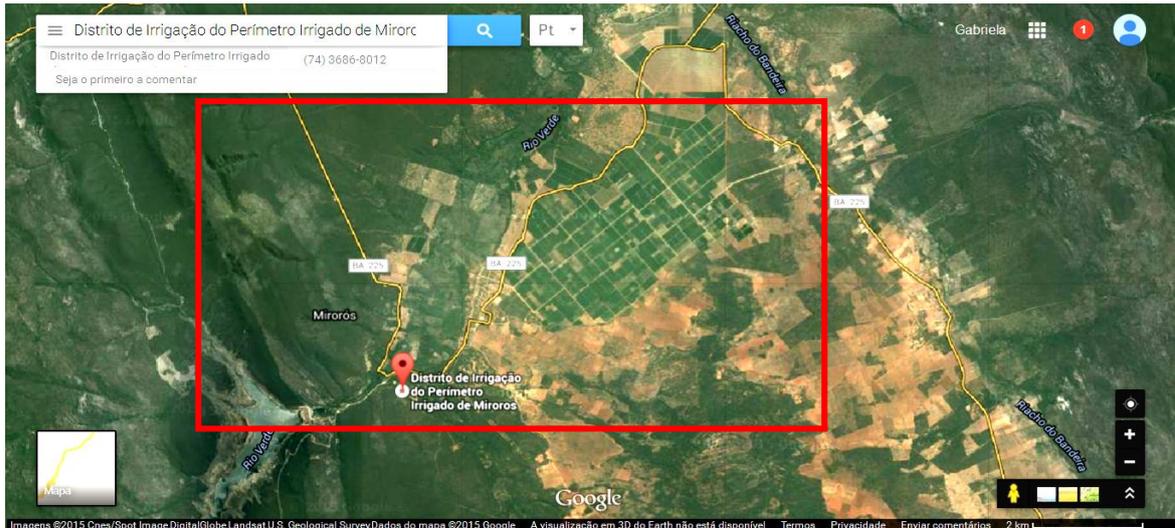


Figura 3 - Imagem satélite do projeto de irrigação.

FONTE: GOOGLE EARTH (2015).

3.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO PROJETO

O Projeto Mirorós teve início em 1995, sendo inaugurado em 1997, com uma extensão de 2.166 hectares e destina-se à exploração agrícola por empresários e pequenos produtores, objetivando, sobretudo, usar os recursos disponíveis para favorecer a diversificação da produção agrícola e agroindustrial, permitindo o desenvolvimento do "agrobusiness" (SILVA, 2006).

Uma das culturas beneficiadas com o perímetro é o milho, que é irrigado pelo método de aspersão (figura 4).



Figura 4 - Irrigação por aspersão.

FONTE: Ebah (2015).

3.3 CONTABILIDADE AMBIENTAL EM EMERGIA

O presente estudo utiliza como métrica a contabilidade ambiental em Emergia (memória energética) com base nos conceitos apresentados por Odum (1996), utilizando o conceito de que todo o fluxo de energia que participa do processo pode ser mensurada como a energia solar empregada direta ou indiretamente para a obtenção de um produto ou serviço. Sendo assim, na medida que todos os insumos passam a fazer parte do sistema, é feita uma conversão para uma métrica comum, o sej (joules de emergia solar), tornando possível contabilizar os fluxos provenientes do meio ambiente e da economia.

As etapas da contabilidade ambiental em emergia são:

I) Elaboração de um diagrama de energia. O diagrama representa os fluxos que fazem parte do sistema estudado, ou seja, os recursos naturais renováveis (R), os recursos naturais não renováveis (N) e os recursos provenientes da economia (F) que participam do sistema, as interações (transformação ou processamento) e a saída na forma de produtos e resíduos.

II) Seleção dos valores e unidades das transformidades ou UEVs (emergia/unidade) adequadas.

III) Construção do inventário (produtos ou serviços que garantem que a atividade/processamento seja desenvolvida) que subsidia o diagrama de energia.

IV) Cálculo os Indicadores.

Na construção dos diagramas que identificam os principais fluxos de materiais e energia que constituem o sistema, utilizamos os símbolos da figura 5.

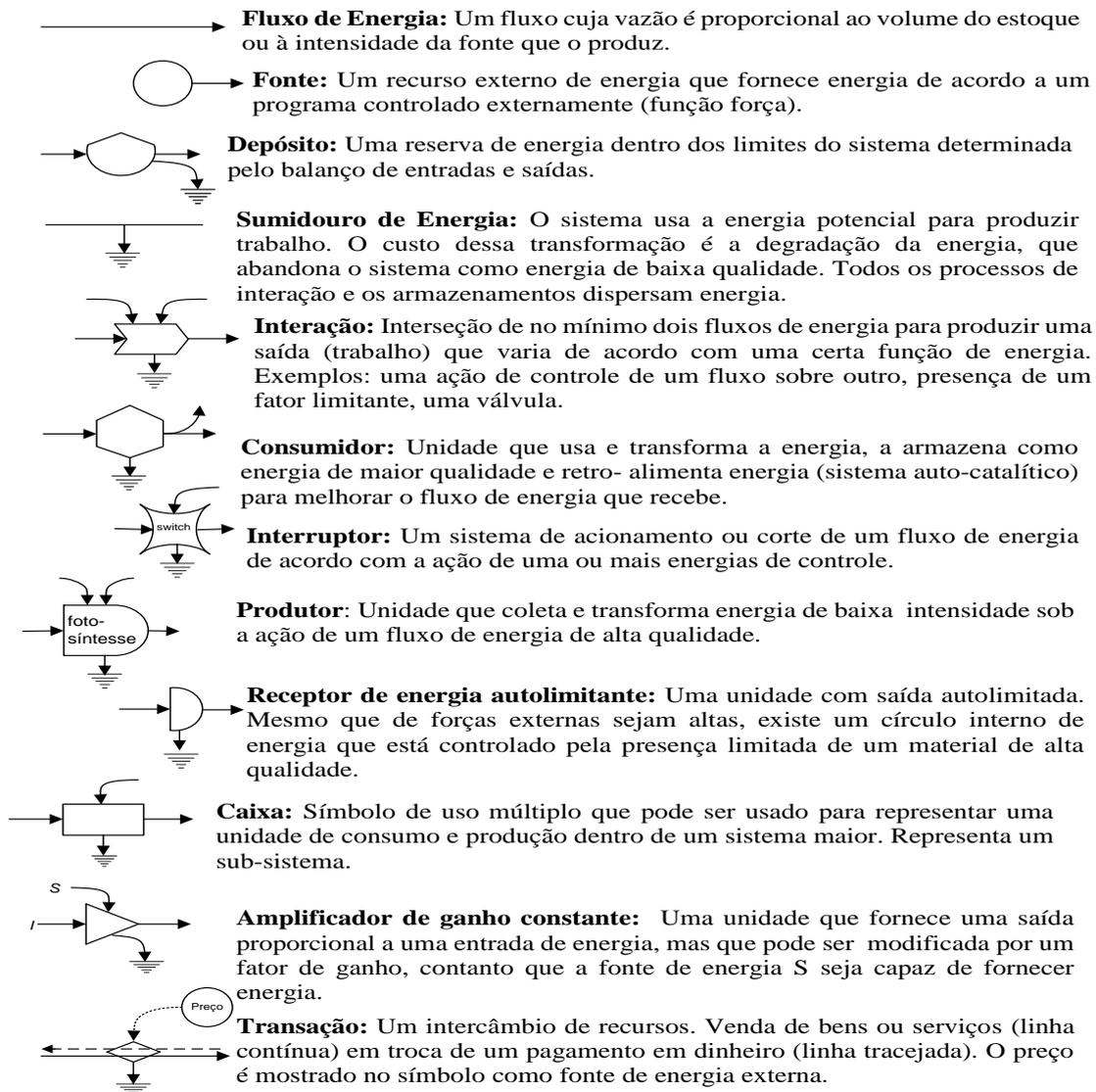


Figura 5- Simbologia para o diagrama em energia

FONTE: Odum (1996).

Para construção do inventário (Tabela 1), são utilizadas conversões e/ou transformações, que permitem calcular individualmente todos os fluxos de energia que o sistema utiliza.

A transformidade é utilizada para conversão entre a energia e a emergia de um produto, sendo sua unidade dada em sej/J (joule de energia solar por joule). Também é possível expressar a quantidade de emergia em relação a outras grandezas (massa, volume, etc) para essas converções, utiliza-se o termo Valor Unitário em Emergia (UEV, Unit Emery Value) (CARVALHO, 2015).

Tabela 1 - Transformidade e UEVs (considerada a baseline de $1,583 \times 10^{25}$ sej/ano)

Item	Energia por unidade	Unidade	Referências
Energia solar	1,00	sej/J	Odum (1996)
Energia cinética do vento	4,23E+03	sej/J	Odum (1996)
Semente de milho	1,82E+04	sej/J	Rótulo et al. (2007)
Diesel	1,11E+05	sej/J	Odum (1996)
Erosão	1,24E+05	sej/J	Odum (1996)
Mão de obra	7,53E+07	sej/J	Vendrametto (2011)
Produto químico	1,68E+09	sej/g	Odum (1996)
Aço (máquinas)	2,49E+09	sej/g	Buranakarn (1998)
Potássio (fertilizante)	2,92E+09	sej/g	Odum (1996)
Plástico (máquinas)	5,29E+09	sej/g	Buranakarn (1998)
Fosfato (fertilizante)	6,55E+09	sej/g	Odum (1996)
Borracha (máquinas)	7,22E+09	sej/g	Odum & Odum, 1993 apud Ulgiati et al., 1994
Uréia (fertilizante)	1,11E+10	sej/g	Odum & Odum, 1993 apud Cuadra & Rydberg, 2006
Pesticidas	2,49E+10	sej/g	Brow & Arding, 1991 apud Brandt-Williams, 2002
Irrigação	8,97E+13	sej/m ³	Tagliaferro (2015)

*As Transformidades e emergias por unidade anteriores a 2000 foram corrigidas pelo fator 1,68

Com base na transformidade e UEVs da tabela 1, calculou-se o fluxo de energia do sistema de acordo com as quantidades dos materiais e serviços, assim, obteve-se o fluxo de emergia total utilizado no sistema.

3.4 INDICADORES

Utilizamos no estudo os indicadores, Rendimento em Emergia (EYR); Investimento em Emergia (EIR); Índice de Carga Ambiental (ELR) e o Percentual de

Recursos Renováveis (%R) utilizado também para considerações sobre a sustentabilidade do sistema, desenvolvidos por Odum (1996).

Foi também calculado o Índice de Sustentabilidade (ESI) proposto por Ulgiati e Brown (1998), o Índice de não Sustentabilidade (NSI) proposto por Tiezzi (1999).

Segue a baixo uma descrição dos mesmos.

EYR - Rendimento em Emergia

É a relação entre a emergia total contida no produto (Y) em relação aos recursos provenientes da economia (F), ou seja, é a emergia do sistema dividido pela entrada dos fluxos de emergia provenientes da economia. É um indicador de retorno de energia sobre o investimento realizado, fornecendo a emergia líquida do sistema.

$$\mathbf{EYR} = Y/F \text{ ou } (R + N + F)/F$$

EIR - Investimento em emergia

É a 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).

$$\mathbf{EIR} = F/(R+N)$$

ELR - Índice de Carga Ambiental

É definido como a relação entre emergia de entrada dos recursos locais não renováveis e de recursos provenientes da economia pela emergia dos recursos renováveis. Avalia o estresse imposto ao ambiente, quanto menor o valor, menor o estresse causado.

$$\mathbf{ELR} = (N+F)/R$$

ESI - Índice de Sustentabilidade

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 emergia.

$$\mathbf{ESI} = EYR/ELR$$

R% - Percentual de recursos renováveis

Indica a porcentagem de fluxo de energia que é proveniente de fontes renováveis. Os sistemas com alto valor deste índice são mais sustentáveis.

$$\%R = R/(Y) \times 100$$

NSI – Índice de não sustentabilidade

O índice de não sustentabilidade (NSI), introduzido por Tiezzi (1999) apresenta o produto da transformidade ou energia por massa e ELR. 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.

$$NSI = Tr \times ELR, \text{ onde } Tr = Y/J$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

DIAGRAMA

A discussão deste estudo se inicia com a análise do diagrama de energia (Figura 6). O uso do diagrama possibilita uma visão ampla do sistema estudado facilitando a identificação dos fluxos de materiais, dos componentes e das interações existentes entre eles.

As entradas localizadas na área à esquerda do retângulo são consideradas os recursos naturais renováveis, ou seja, fornecidos pela natureza. Na parte superior estão os recursos não renováveis mais à esquerda os vindos da economia mais a direita. Todos os fluxos localizados fora da área do retângulo são considerados fontes externas. O uso do solo foi considerado um recurso local não renovável e é indicado pelo símbolo reservatório, inserido no sistema (dentro do retângulo).

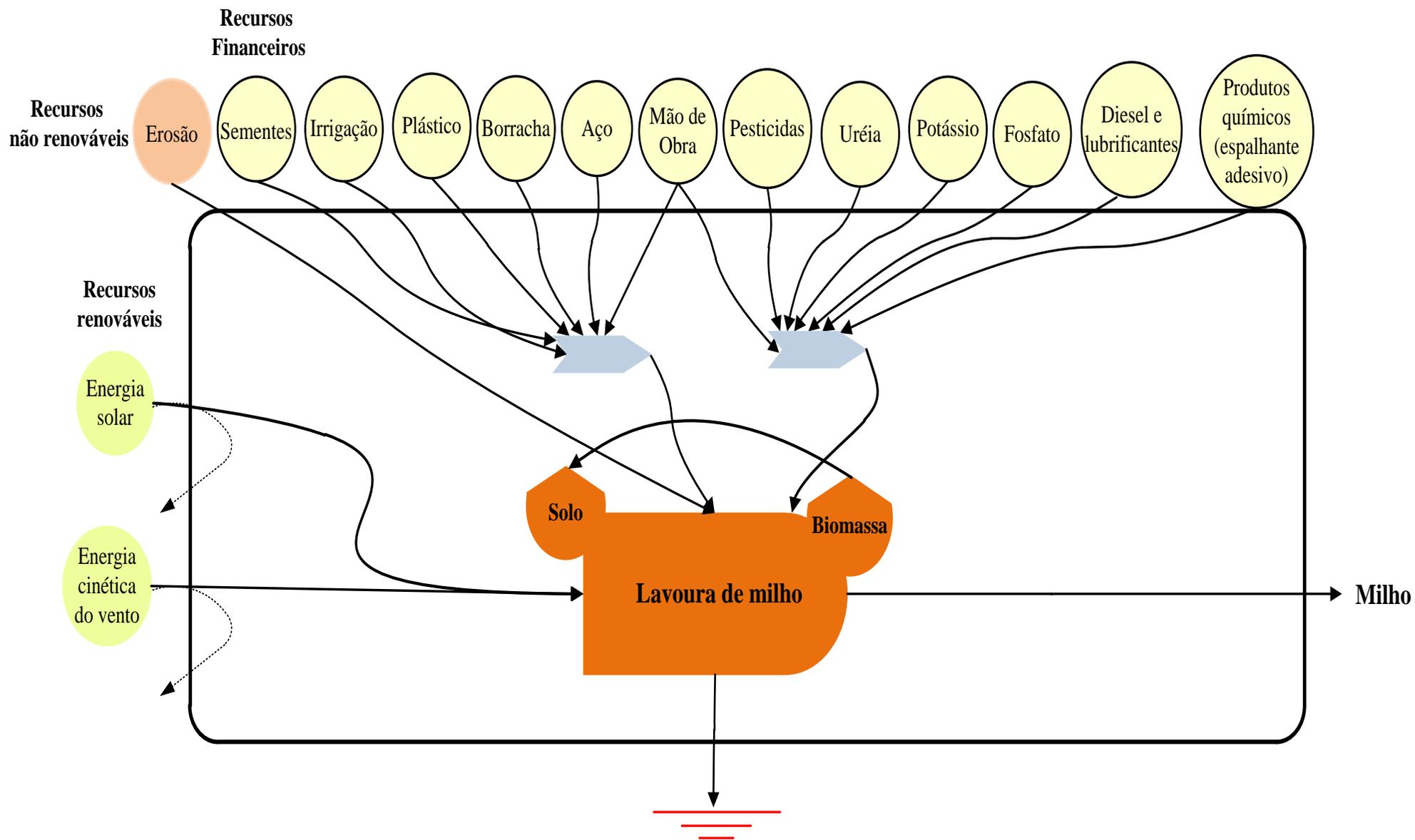


Figura 6 – Diagrama do sistema de produção de milho.

INVENTÁRIO

Tabela 2- Avaliação da lavoura de milho irrigada pelo Perímetro Irrigado*

Nota	Descrição	Unidade	Classe	Quantidade	Energia por unidade (sej/un)	Energia Total (sej/ha/ano)	% (sej/sej)
1	Energia Solar**	J/ha/ciclo	R	2,98E+13	1,00E+00	2,98E+13	<1%
2	Energia cinética do vento	J/ha/ciclo	R	2,41E+10	4,23E+03	1,02E+14	<1%
3	Erosão	J/ha/ciclo	N	1,36E+08	1,24E+05	1,68E+13	<1%
4	Semente de milho	J/ha/ciclo	F	7,51E+07	1,82E+04	1,37E+12	<1%
5	Mão de Obra	J/ha/ciclo	F	8,18E+06	7,53E+07	6,16E+14	<1%
6	Plástico (Máquinas)	g/ha/ciclo	F	7,88E+02	5,29E+09	4,17E+12	<1%
7	Borracha (Máquinas)	g/ha/ciclo	F	2,80E+02	7,22E+09	2,02E+12	<1%
8	Aço (Máquinas)	g/ha/ciclo	F	6,39E+03	2,49E+09	1,59E+13	<1%
9	Pesticidas	g/ha/ciclo	F	1,35E+03	2,49E+10	3,35E+13	<1%
10	Uréia (Fertilizante)	g/ha/ciclo	F	8,02E+03	1,11E+10	8,90E+13	<1%
11	Potássio (Fertilizante)	g/ha/ciclo	F	1,33E+04	2,92E+09	3,89E+13	<1%
12	Fosfato (Fertilizante)	g/ha/ciclo	F	2,80E+04	6,55E+09	1,83E+14	<1%
13	Irrigação	m ³ /ha ciclo	F	1,16E+04	8,97E+13	1,04E+18	99,88%
14	Produto Químico (espalhante adesivo)	g/ha/ciclo	F	2,00E+01	1,68E+09	3,36E+10	<1%
15	Diesel e lubrificantes	J/ha/ciclo	F	1,09E+09	1,11E+05	1,21E+14	<1%
TOTAL						1,04E+18	100%

(*) Cálculos detalhados no Anexo A .

(**) não foi contabilizado o sol para evitar dupla contagem.

A energia total da plantação de milho irrigado é de 1,04E+18 sej/ciclo, deste total 99,88% sej/sej provem da irrigação que mostra que o sistema é dependente de recurso financeiro (F). Os 0,12% sej/sej restantes são de recursos provenientes de recursos renováveis (R) e não renováveis (N).

INDICADORES

No sentido de avaliar o processo de produção foram calculados os índices através de indicadores da produção de milho. A tabela 3 mostra a comparação entre os indicadores do cultivo milho do presente trabalho com o sistema de cultivo alface e rabanete do trabalho de Silva (2015).

Tabela 3 - Comparação dos indicadores da síntese em energia

Indicador	Milho (deste estudo)	Alface e Rabanete (Silva, 2015)
EYR	1,00E+00	4,55E+00
EIR	8,76E+03	2,82E-01
ELR	1,02E+04	2,82E-01
ESI	9,80E-05	1,61E+01
%R	9,80E-03	7,80E+01
NSI (sej/J)	1,68E+11	1,36E+08

(*) Cálculos detalhados no Anexo B .

De acordo com o resultado do indicador EYR, verifica-se que o sistema analisado por Silva (2015) apresenta um retorno 4,55 vezes maior em fluxo de energia empregado em sua composição, de que o milho.

O indicador de EIR do milho informa que a produção no perímetro irrigado utiliza 3,11E+04 vezes mais fluxo de materiais e recursos não disponíveis no ambiente que o sistema do alface e rabanete.

A taxa de carga ambiental (ELR) determinada no estudo do milho apresentou valor 1,02E+04, indicando assim, que o sistema causa desequilíbrio ambiente superior ao sistema de produção do alface e rabanete.

Segundo Ulgiati e Brown (1998) valores do ESI abaixo de 1 indicam que o sistema é sustentável por um curto período, valores entre 1 e 5 são sustentáveis a médio prazo e valores acima de 5 indicam que o sistema é sustentável por um longo período de tempo, portanto, a cultura do milho é um sistema sustentável de curto período por apresentar ESI menor que 1 (9,80E-05). Já o sistema de alface e rabanete obteve índice 1,61E+01, sendo assim um sistema sustentável de médio prazo.

Em relação ao percentual de recursos renováveis o cultivo de alface e rabanete possui $7,96E+03$ vezes mais fluxo de energia proveniente de fontes sustentáveis que o da produção de milho.

No indicador de não sustentabilidade verifica-se que o cultivo do milho é $1,24E+03$ vezes menos eficiente e causa mais estresse ambiental que a produção de alface e rabanete.

5 CONCLUSÃO

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

A irrigação caracteriza-se como o maior fluxo de energia do sistema, destacando-se significativamente dos outros fluxos energéticos. Tal característica faz com que os recursos financeiros (F) sejam os mais representativos do sistema.

A partir dos índices obtidos, fica evidente que a utilização da irrigação através do perímetro irrigado para a produção de milho não é vantajosa, pois causa estresse, grande degradação do meio ambiente local e só é sustentável por curto período de tempo.

Apesar dos baixos índices encontrados, deve-se levar em conta a importância social do sistema por ser alternativa para a produção de alimentos e assim fonte de renda para a população local que se encontra numa região onde não se tem suficiente precipitação.

Em comparação, o processo de cultivo do milho é viável e sustentável a curto prazo, enquanto o sistema de produção de alface e rabanete é viável e sustentável a longo prazo.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTIANONI S.; MARCHETTINI N.; PANZIERI M.; TIEZZI E. (2001) - **Sustainability assessment of a farm in the Chianti area (Italy)**, J. Cleaner Production, 9.

BENAKOUCHE, R.; CRUZ, R. S. **Avaliação monetária do meio ambiente**. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1994. 198p.

BICE, D., **Using Stella models to explore the dynamics of Earth systems: experimenting with Earth's climate system using a simple computer model**, Journal of Geoscience Education., v. 49, p. 170-181, 2001.

BRASIL, 1998. **Instrução Normativa Secretaria da Receita Federal,162**. Instrução Normativa SRF nº 162, de 31 de dezembro de 1998. DOU de 07/01/1999, pág. 5. Disponível em <<http://www.receita.fazenda.gov.br/legislacao/ins/ant2001/1998/in16298.htm>>. Acessado em 10/10/10.

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

BURANAKARN, V. **Evaluation of Recycling and Reuse of Building Materials Using the Emergy Analysis Method**. Dissertation (Doctor of Philosophy) - University of Florida, Gainesville, 1998.

CARVALHO, N. de; **contabilidade ambiental de uma pequena empresa fabricante de autopeças do estado de São Paulo**. 2015. 72 f. Tese (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Paulista, São Paulo, 2015.

CAVALETT, O. **Análise do ciclo de vida da soja**. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP, 2008.

CONAB. **Metodologia de cálculo de custo de produção da Conab**. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2006.

Disponível em:

<<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/custosproducaometodologia.pdf>>.
Acessado em 21/12/09.

CRESESB - Centro de Referência para Energia Solar e Eólica. BRITO, S. de S. **Atlas Solarimétrico do Brasil**. Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. Disponível em:
<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?link=http%3A//www.cresesb.cepel.br/potencial_solar.htm>. Acessado em 01/10/08

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

EMBRAPA. Cultura do Milho, Sete Lagoas, set. 2011. Acesso em 01 out. 2015. Online. Disponível em <http://www.cnpm.embrapa.br/publicacoes/milho_7_ed/economia.htm>

FERNANDES, J. G. FREIRE, M. B. G. dos S.; CUNHA, J. C.; GALVÍNIO, J. D.; CORREIA, M. M.; SANTOS, P. R. dos **Qualidade físico-química das águas utilizadas no Perímetro Irrigado Cachoeira II, Serra Talhada, Pernambuco**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife, v. 4, n. 1, p.27-34, 2009.

FREGONEZI, T. R. **Contabilidade em emergia 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.

GOOGLE EARTH. Acesso em 23 agosto. 2015. Online. Disponível em <<https://www.google.com.br/maps/@-11.4593417,-42.3446067,608m/data=!3m1!1e3>>

JORNAL DO TEMPO. **Climatologia para Lucas do Rio Verde – MT**. Disponível em: <<http://jornaldotempo.uol.com.br/climatologia.html/LucasdoRioVerde-MT>> acessado em 18/04/2011.

LIMA, J. E. F.; FERREIRA, R. S. A. de; CHRISTOFIDIS, D; **O USO DA IRRIGAÇÃO NO BRASIL. Brasil**. 13 f., 1999.

LOPES, J. F. B.; ANDRADRE, E. M. de; CHAVES, L. C. G.. **Impacto da irrigação sobre os solos de perímetros irrigados na bacia do Acaraú, Ceará, Brasil**. XXV Encontro de Iniciação Científica, Jaboticabal, v. 1, p.34-43, 2008.

MAFRA, A.L.; MIKLÓS, A.A.W.; VOCURCA, H.L.; HARKALY, A.H.; MENDOZA, E. Produção de fitomassa e atributos químicos do solo sob cultivo em aléias e sob vegetação

nativa do Cerrado. R. Bras. Ci Solo, v.22, p.43-48, 1988. Disponível em: <<http://sbcs.solos.ufv.br/solos/revistas/v22n1a06.pdf> >

MATTOS, A. D. M. de; JACOVINE L. A. G.; VALVERDE S. R.; SOUZA, A. L. de; SILVA, M. L. da; LIMA, J. E. de; **Valoração ambiental de áreas de preservação permanente da microbacia do ribeirão São Bartolomeu no município de Viçosa, MG.** Sociedade de Investigações Florestais, Viçosa, v. 31, n. 2, p.347-353, 2007.

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

MOURA, E.G.; TEIXEIRA, A.P.R.; RIBEIRO, V.S.; AGUIAR, A.C.F.; FARIAS, M. F. **Crescimento e produtividade da cultura do milho (Zea mays) submetido a vários intervalos de irrigação, na região da Pré-Amazônia.** Irriga, v.11, p.169-177, 2006.

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

ONGLEY, E.D. **Controle da poluição da água pelas atividades agrícolas.** Tradução de GHEYI, H.R.; DAMASCENO, F.A.V.; BRITO, L. T. de L. Campina Grande: UFPB, 2000. 92 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 55).

PIMENTEL, D.; HARVEY, C.; RESOSUDARMO, P.; SINCLAIR, K.; KURZ, D.; MCNAIR, M.; CRIST, S.; SHPRITZ, L.; FITTON, L.; SAFFOURI, R.; BLAIR, R. **Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits.** Science, v. 267, n. 5201, p. 1117-1123, 24 february 1995.

RICHETTI, A. **Estimativa do Custo de Produção de Algodão, Safra 2007/08, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.** Outubro, 2007. Embrapa Agropecuária Oeste. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Dourados, MS. (Comunicado Técnico, 136). Disponível em: <http://www.cpao.embrapa.br/publicacoes/ficha.php?tipo=COT&num=136&ano=2007> acessado em 12/12/2010.

ROMANELLI, T.L. Consumo de óleo diesel na agricultura: **Operações de preparo de solo, plantio e colheita.** Piracicaba: Departamento de Engenharia Rural. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2009.

RÓTOLO, G.C.; RYDBERG, T.; LIEBLEIN, G. FRANCIS,C. Emergy evaluation of grazing cattle in Argentina’s Pampas. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.119, p. 383-395, 2007.

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.

SILVA, H. O. **Contabilidade em emergia da cultura de alface e rabanete irrigadas com biofertilizante no IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes – Inconfidentes**, 2015. 29 f.

TCC (Graduação) – Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes, Inconfidentes, 2015.

SILVA, T. E. P. - **Mapeamento de uso e ocupação do solo no perímetro irrigado de mirorós, Ibipeba, Bahia**, Monografia apresentada à Universidade Estadual de Feira de Santana, 2006.

SOUZA, L. S. B. de; Moura, M. S. B. de; Sedyama, G. C.; Silva, T. G. F. da. **Eficiência do uso da água das culturas do milho e do feijão-caupi sob sistemas de plantio exclusivo e consorciado no semiárido brasileiro**. Agroecologia, Campinas, v. 30, n. 3, p.715-721, 2011.

TACO - **Tabela brasileira de composição de alimentos** / NEPA-UNICAMP.- T113 Versão II. -- 2. ed. -- Campinas, SP: NEPA-UNICAMP, 2006. 113p. NEPA – Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco-versao2.pdf>> em 08/12/09.

TAGLIAFERRO, K. **Determinação do impacto ambiental do perímetro irrigado de Mirorós - Bahia**. 2015. 32 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Matemática, IFSULDEMINAS - Câmpus Inconfidentes, Inconfidentes, 2015.

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, 1999, p.109-137.

ULGIATI, S.; BROWN, M.T. **Monitoring patterns of sustainability in natural and man-made ecosystems**. Ecological Modeling, 108p, 1998.

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

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 Paulista, São Paulo, 2011.

Referências da internet

Homepage da fabricante da colhedora de milho MF9790 ATR (Massey Ferguson). Disponível em: http://www.massey.com.br/portugues/especificacoes/espec_00000421.pdf > Acesso em 25/08/15.

Homepage da plantadeira/adubadeira Semeato PSM122. Disponível em: <<http://www.semeato.com.br/site.php?acao=propriedades&menu=codMaquina=41#maquinaDetalhe>>. Acesso em 30/08/15.

Homepage do fabricante da carreta tanque. Disponível em: <<http://www.sollusagricola.com.br/>>. Acessado em 25/08/15.

Homepage do fabricante da Grasmec. Disponível em: <<http://www.viarural.com.uy/agricultura/maquinaria-agricola/grazmec/default.htm>> com acesso em 25/08/15.

Homepage do fabricante do pulverizador. Disponível em: <<http://www.iacto.com.br/default.asp?p=advance-2000-am18#>>. Acessado em 30/08/15.

Homepage do fabricante de óleo diesel (Aalborg industries). Poder calorífero inferior. Óleo Diesel. <<http://www.aalborg.com.br/downloads/poder-calorifico-inf.pdf>> Acessado em 25/08/15.

Homepage do fabricante do Cultivar/adubador (Baldan). Produtos. Adubador de cobertura de discos duplos – Mola Frontal. Disponível em: <<http://www.baldan.com.br/produtos.php?categoria=9&id=377>>. Acesso em 30/08/15.

Homepage do fabricante do espalhante adesivo (Agral). Especificações Técnicas. Disponível em: <<http://www.syngenta.com.br/website/produtos-e-marcas/proteção-de-cultivos/produtos/produto/especificacoes-tecnicas.aspx?ShowLink=0&IdProduto=243>>. Acesso em 30/08/15.

Homepage do fabricante do trator MF 290 Advanced Massey (Massey Ferguson). Especificações Técnicas. Disponível em: <http://www.massey.com.br/portugues/especificacoes/espec_00000410.pdf> com acesso em 30/08/15.

Homepage do fabricante do trator MF 290 Advanced Massey (Massey Ferguson). Especificações Técnicas. Disponível em: <http://www.massey.com.br/portugues/especificacoes/espec_00000410.pdf>. Acesso em 10/09/15.

Homepage do fabricante Terraceador de Arrasto (Baldan). Especificações Técnicas. Disponível em: <<http://www.baldan.com.br/produtos.php?categoria=18&id=106>>. Acesso em 10/09/15.

Homepage do fabricante. Especificação do produto: <<http://www.syngenta.com.br/website/produtos-e-marcas.aspx?ShowLink=0&IdProduto=68>>. Acesso em 10/09/15.

Homepage do fabricante. Especificação do produto: <<http://www.agro.basf.com.br/UI/Produtos.aspx?CodPrduto=56&CodTipoProduto=1>>. Acesso em 09/09/09.

Homepage do fabricante. Especificação do produto: <<http://www.buschie.com.br/arquivos/Lannate%20BR.pdf>>. Acesso em 30/08/15.

Homepage do fabricante. Especificação do produto: <http://www.dowagro.com/PublishedLiterature/dh_0037/0901b80380037404.pdf?filepath=br/pdfs/noreg/o13-00012.pdf&fromPage=GetDoc>. Acesso em 10/09/2015.

Homepage do fabricante. Especificação do produto: <<http://www.syngenta.com.br/website/produtos-e-marcas/protecao-de-cultivos/produtos/produto/especificacoes-tecnicas.aspx?IdProduto=2237>>. Acesso em 10/09/2015.

7 ANEXOS

ANEXO A

1) Cálculo para energia solar

Dados:

- Albedo: 22% (para gramíneas) (BICE, 2001)
- Insolação média (calculada para os meses de fevereiro a agosto): 5,82 kWh/m² por dia (CRESESB, 2008)
- Área: 1ha = 10.000 m²
- Transformidade da energia solar: 1sej/J (ODUM, 1996).

Energia solar: área*Insolação média*(1-albedo)

$$\text{Energia solar} = 10.000\text{m}^2/\text{ha} * 5,82 \text{ kWh/m}^2\text{dia} * (1-0,22) * (365 \text{ dias}/2 \text{ ciclos}) * 3,6\text{E}+06$$

J/kWh

$$\text{Energia solar} = 2,98\text{E}+13 \text{ J/ha ciclo}$$

$$\text{Energia da energia solar} = (\text{Energia solar}) * (\text{transformidade da energia solar})$$

$$\text{Energia da energia solar} = (2,98\text{E}+13 \text{ J/ha ciclo}) * (1\text{sej}/\text{J})$$

$$\text{Energia da energia solar} = 2,98\text{E}+13\text{sej/ha ciclo}$$

2) Cálculo para energia cinética do vento

Dados:

- Densidade do ar: 1,23kg/m³ (ODUM, 1996) pg 264
- Drag coefficiente = 1,00 E-03 (CAVALETT, 2006) pg 219
- Velocidade = 5 m/s (a 50 m de altura) (CRESESB, 2008)
- Área 1 ha = 10.000 m²

- Transformidade da energia cinética do vento: 2,52E+03sej/J (ODUM, 1996).

Energia cinética do vento: (área) * (densidade do ar) * (drag coefficient) * (velocidade do vento)³

Energia cinética do vento = 10.000m² * 1,23 kg/m³ * 1,00E-03 * (5m/s)³ * 3,14E+07 s/ano

Energia cinética do vento = 4,83E+10 J/ha ano * 0,5 = 2,415E+10 J/ha ciclo

Energia cinética do vento = (energia cinética do vento) * (transformidade da energia cinética do vento) * (fator de correção)

Energia da energia cinética do vento = (2,415E+10 J/ha ciclo) * (4,23E+03sej/J)

Energia da energia cinética do vento = 1,02E+14sej/ha ciclo

Obs: Considera-se o período de meio ano [(365 dias)/2] pois o ciclo de produção do milho acontece aproximadamente, em média em metade de um ano, ou seja, 6 meses. Por isso, multiplica-se por 0,5.

3) Cálculo da erosão de solo

Dados:

- Taxa de erosão para milho com plantio direto = 0,3t/ha (PIMENTEL et al., 1995)

- Porcentagem de matéria orgânica no solo = 2% para Cerrado (MAFRA, et al., 1988)

- Área = 1 ha

- Energia Orgânica contida por grama de terra = 5,4kcal/g (ODUM, 1996)

- Transformidade da perda de solo: 7,38E+04sej/J (ODUM, 1996) p. 310

Perda líquida da matéria orgânica = (área) * (taxa de erosão)

Perda líquida da matéria orgânica = (1 ha) * (0,3E+06 g/ha ciclo)

Perda líquida da matéria orgânica = 0,3E+06 g/ciclo

Energia da perda líquida = (perda líquida) * (% matéria orgânica) * (energia orgânica contida)

Energia da perda líquida = (3,0E+ g/ha ciclo) * (0,02) * (5,4kcal/g) * (4.186 Joule/Kcal)

Energia da perda líquida = 1,36E+08 J/ha ciclo

Cálculo:

Energia = (energia da perda líquida) * (transformidade da perda de solo) * (fator de correção)

$$\text{Energia} = (1,36\text{E}+08 \text{ J/ha ciclo}) * (1,24\text{E}+05 \text{ sej/J})$$

$$\text{Energia} = 1,68\text{E}+13 \text{ sej/ha ciclo}$$

4) Semente de Milho

Dados:

- Quantidade de sementes/ha = 13 kg (RICHETTI, 2007)
- Quantidade de kJ em 100 g de sementes de milho = 578 kJ/100g (TACO, 2006)
- Transformidade da semente de milho: $1,82\text{E}+04\text{J/ha}$ (RÓTULO et al., 2007)

Cálculos:

$$\text{Para 1 ha} = 5,78\text{E}+06 \text{ J/kgde semente de milho} * 13\text{kg} \rightarrow 7,51\text{E}+7\text{J/ha ciclo}$$

$$\text{Energia da semente de milho} = (\text{quantidade de energia utilizada/ha ciclo}) * (\text{transformidade da semente de milho})$$

$$\text{Energia semente de milho} = 7,51\text{E}+07\text{J/ha} * 1,82\text{E}+04 \text{ sej/J}$$

$$\text{Energia semente de milho} = 1,37\text{E}+12 \text{ sej/ha ciclo}$$

5) Mão de obra agrícola

Cálculos para mão de obra para 1 ha de milho. Os cálculos da mão de obra foram realizados de acordo com a metodologia descrita por Ulgiati et al. (1994).

A somatória de horas empregadas com mão de obra foi estimada por entrevista realizada por Lilian Patrícia Vendrametto com engenheiro agrônomo da Prefeitura Municipal de Lucas do Rio Verde, Diogo Molina.

Somatória das horas empregadas com a mão de obra (trabalhadores não qualificados, aplicadores de agroquímicos/tratoristas, engenheiro agrônomo e gerente) = 6,23h

$$\text{Energia} = (\text{dias de trabalho}) * (\text{energia do metabolismo humano})$$

$$\text{Mão de obra para milho} = 6,23 \text{ horas/ha ciclo}$$

Admitindo 8 horas de trabalho por dia.

$$\text{Dias de trabalho} = (6,23\text{h/ha ciclo}) / (8\text{h/dia}) \rightarrow 0,78 \text{ dia/ha ciclo}$$

$$\text{Energia do metabolismo humano diário} = 1,05\text{E}+07\text{J/dia}$$

$$\text{Energia} = (0,78 \text{ dias/ha ciclo}) * (1,05\text{E}+07\text{J/dia})$$

$$\text{Energia} = 8,18\text{E}+06\text{J/ha ciclo}$$

$$\text{Energia} = \text{energia} * \text{transformidade}$$

$$\text{Energia} = 8,18\text{E}+06\text{J/ha ciclo} * 7,53\text{E}+07 \text{ sej/J}$$

$$\text{Energia} = 6,16\text{E}+14 \text{ sej/ha ciclo}$$

Máquinas e implementos agrícolas utilizado no sistema de produção de milho no município de Mirorós, BA.

Cálculo das horas/máquina necessárias por máquina/implemento para realização de todas as atividades de campo para a produção de milho de segunda safra por hectare

Σ N° de horas Trator 120 CV: 0,81 horas máquina

Σ N° de horas Trator 90 CV: 1,14 horas máquina

Σ N° de horas Terraceador Arrasto: 0,2 horas máquina

Σ N° de horas Cultivador/adubador: 0,6 horas máquina

Σ N° de horas Plantadeira/adubadeira: 0,55 horas máquina

Σ N° de horas Pulverizador Barra 2000 litros: 0,27+0,27 h máquina -> 0,54h máquina

Σ N° de horas Tratamento de sementes: 0,1 horas máquina

Σ N° de horas Colhedora 120 hp – plataforma 4m: 0,7 horas máquina

Σ N° de horas Carreta (transporte interno plantio): 0,06 horas máquina

Exemplo de cálculo conforme foi realizado na tabela

Dados:

- Energia/unidade do plástico: 5,29E+09 sej/g (BURANAKARN, 1998)

- Energia/unidade da borracha: 7,22E+09 sej/g (ODUM & ODUM, 1993 e apud ULGIAT et al., 1994)

- Energia/unidade do aço: 2,49E+09 seg/g (BURANAKARN, 1998)

Energia da máquina = [(energia/unidade do plástico * massa do plástico) + (energia/unidade da borracha * massa da borracha) + (energia/unidade do aço * massa do aço)]

Energia total da máquina = Energia da máquina * (N° total de horas máquina/ciclo/vida útil)

Fonte da Vida útil: CONAB (2006) e Brasil (1998) – Instrução Normativa Secretaria da Receita Federal, 162.

Cálculos:

a) Trator MF 290 120 CV

Massa total: 7,04E+06 gramas

Massa plástico: 1,41E+06 gramas

Massa aço: 5,63E+06 gramas

Fonte de componentes do trator MF 290120 CV:

Energia da máquina = [(5,29E+09 sej/g * 1,41E+06g) + (2,49E+09 sej/g * 5,63E+06g)]

Energia da máquina = 2,15E+16 sej/g

Energia total da máquina = (2,15E+16sej) * (0,81 h máq/ciclo ha/12.000h)

Energia total da máquina = 1,45E+12 sej/ha ciclo

b) Trator MF 290 4X4

Massa total: 5,42E+06 gramas

Massa plástico: 1,08E+06 gramas

Massa aço: 4,34E+06 gramas

Energia da máquina = [(5,29E +09 sej/g * 1,08E+06g) + (2,49E+09 sej/g * 4,34E+06g)]

Energia da máquina = 1,65E+16 sej

Energia total da máquina = (1,65E+16sej) * (1,14 h máq/ciclo ha/12.000h)

Energia total da máquina = 1,57E+12 sej/ha ciclo

c) Terraceador de Arrasto

Massa total: 1,39E+06 gramas

Massa aço: 1,39E+06 gramas

Energia da máquina = (2,49E +09 sej/g *1,39E+06g)

Energia da máquina = 3,46E+15 sej

Energia total da máquina = (3,46E+15sej) * (0,2 h máq/ciclo ha/2.500h)

Energia total da máquina = 2,76E+11 sej/ha ciclo

d) Cultivador/Adubador

Massa total: 9,12E+05 gramas

Massa plástico: 3,65E+04 gramas

Massa da borracha: 5,47E+04 gramas

Massa aço: 8,21E+05 gramas

$$\text{Energia da máquina} = [(5,29E+09 \text{ sej/g} * 3,65E+04\text{g}) + (7,22E+09 \text{ sej/g} * 5,47E+04\text{g}) + (2,49E +09 \text{ sej/g} * 8,21E+05\text{g})]$$

$$\text{Energia da máquina} = 2,63E+15 \text{ sej}$$

$$\text{Energia total da máquina} = (2,63E+15\text{sej}) * (0,6 \text{ h máq/ciclo ha}/1.200\text{h})$$

$$\text{Energia total da máquina} = 1,31E+12 \text{ sej/ha ciclo}$$

e) Plantadeira/Adubadeira Semeato PSM122

Massa total: 7,42E+06 gramas

Massa plástico: 2,97E+05 gramas

Massa da borracha: 4,45E+05 gramas

Massa aço: 6,68E+06 gramas

$$\text{Energia da máquina} = [(5,29E+09 \text{ sej/g} * 2,97E+05\text{g}) + (7,22E+09 \text{ sej/g} * 4,45E+05\text{g}) + (2,49E+09 \text{ sej/g} * 6,68E+06\text{g})]$$

$$\text{Energia da máquina} = 2,14E+16 \text{ sej}$$

$$\text{Energia total da máquina} = (2,14E+16\text{sej}) * (0,55 \text{ h máq/ciclo ha}/1.200\text{h})$$

$$\text{Energia total da máquina} = 9,80E+12 \text{ sej/ha ciclo}$$

f) Pulverizador em barra 2.00 litros – 18 metros Advanced

Massa total: 1,83E+06 gramas

Massa plástico: 1,40E+05 gramas

Massa da borracha: 1,80E+05 gramas

Massa aço: 1,51E+06 gramas

$$\text{Energia da máquina} = [(5,29\text{E}+09 \text{ sej/g} * 1,40\text{E}+05\text{g}) + (7,22\text{E}+09 \text{ sej/g} * 1,80\text{E}+05\text{g}) + (2,49\text{E}+09 \text{ sej/g} * 1,51\text{E}+06\text{g})]$$

$$\text{Energia da máquina} = 5,80\text{E}+15 \text{ sej}$$

$$\text{Energia total da máquina} = (5,80\text{E}+15\text{sej}) * (0,54 \text{ h máq/ciclo ha}/2000\text{h})$$

$$\text{Energia total da máquina} = 1,56\text{E}+12 \text{ sej/ha ciclo}$$

g) Máquina de tratar sementes Grasmec (MTS 60)

Massa total: 1,33E+05 gramas

Massa plástico: 2,50E+04 gramas

Massa da borracha: 2,00E+03 gramas

Massa aço: 1,06E+05 gramas

$$\text{Energia da máquina} = [(5,29\text{E}+09 \text{ sej/g} * 2,50\text{E}+04\text{g}) + (7,22\text{E}+09 \text{ sej/g} * 2,00\text{E}+03\text{g}) + (2,49\text{E}+09 \text{ sej/g} * 1,06\text{E}+05\text{g})]$$

$$\text{Energia da máquina} = 4,10\text{E}+14 \text{ sej}$$

$$\text{Energia total da máquina} = (4,10\text{E}+14\text{sej}) * (0,10 \text{ h máq/ciclo ha}/2.500\text{h})$$

$$\text{Energia total da máquina} = 1,64\text{E}+10 \text{ sej/ha ciclo}$$

h) Colhedora de Milho

Massa total: 1,42E+07 gramas

Massa plástico: 2,83E+06 gramas

Massa aço: 1,13E+07 gramas

$$\text{Energia da máquina} = [(5,29\text{E}+09 \text{ sej/g} * 2,83\text{E}+06\text{g}) + (2,49\text{E}+09 \text{ sej/g} * 1,13\text{E}+07\text{g})]$$

$$\text{Energia da máquina} = 4,31\text{E}+16 \text{ sej}$$

$$\text{Energia total da máquina} = (4,31 \text{ E}+16\text{sej}) * (0,7 \text{ h máq/ciclo ha}/5.000\text{h})$$

$$\text{Energia total da máquina} = 6,04\text{E}+12 \text{ sej/ha ciclo}$$

i) Carreta tanque

Massa total: $9,60E+05$ gramas

Massa aço: $9,60E+05$ gramas

Energia da máquina = $(2,49E+09 \text{ sej/g} * 9,60E+05\text{g})$

Energia da máquina = $2,39E+15$ sej

Energia total da máquina = $(2,39E+15\text{sej}) * (0,06 \text{ h máq/ciclo ha}/5.000\text{h})$

Energia total da máquina = $2,86E+10$ sej/ha ciclo

Energia das máquinas e implementos agrícolas = $2,21E+13\text{sej/ha ciclo}$

6) Plásticos (dos equipamentos e máquinas agrícolas)

Somatório das massas dos plásticos (em gramas) = $7,88E+022$ g

Energia plásticos = (massa do plástico utilizado) * (transformidade do plástico)

Energia plástico = $4,17E+12\text{sej/ha ciclo}$

7) Borracha (dos equipamentos e máquinas agrícolas)

Somatória das massas da borracha (em gramas) = $2,80E+02\text{g}$

Energia borracha = (massa da borracha utilizada) * (transformidade da borracha)

Energia borracha = $2,02E+12\text{sej/ha ciclo}$

8) Aço (dos equipamentos e máquinas agrícolas)

Somatória das massas do aço (em gramas) = $6,39E+03\text{g}$

Energia aço = (massa do aço utilizada) * (transformidade do aço)

Energia aço = $1,59E+13\text{sej/ha ciclo}$

Insumos agrícolas utilizado no sistema de produção de milho de Mirorós (Cálculo para 1 hectare)

9) Pesticidas

9^a) Pesticidas para tratamento de sementes

9^{a1}) Cruiser 350 FS (Syngenta) – Inseticida para tratamento de sementes

Dose recomendada: 500ml/100kg de sementes de milho, portanto para 13 kg de sementes são usados 65 ml de Cruiser

Nome do ingrediente ativo e concentração: Tiametoxam: 350,00g/L

Cálculo: 350g de Tiametoxam/l * 0,065 l/ha = 27,75g de Tiametoxam/ha

9^{a2}) Standak (tratamento de sementes)

Nome do produto comercial: Standak (BASF) – tratamento de semente antes do plantio

Dose recomendada: 50ml/ha ou 50 ml para a quantidade de kg de sementes de milho para 1ha, portanto para 13 kg de sementes são usados 50 ml de Standak

Nome do ingrediente ativo e concentração: Fipromil: 250,00g/L

Quantidade utilizada por hectare: 0,05L/ha

Cálculo: 250g de Fipronil * 0,05 L/ha de Standak = 12,5g de Fipronil/há

Pesticidas tratamento de semente: 27,75g + 12,5g = 35,25g

9^b) Herbicidas

9^{b1}) Glifosato

Nome do produto comercial: Zapp QI (Syngenta)

Nome do ingrediente ativo e concentração: Glifosato 620,00g/L

Quantidade utilizada por hectare: 1,5L/ha

Cálculo: 620g de Glifosato * 1,5 L/ha de Zapp = 930g de Glifosato/ha

9^{b2}) 2,4D

Nome do produto comercial: Tordon (Dow)

Nome do ingrediente ativo e concentração: Sal trietanolamina do ácido 4-amino 3,5,6 Tricloropicolínico: 103 g/L e Sal Trietanolamina do ácido 2,4-Diclorofenoxiacético (2,4-D, sal trianolamina: 406 g/L)

Quantidade utilizada por hectare: 0,50L/ha

Cálculo: 509g de 2,4D * 0,50 L/ha = 254,5g de 2,4D/ha

Herbicidas total= 930g+ 254,5g = 1184,5g de princípios ativos de herbicidas

9^c) Inseticidas

9^{c1}) Lanate

Nome do produto comercial: Lanate (Du Pont)

Nome do ingrediente ativo e concentração: Methomyl: 215g/L

Quantidade utilizada por hectare: 0,60L/ha

Cálculo: 215g de Methomyl * 0,60 L/ha de Lanate = 129g de Methomyl/ha

Pesticidas total = Totaltratamento de semente + total herbicida + total inseticidas

Pesticidas total= 35,25g+ 1184,5g + 129g -> 1348,25g de pesticidas/ha

Cálculo:

Dados:

- Emergia/unidade de pesticidas: 1,48E+10sej/g (BROWN & ARDING, 1991 apud BRANDT-WILLIAN, 2002)

- Emergia pesticida = Qualidade de pesticida por ha/ciclo * transformidade de pesticidas * fator de correção

Emergia pesticida = 1348,25 g/ha ciclo * 2,49E+10sej/g

Emergia pesticida = 3,35E+13sej/ha ciclo

Fertilizantes N-P-K (nitrogênio, Fósforo e potássio) 04-14-08

São utilizados 200kg/ha, o que totaliza 8 kg de uréia, 28kg/ha de P₂O₅ e 16kg de K₂O

10) CH₄N₂O (Uréia) – Fonte de Nitrogênio

Dados:

Quantidade utilizada por ha: 8.000g/ha ciclo

- Emergia/Unidade da uréia: 6,62E+09sej/g (ODUM & ODUM,1993 apud CUADRA, & RYDBERG, 2006).

Cálculo:

Emergia uréia = (Emergia/unidade) * (quantidade/ha ciclo) * (fator de correção)

Emergia uréia = 1,11E+10sej/g * 8,02E+03g/ha

Emergia uréia = 8,9E+13sej/ha ciclo

11) K₂O (Óxido de Potássio – Fonte de potássio)

Dados:

- Quantidade utilizada por ha: 16.000g/ha
- Emergia/unidade de K: 1,74E+09 sej/gde K (ODUM, 1996) p.310.
- Massa atômica de K: 39,1
- Massa atômica de O = 16

Cálculo:

$$\text{Massa molar} = (2 \cdot 39,1) + 16$$

$$\text{Massa de K} = 16.000 \cdot (2 \cdot 39,1) / (2 \cdot 39,1) + (16)$$

Emergia K₂O = (Emergia/unidade do K) * (Quantidade utilizada por hectare) * (fator de correção)

$$\text{Emergia K}_2\text{O} = 1,33\text{E}+04 \text{g de K/ha ciclo} * 2,92\text{E}+09 \text{ sej/g de K}$$

$$\text{Emergia K}_2\text{O} = 3,89\text{E}+13 \text{ sej/ha ciclo}$$

Total fertilizantes para milho (somatória N-P-K) = 8,9E+13sej/ha + 1,83E+14 sej/ha + 3,89E+13 sej/ha -> 3,11E+14 sej/ha ciclo

12) P₂O₅ [Fosfato (fonte de fósforo)]

Dados:

- Quantidade utilizada por ha: 28.000 g/ha ciclo
- Emergia/unidade de P₂O₅: 3,9E+09 sej/g de Fosfato (ODUM, 1996)

$$\text{Emergia} = 6,65\text{E}+09 \text{ sej/g de fosfato} * 28.000 \text{ g/ha ciclo}$$

$$\text{Emergia} = 1,83\text{E}+14 \text{ sej/ha ciclo}$$

13) Irrigação

Dados:

- Água necessária para o ciclo do milho (Fevereiro a Julho): 1.155,6 mm/ciclo ou 1,1556 m/ciclo (JORNAL DO TEMPO, 2011).
- Área 1 ha = 10.000 m²

$$\text{Quantidade} = (10.000 \text{ m}^2/\text{ha}) * (1,1556\text{m}/\text{ciclo})$$

$$\text{Quantidade} = 1,16\text{E}04 \text{ m}^3/\text{ha ciclo}$$

14) Produto químico (Espalhante adesivo)

Dados:

- Energia/unidade do produto químico: $1,00\text{E}+09$ sej/g (ODUM, 1996)

- Quantidade utilizada por hectare: $0,05 + 0,05$ l/ha = $0,1$ l/ha

- Composição: Nonil fenoxi poli (etilenoxi) etanol: 200 g/l

Cálculo: (quantidade produto químico) * (transformidade) * (fator de correção)

Cálculo: 200g/l de Agral * $0,1$ l/ha ciclo = 20g/ha ciclo

Energia = 20g/ha * $1,68\text{E}+09$ sej/g

Energia = $3,36\text{E}+10$ sej/ha ciclo

15) Consumo de lubrificantes e diesel

15^a) Lubrificantes

Dados: Total horas máquina empregadas no cultivo de milho por hectare por ciclo: 4,7 horas/ha ciclo [informações obtidas pela somatória das horas descritas no item 6 (cálculo para máquinas e implementos)].

Consumo Lubrificantes = $0,055$ litros/h (CONAB, 2006)

Cálculo: $4,7$ h/ha ciclo * $0,055$ litros/h -> $0,2585$ L/ha ciclo

15^b) Diesel

Fonte dos consumos de óleo diesel para tratores e colhedoras: (ROMANELLI, 2009).

Número de horas empregadas com colhedora de milho: $0,60$ h/ha ciclo

Número de horas empregadas com tratores: $1,95$ h/ha ciclo

Cálculo de consumo de diesel:

Colhedora = $0,70$ h/ha ciclo * 15 l/h -> $10,5$ l/ha ciclo

Tratores = $1,95$ h/ha ciclo * 10 l/ha -> $19,5$ l/ha ciclo

Diesel + Lubrificantes = 30 l/ha + 0,26 l/ha -> 30,26 l/ha ciclo

Óleo Diesel: 3,61E+07 J/l

Obs.: Para o poder calorífico do lubrificante foi utilizado o mesmo valor do diesel.

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

Cálculo:

Energia: (transformidade) * (energia específica) * (quantidade de diesel e lubrificante/ha) *
(fator de correção)

Energia = (1,11E+05 sej/J) * (3,61E+07 J/l) * (30,26 l/ha ciclo)

Energia = 1,21E+14 sej/ha ciclo

ANEXO B

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

$$F = 1,04E+18 \text{ sej/ha/ano}$$

$$N = 1,68E+13 \text{ sej/ha/ano}$$

$$R = 1,02E+14 \text{ sej/ha/ano}$$

$$EYR = \frac{Y}{F} = \frac{N+R+F}{F} \quad EYR = \frac{1,68E+13 + 1,02E+14 + 1,04E+18}{1,04E+18} \text{ sej/ha/ano} = 1,00E+00$$

$$EIR = \frac{F}{N+R} \quad EIR = \frac{1,04E+18}{1,68E+13 + 1,02E+14} \text{ sej/ha/ano} = 8,76E+03$$

$$ELR = \frac{N+F}{R} \quad ELR = \frac{1,68E+13 + 1,04E+18}{1,02E+14} \text{ sej/ha/ano} = 1,02E+04$$

$$ESI = \frac{EYR}{ELR} \quad ESI = \frac{1,00E+00}{1,02E+04} = 9,80E-05$$

$$\%R = \frac{R}{Y} \quad \%R = \frac{1,02E+14}{1,04E+18} \times 100\% = 0,098\% \text{ sej/sej}$$

Transformidade

- Produção de milho g/ha: 4,051E+06;

- Energia presente em 100g de milho: 371 kcal;

- Energia presente em 1g de milho: 3,71 kcal;

- Conversão: 4186 J/kcal

$$Tr = Y / J$$

$$Tr = Y / (4,051E+06 \text{ g/ha} * 3,71 \text{ kcal/g} * 4186 \text{ J/kcal})$$

$$Tr = 1,04E+18 \text{ sej/ha/ano} / 6,29E+10 \text{ J/ha/ano}$$

$$Tr = 1,65E+07 \text{ sej/J}$$

$$NSI = Tr \times ELR$$

$$NSI = 1,65E+07 \text{ sej/J} * 1,02E+04$$

$$NSI = 1,68E+11 \text{ sej/J}$$