



UNICAMP

Laboratório de Engenharia Ecológica e Informática Aplicada – LEIA

Departamento de Engenharia de Alimentos – DEA

Faculdade de Engenharia de Alimentos – FEA

**ESTUDO DA SUSTENTABILIDADE DE UM PROJETO DE MICRODESTILARIA
DE ÁLCOOL COMBUSTÍVEL JUNTO A UM GRUPO DE AGRICULTORES
ASSENTADOS DO PONTAL DO PARANAPANEMA**

ALEXANDRE MONTEIRO SOUZA

Prof. Dr. Enrique Ortega Rodríguez

Orientador

Campinas – Fevereiro de 2011

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FEA – UNICAMP**

So89e Souza, Alexandre Monteiro
Estudo da sustentabilidade de um projeto de microdestilaria de álcool combustível junto a um grupo de agricultores assentados do Pontal do Paranapanema / Alexandre Monteiro Souza. -- Campinas, SP: [s.n], 2011.

Orientador: Enrique Ortega Rodríguez
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Sistema integrado. 2. Emergia. 3. Assentamentos rurais. 4. Reforma agrária. 5. Etanol. I. Ortega Rodriguez, Enrique. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

cars/bibfea

Título em inglês: Study of sustainability applied to project of ethanol micro-distillery developed with a group of land reform settlers at Pontal do Paranapanema

Palavras-chave em inglês (Keywords): Integrated system, Emergy, Rural settlements, Land reform, Ethanol

Titulação: Doutor em Engenharia de Alimentos

Banca examinadora: Enrique Ortega Rodríguez

Biagio Fernando Gianneti

Consuelo de Lima Fernandez Pereira

Feni Dalano Roosevelt Agostinho

Luis Alberto Ambrósio

Data da Defesa: 28/02/2011

Programa de Pós Graduação em Engenharia de Alimentos



UNICAMP

Laboratório de Engenharia Ecológica e Informática Aplicada – LEIA

Departamento de Engenharia de Alimentos – DEA

Faculdade de Engenharia de Alimentos - FEA

**ESTUDO DA SUSTENTABILIDADE DE UM PROJETO DE MICRODESTILARIA
DE ÁLCOOL COMBUSTÍVEL JUNTO A UM GRUPO DE AGRICULTORES
ASSENTADOS DO PONTAL DO PARANAPANEMA**

Tese do autor apresentada à
banca examinadora para
obtenção do título de Doutor
em Engenharia de Alimentos

ALEXANDRE MONTEIRO SOUZA

Engenheiro de Alimentos - 2004

Mestre em Engenharia de Alimentos - 2006

Prof. Dr. Enrique Ortega Rodríguez

Orientador

Campinas – Fevereiro de 2011

Este exemplar corresponde à redação da tese defendida em 28/02/2011 por Alexandre Monteiro Souza pela comissão julgadora em 28/02/2011.

Prof. Dr. Enrique Ortega
(Orientador)

Prof. Dr. Biagio Fernando Gianneti
(Membro - UNIP)

Dra. Consuelo de Lima Fernandez Pereira
(Membro- ECOCERT Brasil)

Dr. Feni Dalano Roosevelt Agostinho
(Membro – FEA/UNICAMP)

Dr. Luis Alberto Ambrósio
(Membro – Instituto de Zootecnia)

Dr. José Maria Gusman Ferraz
(Suplente – CNPMA/EMBRAPA)

Prof. Dr. Manoel Baltazar Baptista da Costa
(Suplente – UFSCAR)

Prof. Dr. Miguel Juan Basic
(Suplente – IE/UNICAMP)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos que lutam por um mundo mais justo e mais sustentável.

A todos aqueles que lutam pela reforma agrária.

À minha família que sempre me apoiou na minha caminhada.

AGRADECIMENTOS

A DEUS por tudo.

À meus pais Gelson e Lúcia e minhas irmãs Fernanda e Luiza pelo apoio e estarem sempre presente na minha vida.

Ao Prof. Dr. Enrique Ortega, pela orientação e pelas conversas

Aos companheiros do Laboratório de Engenharia Ecológica pela amizade, descontração e as conversas no cafezinho (Feni, Lucas, Watanabe, Sayoko, Selene, Juliana, Raul, Fabio, Mariana, Consuelo, Otávio, Teldes, Tiago e Marlei).

Aos amigos da pós-graduação do DEA

Aos amigos letões: Solvita, Izidors, Alise e Aline e Girts pelo apoio e os momentos vivenciados juntos na Letônia

Aos amigos que acompanham esta minha empreitada. Em especial: Geraldo, Abraão, Louise, Jô, Aninha, Lizi, Douglas, Fabi, Giba, Roque, Pitico, Sandra, Ivy, Cristina, Jão, Camilla, Tatiane, Marquinho, Rodriguinho e muitos outros

Aos agricultores do Assentamento Gleba XV de Novembro, especialmente a Vera, Ailton, Natan e Nayara, pelo acolhimento, ajuda, hospitalidade e amizade

Ao pessoal do ITESP da regional de Rosana.

Ao CNPq e a UNICAMP pelo apoio financeiro e institucional.

“Queremos uma justiça social que combine com a justiça ecológica.
Uma não existe sem a outra”. (Leonardo Boff)

SUMÁRIO

| | |
|---|-------------|
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | XV |
| ÍNDICE DE TABELAS..... | XVII |
| RESUMO..... | XIX |
| ABSTRACT..... | XXI |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. HIPÓTESE..... | 3 |
| 2.1 PERGUNTA GERADORA | 3 |
| 2.2 HIPÓTESE..... | 3 |
| 3. OBJETIVOS | 4 |
| 3.1. OBJETIVO GERAL..... | 4 |
| 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 4 |
| 4. ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA..... | 5 |
| 5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 6 |
| 5.1. AGRICULTURA E RECURSOS ENERGÉTICOS | 6 |
| 5.2. AGRICULTURA, MEIO AMBIENTE E SOCIEDADE | 8 |
| 5.3. CRISE DO PETRÓLEO, BIOCOMBUSTÍVEIS E SEGURANÇA ALIMENTAR | 10 |
| 5.4. PRODUÇÃO DE ÁLCOOL COMBUSTÍVEL E SEUS IMPACTOS | 11 |
| 5.5. AGRICULTURA SUSTENTÁVEL..... | 13 |
| 5.6. INTERAÇÃO CAMPO-CIDADE | 18 |
| 5.7. QUESTÃO AGRÁRIA BRASILEIRA..... | 20 |
| 5.7.1. <i>Da descoberta do Brasil aos dias atuais</i> | 20 |
| 5.7.2. <i>Assentamentos Rurais</i> | 24 |
| 5.8. ENERGIA E ANÁLISE EMERGÉTICA..... | 27 |
| 5.9. METODOLOGIAS PARTICIPATIVAS | 32 |
| 6. METODOLOGIA..... | 37 |
| 6.1. O LOCAL DE ESTUDO | 37 |
| 6.1.1 <i>Histórico</i> | 38 |
| 6.2. DADOS UTILIZADOS..... | 39 |
| 6.3. <i>Definindo o Sistema Pesquisado</i> | 40 |
| 6.4. ELABORAÇÃO DOS CENÁRIOS | 42 |
| 6.4.1 <i>Cenário Atual</i> | 43 |
| 6.4.2 <i>Cenário Sistema de Produção de Alimentos e Energia (SPAÉ)</i> | 45 |
| 6.4.3 <i>Cenário Sistema Integrado de Produção de Alimentos, Energia e Serviços Ambientais (SIPAES)</i> | 46 |
| 6.5. FERRAMENTAS PARTICIPATIVAS..... | 47 |
| 6.5.1. <i>Observação Participante</i> | 47 |
| 6.5.2. <i>Chuva de Idéias</i> | 48 |
| 6.6. METODOLOGIA EMERGÉTICA | 49 |
| 6.6.1. <i>Elaboração do diagrama sistêmico</i> | 49 |
| 6.6.2. <i>Tabelas de Avaliação Emergética</i> | 51 |
| 6.6.3. <i>Cálculo dos Índices Emergéticos</i> | 52 |
| 6.6.4. <i>Índice Emergéticos modificados</i> | 53 |
| 6.7. <i>Viabilidade Econômica da Microdestilaria de Alcool Combustível</i> | 54 |

| | |
|--|-----------|
| 7. RESULTADO E DISCUSSÃO | 57 |
| 7.1. <i>Resultado das Ferramentas Participativas</i> | 57 |
| 7.1.1. Observações Participantes..... | 57 |
| 7.1.2. Chuva de Idéias | 63 |
| 7.2. <i>Resultados da Metodologia Emergética</i> | 64 |
| 7.2.1. <i>Diagramas Sistêmicos.....</i> | 65 |
| 7.2.2. <i>Tabelas de Avaliação Emergética</i> | 69 |
| 7.2.3. <i>Indicadores de Desempenho Emergético.....</i> | 77 |
| 7.2.5. <i>Comparação dos cenários SPAE e SIPAES com a produção de etanol em larga escala.....</i> | 82 |
| 7.3. <i>Resultados da Viabilidade Econômica da Microdestilaria de Álcool Combustível</i> | 84 |
| 8. CONCLUSÕES | 89 |
| 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 92 |
| 10. ADENDOS..... | 98 |
| ANEXO 1. SÍMBOLOS UTILIZADOS NOS DIAGRAMAS ECOSSISTÊMICOS | 98 |
| APÊNDICE 1. NOTAS DE CÁLCULO DA TABELA DE AVALIAÇÃO EMERGÉTICA DO CENÁRIO ATUAL | 99 |
| APÊNDICE 2. NOTA DE CÁLCULO DA TABELA DE AVALIAÇÃO EMERGÉTICA DO CENÁRIO SPAE | 101 |
| APÊNDICE 3. NOTA DE CÁLCULO DA TABELA DE AVALIAÇÃO EMERGÉTICA DO CENÁRIO SIPAES..... | 104 |
| APÊNDICE 4. ESTUDO DA CONTABILIZAÇÃO DOS MATERIAIS E SERVIÇOS DA ECONOMIA NA METODOLOGIA EMERGÉTICA | 107 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. A melhoria dos rendimentos das plantas e animais domesticados implicou no aumento da dependência de combustíveis fósseis. Adaptado de Günther (2001). | 7 |
| Figura 2. Dimensões da Sustentabilidade. Fonte: Adams (2006)..... | 14 |
| Figura 3. Estratégias produtivas e comerciais diferenciam os diversos tipos de agricultura ecológica assim como seu fundamento teórico. Fonte: Sevilla-Guzman (2000)..... | 17 |
| Figura 4. Cenário inicial e final do processo de Ruralização. Fonte: Günther (2001) | 19 |
| Figura 5. Conceitos da hierarquia de transformação de energia. (a) Todas as unidades vistas juntas, (b) Unidades separadas por escala; (c) Unidades como uma rede dos fluxos de energia, (d) Unidades mostradas como uma série de transformação com os valores do fluxo de energia nas vias, (e) potência útil que flui entre as transformações, e (f) Transformidade. Fonte: BROWN e ULGIATI (2004b) | 30 |
| Figura 6. Escada da Participação. Fonte: GEILFUS (1997) | 33 |
| Figura 7. Microrregião de Presidente Prudente conhecida como Pontal do Paranapanema | 37 |
| Figura 8. Assentamentos do Pontal do Paranapanema no início da década de 90 (ITESP, 2005) com destaque para a Gleba XV de Novembro | 39 |
| Figura 9. Microdestilaria da COOPERBIO instalada no município de Caiçara-RS. | 41 |
| Figura 10. Esquema de Microdestilaria. Fonte: Tecnosignal (2010)..... | 41 |
| Figura 11. Exemplo de resultados da chuva de idéias. Fonte: GEILFUS (1997) | 48 |
| Figura 12. Agricultoras do assentamento Gleba XV de Novembro participando da “chuva de idéias” | 49 |
| Figura 13. Diagrama de fluxos de energia do sistema rural. Fonte: (ORTEGA, 2002a) ... | 50 |
| Figura 14. Representação simplificada de um sistema produtivo..... | 51 |
| Figura 15. Representação simplificada de um sistema produtivo considerando a porção renovável e não renovável dos recursos da economia..... | 54 |
| Figura 16. Pastagens da Gleba XV de Novembro..... | 58 |
| Figura 17. Exemplos de cultivo e parte da colheita diária de uma família da Gleba XV ... | 58 |
| Figura 18. Caminhão de um dos laticínios que busca leite no assentamento. | 59 |
| Figura 19. Entidades do município de Rosana retirando os alimentos entregues pelos agricultores. | 60 |
| Figura 20. Veículo da prefeitura de Rosana retirando os alimentos do PAA. | 61 |
| Figura 21. Respostas das agricultoras da dinâmica “chuva de idéias” sobre sustentabilidade..... | 63 |
| Figura 22. Diagrama sistêmico de fluxos de energia do Cenário Atual do assentamento Gleba XV de Novembro. Os valores indicam o valor em energia (seJ/ha/ano) de cada fluxo..... | 66 |
| Figura 23. Diagrama sistêmico de fluxos de energia do Cenário SPAE do assentamento Gleba XV de Novembro. Os valores indicam o valor em energia (seJ/ha/ano) de cada fluxo..... | 67 |
| Figura 24. Diagrama sistêmico de fluxos de energia do Cenário SIPAES do assentamento Gleba XV de Novembro. Os valores indicam o valor em energia (seJ/ha/ano) de cada fluxo..... | 68 |
| Figura 25. Fluxos emergéticos agregados e energia produzida para os cenários Atual, SPAE e SIPAES | 78 |
| Figura 26. Gráfico do ponto de equilíbrio da análise financeira da microdestilaria no assentamento Gleba XV de Novembro | 86 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Efeitos negativos da agricultura industrializada..... | 9 |
| Tabela 2. Brasil. Reforma Agrária 1985-2006..... | 23 |
| Tabela 3. Brasil. Ocupações de terra 1985-2006..... | 24 |
| Tabela 4. Cenários do grupo de agricultores do assentamento Gleba XV de Novembro. 43 | |
| Tabela 5. Uso da área de 161 há do grupo de 7 famílias de agricultores do assentamento Gleba XV de Novembro, baseado em ITESP (1998). | 44 |
| Tabela 6. Área e produção anual das culturas consideradas para o grupo de agricultores | 44 |
| Tabela 7. Uso do solo no cenário SPAE para o grupo de agricultores do assentamento Gleba XV de Novembro. | 45 |
| Tabela 8. Uso do solo no cenário SPAE para o grupo de agricultores do assentamento Gleba XV de Novembro. | 46 |
| Tabela 9. Esquema de organização de uma tabela de cálculo dos fluxos de energia. | 51 |
| Tabela 10. Índices emergéticos. Adaptado de Odum (1996)..... | 52 |
| Tabela 11. Índices emergéticos modificados. | 54 |
| Tabela 12. Informações gerais utilizadas para análise da viabilidade econômica. | 55 |
| Tabela 13. Investimento e custos do projeto da microdestilaria. | 55 |
| Tabela 14. Tabela da síntese emergética do cenário Atual do assentamento Gleba XV de Novembro | 69 |
| Tabela 15. Produtos do Cenário Atual e a quantidade de Energia Produzida (Ep) | 70 |
| Tabela 16. Tabela de avaliação emergética do cenário SPAE do assentamento Gleba XV de Novembro | 71 |
| Tabela 17. Produtos do Cenário SPAE e a quantidade de Energia Produzida (Ep) | 72 |
| Tabela 18. Tabela da síntese emergética do cenário SIPAES do assentamento Gleba XV de Novembro | 73 |
| Tabela 19. Produtos do Cenário SIPAES e a quantidade de Energia Produzida (Ep)..... | 74 |
| Tabela 20. Custos dos fluxos calculados em R\$, US\$ e EmUS\$ para o cenário Atual | 75 |
| Tabela 21. Custos dos fluxos calculados em R\$, US\$ e EmUS\$ para o cenário SPAE ... | 76 |
| Tabela 22. Custos dos fluxos calculados em R\$, US\$ e EmUS\$ para o cenário SIPAES 76 | |
| Tabela 23. Comparação dos Indicadores Emergéticos dos cenários Atual, SPAE e SIPAES..... | 77 |
| Tabela 24. EYR em termos dos suportes renovável e não-renovável dos cenários atual, SPAE e SIPAES. | 80 |
| Tabela 25. Comparação dos Indicadores Emergéticos dos cenários SPAE e SIPAES com a produção de etanol em larga escala. | 83 |
| Tabela 26. Fluxo de caixa do projeto de microdestilaria de etanol com 8h/dia de produção. | 85 |
| Tabela 27. Indicadores financeiros da microdestilaria de etanol com 8 h/dia de produção. | 86 |
| Tabela 28. Indicadores financeiros da microdestilaria de etanol com 16 h/dia de produção | 87 |
| Tabela 29. Rentabilidade simples do projeto de microdestilaria de etanol com 8h/dia de produção..... | 88 |

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a sustentabilidade de um projeto de implantação de uma microdestilaria de etanol junto a um grupo de pequenos agricultores do assentamento Gleba XV de Novembro, município de Rosana, região do Pontal do Paranapanema, São Paulo, Brasil. Esta pesquisa foi motivada por duas razões principais. A primeira é avaliar uma alternativa a produção de etanol em larga escala que vem causando danos ao meio ambiente como a poluição dos cursos d'água, do solo e da atmosfera (devido à queima da palha da cana), diminuindo a área destinada à produção de alimentos, além das péssimas condições enfrentadas pelos trabalhadores rurais no corte da cana. O outro motivo é atender ao interesse de um grupo de agricultores do assentamento de reforma agrária "Gleba XV de Novembro", na implantação de uma microdestilaria de álcool combustível para gerar renda e postos de trabalho. Mediante o uso de cenários, da metodologia emergética, de indicadores econômico-financeiros e de ferramentas participativas foram verificados os efeitos da inserção da microdestilaria no grupo estudado. Os resultados mostram que: (a) o projeto da implantação da microdestilaria apresentou bons indicadores de desempenho emergético ($ELR = 0,41$; $\%R = 71\%$), porém o bom desempenho ambiental exige um processo de integração dos subprodutos da microdestilaria com a agricultura e pecuária local, pois sem integração o desempenho ambiental diminuiu ($ELR = 0,73$; $\%R = 58\%$); (b) o projeto da microdestilaria é um investimento viável ($TRC = 3,32$ anos, $PE = 24,35\%$, $TIR = 20\%$ e $VPL = R\$ 167.540,82$); (c) o projeto oferece condições de inclusão social, pois pode gerar renda e postos de trabalho (podendo chegar a 6 empregos diretos). Portanto é um projeto que pode contribuir com a elaboração de políticas para a produção de etanol e para o desenvolvimento dos assentamentos rurais.

Palavras Chave: Sistemas integrados, metodologia emergética, assentamentos rurais, reforma agrária, ferramentas participativas, microdestilaria de etanol.

ABSTRACT

This study aimed to assess the sustainability of a project of a small scale ethanol distillery in a group of peasants in the settlement "Gleba XV de Novembro", Rosana County, Pontal do Paranapanema region, São Paulo State, Brazil. This research was motivated by two main reasons. The first is evaluating an alternative to large scale ethanol production. Large scale has caused several damages in the environment as pollution of waterways, land and atmosphere (due to burning before the harvesting). In addition, the expansion of sugarcane crops is reducing the area for food production and the rural workers have facing up very bad working conditions. The other reason is to supply the interest of a peasant group of "Gleba XV de Novembro" settlement in the realization of an ethanol micro-distillery to provide income and jobs opportunities for themselves and their sons. Therefore, the effects of micro-distillery insertion in this study group were verified through the use of scenarios approach, emergy methodology, economic indicators and participatory tools. The results demonstrate that: (a) the implementation of the project obtained good emergy performance indicators (ELR = 0.41, % R = 71%), although the good environmental performance requires an integrated management of the distillery by-products with local agriculture and livestock, because the environmental performance for without integration decreased (ELR = 0.73% R = 58%); (c) the distillery project is a viable (TRC = 3.32 years, PE = 24 , 35% IRR = 20% and NPV = U.S. \$ 167,540, 82); (d) the project provides conditions for social inclusion, because it can generate income and jobs (which may possibly reach 6 direct jobs). Therefore, the project considering micro-distillery integrated with agriculture and livestock is able to contribute to the development of public polices for a more sustainable ethanol production and improvement of rural settlements.

Keywords: Integrated systems, emergy methodology, rural settlements, land reform, participatory tools, ethanol micro-distillery.

1. INTRODUÇÃO

Como o estoque mundial de petróleo está se esgotando e a extração e combustão de energia fóssil causam problemas ambientais graves (poluição, mudanças climáticas, etc.), a energia de biomassa vem sendo anunciada como principal solução, substituindo os combustíveis fósseis. No Brasil, uma das principais alternativas é o etanol, como substituto da gasolina. Além disso, a petroquímica pode ser substituída parcialmente pela álcoolquímica para a produção de produtos químicos.

No Brasil, quase a totalidade do etanol é produzida em grandes destilarias que usam a cana-de-açúcar cultivada em monoculturas em larga escala, o que produz consequências indesejáveis para o meio ambiente, para os trabalhadores da cana-de-açúcar e para a sociedade como um todo, embora ela ainda não tenha tomado consciência. Uma das preocupações é que os cultivos de cana-de-açúcar estão competindo, direta ou indiretamente, por terra com outras coberturas vegetais e isso pode afetar a produção de alimentos e a produção de serviços ambientais. Uma segunda preocupação é que a produção de álcool combustível em larga escala, atualmente, utiliza muito mais recursos não-renováveis do que renováveis, colocando em questionamento o rótulo de combustível renovável. Além disso, a colheita da cana-de-açúcar é em grande parte manual, realizada em péssimas condições por trabalhadores rurais temporários. Uma tarefa degradante e mal remunerada. A colheita mecanizada, por sua vez, emprega pouca mão-de-obra, o que em curto prazo é ruim para as famílias dos trabalhadores que tiram sua renda desta atividade.

Entretanto, o etanol pode ser produzido de outra maneira, através de processos em pequena escala, em microdestilarias. Por meio de uma estrutura simples e economicamente acessível, é possível produzir de 50 a 600 litros de álcool combustível diariamente, durante a safra da cana-de-açúcar.

Por não necessitar de grande área de cana-de-açúcar para seu funcionamento a microdestilaria não é necessário fazer muitas mudanças no uso do solo do sítio, permitindo que se mantenha a produção de alimentos. Além disso, pode-se aumentar a quantidade de alimentos produzida através dos subprodutos da microdestilaria. O bagaço, por exemplo, pode ser utilizado para alimentar o gado aumentando a produção de leite e carne. Outra forma de uso é misturar o bagaço e o esterco do gado para produzir composto orgânico o que pode melhorar a produção agrícola. A vinhaça também pode ser utilizada como fertilizante e como alimento para os animais. As interações entre as

produções agrícola, pecuária e a agroindustrial descritas configuram um sistema integrado de produção.

Os sistemas integrados de produção baseados no uso da biomassa para a produção de energia permitem um processo democratizante através da descentralização da produção, renda, tecnologia e conseqüentemente poder. Isto faz com que a microdestilaria integrada a um sistema agropecuário atenda aos quesitos sociais, ambientais e econômicos, pois é capaz de gerar renda, postos de trabalho, inclusão social sem causar grandes impactos ao ecossistema.

Todas essas características colocam a tecnologia dos sistemas integrados de produção familiar como uma ferramenta poderosa para recuperação de agricultores fragilizados e que buscam uma forma de melhorar seu sistema produtivo e sua qualidade de vida no meio rural. No estado de São Paulo, por exemplo, muitos dos agricultores fragilizados se encontram em assentamentos rurais de reforma agrária, tornando esses sistemas aptos para a instalação de sistemas integrados de produção.

Os assentamentos de reforma agrária são áreas estabelecidas através de políticas públicas com a finalidade de modificar o uso da terra em benefício de trabalhadores rurais sem terra ou em minifúndios. Entretanto, a maior parte dessas áreas estas áreas foram criadas mediante pressão de movimentos sociais de trabalhadores rurais sem terra e não por vontade política dos governos. Dentre os muitos fatores necessários para o sucesso ou insucesso da implantação dos assentamentos estão a fertilidade do solo e o suporte do estado por meio de políticas publicas específicas. A maioria dos assentamentos paulistas está em solos com baixa fertilidade, além disso, o suporte governamental é deficiente e aplicado de forma incorreta.

Portanto, avaliar as potencialidades da microdestilaria nos assentamentos de reforma agrária é fundamental para conhecer sua potencialidade como subsídio a políticas públicas. É importante conhecer os impactos ambientais, sociais e econômicos da microdestilaria inserida dentro do contexto dos sistemas integrados de produção, que se coloca com uma boa alternativa aos assentados de reforma agrária.

2. HIPÓTESE

2.1 Pergunta Geradora

Implantar a microdestilaria de forma integrada, formando um Sistema Integrado para a Produção de Alimentos, Energia e Serviços Ambientais (SIPAES), pode ajudar a melhorar a situação social, ambiental e econômica do grupo estudado?

2.2 Hipótese

A implantação da microdestilaria e sua integração com as lavouras e gado leiteiro podem ajudar o sistema composto pelo grupo de assentados interessados a melhorar o desempenho ambiental, a produtividade, gerar mais renda para as famílias e criar postos de trabalho no local.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Analisar as possibilidades da incorporação de uma microdestilaria de etanol junto a um grupo de agricultores do assentamento Gleba XV de Novembro mediante o do cálculo dos possíveis impactos sociais, ambientais e econômicos.

3.2. Objetivos Específicos

- Conhecer a realidade dos agricultores do assentamento da Gleba XV e a dinâmica deste sistema mediante ferramentas participativas;
- Analisar o desempenho sistêmico de uma microdestilaria instalada no assentamento Gleba XV de Novembro utilizando a Metodologia Emergética, considerando vários cenários.
- Calcular a viabilidade econômica do projeto de uma microdestilaria para um grupo de agricultores do assentamento Gleba XV de Novembro.

4. ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA

Durante um encontro de agroecologia na cidade de Botucatu, interior de São Paulo, no ano de 2006, o Prof. Enrique Ortega fez uma apresentação sobre microdestilarias de Etanol. Após a exposição, algumas agricultoras do assentamento Gleba XV de Novembro, região do Pontal do Paranapanema, se interessaram no projeto de microdestilaria. Assim começou a idéia em realizar este trabalho, com a pretensão de contribuir com estas agricultoras assentadas da reforma agrária e sua comunidade.

Do ponto de vista científico, soma-se a este contexto a preocupação com a expansão da monocultura da cana-de-açúcar no estado de São Paulo, que já vem atingindo os assentamentos de reforma agrária. A prática estabelecida pelas usinas de açúcar e álcool é a do arrendamento total ou parcial do lote dos assentados, principalmente em regiões onde a cana é uma das principais lavouras.

Os agricultores que arrendam suas terras levam em consideração as dificuldades de retorno financeiro das atividades atuais e a certeza de renda com o “aluguel” da terra. Com isso os assentados ficam em situação de dependência das grandes usinas, distanciando os assentamentos dos princípios da reforma agrária. Além disso, muitos assentados trabalham no corte da cana durante a safra, realizando um trabalho fisicamente desgastante em troca de um baixo salário.

Com isso se percebe a importância de sugerir e criar políticas públicas voltadas à produção de etanol em pequena escala dentro dos projetos de assentamentos, como alternativa ao atual modelo de desenvolvimento socioeconômico e ambiental.

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1. Agricultura e Recursos Energéticos

A energia solar é a força que move todos os sistemas terrestres. Direta ou indiretamente, toda a energia que utilizamos, quer percebamos ou não, vem do sol. Esta energia pode vir na forma de luz e calor de uma forma direta ou indiretamente na forma de plantas e animais. Inclusive os combustíveis fósseis são provenientes da energia solar, pois são restos de plantas e animais acumulados por milhões de anos (PIMENTEL e HALL, 1984; ALTIERI, 2002).

Na década de 50, começou o uso de uma forma mais intensa, de combustíveis fósseis na agricultura. Atualmente, a principal energia inserida na agricultura não é mais a energia solar, mas diversas formas de energia que podemos chamar de “energia industrial”, uma vez que foi necessária toda uma estrutura para disponibilizá-la para o uso. A constante necessidade de insumos, i.e., fertilizantes, agrotóxicos, alimentação animal, entre outros, dá a agricultura moderna uma estrutura operacional similar a uma indústria de processamento. Os combustíveis fósseis, estoque de energia solar do passado e que demoraram milhões de anos para serem formados, tornaram-se mais importantes do que a radiação solar que incide nas plantações (PIMENTEL e HALL, 1984; GÜNTHER, 2001; ODUM & ODUM, 2001).

Segundo Günther (2001), a manutenção da estrutura complexa que se tornou a agricultura moderna depende vitalmente dos seguintes suportes:

- Petróleo barato e disponível;
- Estoques acessíveis de nutrientes, fósforo principalmente, que possam ser extraídos da natureza para produzir fertilizantes químicos;
- Um sistema de distribuição de fertilizante, alimentação animal, combustível e produtos agrícolas que funcione independentemente das crises e distúrbios que ocorram na sociedade e não no sistema agrícola;
- Uma infra-estrutura de suporte que possa prover renovação e reparo dos maquinários, independente de futuras crises na indústria e dos futuros preços da energia.

A busca por inovações tecnológicas e melhoramentos de produtividade é constante. Porém analisando a Figura 1 nota-se que o ganho nos rendimentos obtidos

com o uso de insumos industriais não é devido ao aumento da habilidade das plantas em obter mais energia solar. Acontece que, em vez das tarefas serem realizadas normalmente por uma planta como extrair nutrientes, conter doenças e herbívoros, como antigamente, estas atividades são realizadas pelo fazendeiro utilizando, direta ou indiretamente, combustíveis fósseis. É isso que responde pelo aumento do rendimento do grão (ODUM & ODUM, 2001; ALTIERI, 2002).

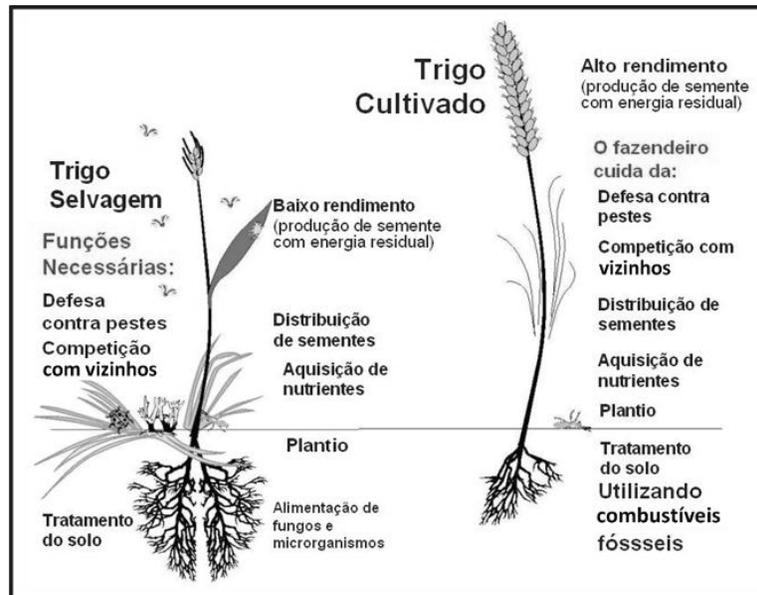


Figura 1. A melhoria dos rendimentos das plantas e animais domesticados implicou no aumento da dependência de combustíveis fósseis. Adaptado de Günther (2001).

Para se entender a que ponto chegou o uso de combustíveis fósseis pela agricultura, pode-se verificar o exemplo da agricultura sueca citado por Günther (2001), que consome o equivalente a 110 litros de petróleo líquido por hectare por ano. Neste cálculo é somado o uso indireto de petróleo para a produção de agrotóxicos, fertilizantes químicos, maquinário, entre outros, o qual pode facilmente representar 50% do que é utilizado diretamente. Além disso, Pimentel e Hall (1984) colocam que a dependência de combustíveis fósseis da agricultura dos Estados Unidos pode chegar a 90% de toda energia utilizada. A maior parte da energia fóssil é destinada para produção dos fertilizantes químicos. A lista segue com os combustíveis, maquinários, irrigação, secagem e agrotóxicos.

Portanto, como a energia que o ser humano usa pra sobreviver é obtida através dos alimentos, não é absurdo dizer que a população está se alimentando de energia fóssil (PFEIFFER, 2004).

5.2. Agricultura, Meio Ambiente e Sociedade

Os aumentos de produtividade na agricultura moderna têm sido acompanhados, muitas vezes, pela degradação ambiental (erosão do solo, poluição com agrotóxicos, salinização dos solos), problemas sociais (eliminação da agricultura familiar, concentração de terras, recursos e produção; modificação dos padrões de migração rural/urbano) e pelo uso excessivo dos recursos naturais (ALTIERI, 2002). A Tabela 1 evidencia as implicações causadas ao ecossistema por algumas tecnologias e práticas agrícolas.

Nos países em desenvolvimento, estes problemas ocorreram porque as tecnologias desenvolvidas para o aumento da produção agrícola foram desenvolvidas nos Estados Unidos e Europa e transferidas sem levar em consideração que as condições ambientais e socioeconômicas eram diferentes. O argumento dos países desenvolvidos era o combate à fome e a pobreza rural, uma vez que julgavam que a produção de alimentos deficiente era a causa destes problemas. Nações com agricultura tradicional que não utilizassem os fatores de produção modernos (fertilizantes, agrotóxicos, entre outros) estariam fadadas a pobreza (ALTIERI, 2002; COCHRANE, 1979).

No Brasil, a modernização da agricultura foi realizada para atender a necessidade de industrialização do país, a partir dos anos 50. Na prática, o setor agrícola foi organizado em duas frentes. Uma formada por grandes propriedades monocultoras com utilização de novas tecnologias para produzir *commodities* financiadoras da importação de bens de capital e matérias primas para a indústria nacional e a outra frente formada pela grande massa da população rural destinada a fornecer alimentos baratos à crescente população urbana e prover mão-de-obra barata para as indústrias. Cabe salientar, que foi por forte envolvimento do Estado que se possibilitou a modernização agrícola, através de créditos e incentivos fiscais (LEITE et al, 2004)

Tabela 1. Efeitos negativos da agricultura industrializada

| Recurso | Externalidades | Ações |
|--------------------|---|--|
| Solo | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erosão hídrica e eólica | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Eliminação da cobertura vegetal; ▪ Aração excessiva e profunda; ▪ Não reposição de matéria orgânica; ▪ Queima dos resíduos das lavouras; |
| | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Degradação Química e Salinização | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pastoreio excessivo; ▪ Irrigação com água salobra; ▪ Intrusão marinha, exploração excessiva dos aquíferos; ▪ Aplicação de agrotóxicos e fertilizantes industriais |
| | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Degradação Biológica e física | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aração excessiva e profunda; ▪ Não reposição de matéria orgânica; ▪ Queima dos resíduos das lavouras; ▪ Aplicação de agrotóxicos e fertilizantes industriais; ▪ Compactação do solo. |
| Atmosfera | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Efeito estufa e mudanças climáticas ▪ Redução da camada de ozônio ▪ Chuva ácida ▪ Poluição | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Combustão dos motores das máquinas agrícolas; ▪ Aplicação de agrotóxicos e fertilizantes industriais; ▪ Queima dos resíduos das lavouras; ▪ Acumulação excessiva de esterco; |
| Água | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Contaminação dos recursos marinhos e fluviais | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicação de agrotóxicos e fertilizantes industriais ▪ Acumulação excessiva de esterco |
| Recursos Genéticos | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Perda da diversidade genética e do conhecimento agropecuário tradicional | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Plantio de sementes híbridas e variedades exógenas e exploração de raças de gado com reduzida base genética e não adaptada aos ecossistemas locais |
| Vida Selvagem | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Disfunções fisiológicas ▪ Morte | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicação de agrotóxicos e fertilizantes industriais ▪ Queima dos resíduos das lavouras |
| Seres Humanos | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Disfunções fisiológicas ▪ Morte | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicação de agrotóxicos e fertilizantes industriais |

Fonte: Sevilla-Guzman (2000)

Este processo da modernização da agricultura brasileira excluiu um grande número de trabalhadores rurais (pequenos produtores, posseiros, arrendatários, assalariados rurais, etc.). Esta exclusão causou uma corrente migratória de pessoas da zona rural para a urbana. Em um período de 20 anos (1960 a 1980), primeiras décadas após a revolução verde¹, foram transferidos 27 milhões de brasileiros (24% da população brasileira no ano de 1980) do campo para as cidades (ABRAMOVAY e CAMARANO, 1999; FERRAZ, 2003).

¹ Revolução verde foi a passagem da agricultura tradicional para a agricultura baseada em insumos industriais, mais conhecida como agricultura moderna (CAPORAL e COSTABEBER, 2004).

As conseqüências da expropriação do homem do campo são a concentração de terra e de renda por uma pequena quantidade de grandes produtores e a pobreza da maioria da população que antes possuíam pequenas propriedades. O Brasil é um dos países com maior concentração fundiária do mundo. Apenas 1,7% dos grandes proprietários, acima de 1000 hectares, detêm 43,78% das terras agrícolas, ou seja, 183 milhões de hectares (DIEESE, 2006).

5.3. Crise do Petróleo, Biocombustíveis e Segurança Alimentar

Como já foi mencionado, a agricultura moderna tornou-se altamente dependente do uso e da disponibilidade ininterrupta do suprimento de energia fóssil de forma direta como o combustível para as maquina agrícolas, e indiretamente na forma de insumos. Isto torna este sistema agrícola industrial muito vulnerável, uma vez que uma pequena falha no abastecimento desta energia ou o aumento dos preços do petróleo pode levar a uma crise no abastecimento de alimento e de matérias primas para as indústrias. Mesmo assim, a sociedade age como se os recursos possam se multiplicar conforme suas necessidades, e continua a depender dos estoques de energia e de nutrientes que demoraram milhares, milhões de anos para serem formados (ALTIERI, 2002; GÜNTHER, 2001).

A sustentabilidade da atual sociedade, de seu modo de vida e do modo de produção agrícola é limitada pelo tempo em que for possível extrair petróleo e gás natural dos estoques ainda disponíveis (GÜNTHER, 2001).

Uma nova crise no abastecimento de petróleo pode não estar tão longe, desta vez devido à quantidade de petróleo disponível. Segundo Campbell e Laherrére (1998), se está alcançando o pico máximo da produção mundial de petróleo barato, e com a demanda crescente logo as reservas começarão a declinar. Segundo a previsão, o pico seria atingido em 2008. Além disso, vai chegar um ponto em que a extração dos combustíveis fósseis não será muito atrativa como fonte de energia, ou seja, será necessário que se invista muito mais energia do que a extraída. Tsoskounoglou et al (2008) coloca que se pode dizer com alto grau de confiança que já iniciamos a era do fim do petróleo barato.

A energia obtida através da biomassa vem sendo anunciada como uma das principais substitutas dos combustíveis fósseis. Situação que já aconteceu anos atrás

durante a crise do petróleo dos anos 70 causada pelos países “produtores”, como coloca La Rovere e Tolmasquim (1984). Atualmente, além de ser visto como uma solução para o esgotamento das reservas mundiais de petróleo, supostamente os biocombustíveis estão associados à uma potencial diminuição das emissões de CO₂ (GONÇALVES et al.,2008).

A queima dos combustíveis fósseis colocou na atmosfera uma grande quantidade de CO₂ o que pode ter contribuído para o aumento médio da temperatura do planeta terra. Segundo o relatório do IPCC (2007), as mudanças climáticas podem causar diversos impactos na biosfera, agindo na disponibilidade de água doce, na produção de alimentos, na maior incidência de doenças como a má nutrição e as doenças cardíacas. Além disso, o aumento da temperatura nos oceanos pode causar mudanças nas correntes marítimas, aumentar a frequência e intensidade de desastres naturais (como furacões) e reduzir as condições de vida de muitas espécies vegetais e animais. Ou seja, as mudanças climáticas podem afetar todas as formas de vida do planeta, inclusive a do homem.

No Brasil, o principal biocombustível é o etanol de cana-de-açúcar. No entanto, de acordo com Pereira e Ortega (2010), o modo de produção desse etanol no Brasil não contribui muito para a redução do consumo de combustíveis fósseis e das emissões de CO₂, uma vez que somente 30% dos recursos utilizados são de fontes renováveis. Para produzir álcool combustível utilizam-se, de forma direta e indireta, grandes quantidades de combustível fóssil. Somado a isso, Gonçalves et al. (2008) indica que, ao contrário do que é divulgado, as novas áreas de cana-de-açúcar para a produção de etanol não estão avançando sobre áreas de pastagens degradadas. Estão avançando em áreas de grãos, de laranja, em áreas de assentamentos rurais, ou seja, área de produção de alimentos.

Portanto, há o risco da insegurança alimentar devido a agricultura atual ser dependente de combustíveis fósseis, que acabarão ou ficarão caros no futuro. O etanol é mencionado como substituto em potencial, porém o atual modo de produção depende em grande parte de combustíveis fósseis e a expansão da monocultura de cana-de-açúcar pressiona as áreas de produção de alimentos.

5.4. Produção de Álcool Combustível e Seus Impactos

O etanol brasileiro é produzido da cana-de-açúcar, cultivo que vem desde a época do Brasil colonial para a produção e exportação de açúcar. Naquela época a monocultura foi escolhida como forma de plantio e a mão-de-obra escrava como principal (se não

único) input, e segundo Freyre (2004), estas escolhas foram elementos fundamentais na formação social e econômica da sociedade brasileira na época, que influenciaram também dos dias atuais.

Após a modernização da cultura da cana-de-açúcar, a etapa em que ainda predomina o trabalho manual é o corte, realizado em sua maioria por trabalhadores temporários, conhecidos como “bóia fria”. De acordo com Paixão e Alves (2008), o processo do corte da cana depende principalmente de força e destreza, pois além de segurar um feixe que varia de cinco a dez canas, é preciso cortar não muito rente para não atrapalhar a rebrota e nem muito alto, pois é na base que se concentra maior parte do açúcar na planta.

É um trabalho bastante árduo e paga-se por produção (quantidade de cana cortada). Para se ter uma boa quantia de renda é preciso cortar muita cana, considerando ainda, que os trabalhadores necessitam ganhar em 8 meses o dinheiro suficiente para o ano todo. Trabalha-se de 8 a 12 horas no sol, com roupas fechadas e equipamentos pesados em meio à fuligem, poeira e fumaça. Além de cortar a cana na base, tem-se que limpar a cana, cortar a ponteira e levar o feixe de cana até o eito central (parte central da roça de cana que está sendo cortada) e arrumá-la para ser medida e carregada pelos caminhões. Os trabalhadores recebem por cortar a cana, mas tem que fazer estas atividades extras (PAIXÃO e ALVES, 2008).

Somado ao grande esforço físico, o sistema de pagamento é injusto. A cana cortada é medida por metro linear, porém paga-se por tonelada. Os usineiros dizem que tudo na usina é baseado em toneladas e por isso não podem mudar. A conversão é feita na usina, onde se tira uma medida padrão de toneladas por metro linear para cada dia. Muitas vezes os trabalhadores são prejudicados, recebendo menos no fim do mês. Além disso, os cortadores são pressionados a terem um mínimo de produção, onde na década de 80 essa quantidade era de 6 toneladas, hoje varia de 10 a 12 toneladas por dia de trabalho (PAIXÃO e ALVES, 2008).

Do ponto de vista do meio ambiente, a lavoura canavieira tem provocado diversos impactos. De modo geral é apontada por ocupar áreas de outras culturas e avançar em áreas de mata nativa. Além disso, o uso de agrotóxicos e de subprodutos industriais como a vinhaça, representa ameaça à qualidade da água. As queimadas também são preocupantes, pois afetam a fauna e a população local, entre outros.

De acordo com Gonçalves et al. (2008), a maioria das propriedades rurais que cultivam cana-de-açúcar no estado de São Paulo não apresentam os 20% da reserva legal, estabelecidos pelo código florestal (lei Nº 4.771, de 15 de setembro de 1965). Em muitos casos esta área praticamente não existe e não foi encontrada uma única propriedade que estivesse de acordo com a legislação.

As práticas agrícolas utilizadas pelos agricultores canavieiros (mecanização intensiva e uso de agrotóxicos) têm provocado a diminuição da quantidade de matéria orgânica e nutrientes no solo, principalmente pela erosão. O uso de máquinas pesadas contribui para a compactação do solo que diminui a percolação da água da chuva, aumenta a erosão e diminui a entrada de ar no solo, fundamental para que os microrganismos permaneçam vivos e trabalhem na disponibilização de nutrientes para as plantas (GONÇALVES et al., 2008).

Outro risco para o ecossistema local é o vinhoto, conhecido também como vinhaça. A vinhaça é o subproduto da produção do etanol. Após a destilação, é separado o álcool e o que sobra é o vinhoto, um líquido rico em potássio, cálcio e magnésio. A quantidade produzida é considerável, 13 litros para cada litro de álcool e apresenta um potencial contaminante de elevado grau se jogado nos cursos de água. Uma das práticas atuais é aplicar o vinhoto nos canaviais devido a seus nutrientes, diminuindo o custo com a compra de fertilizantes. Porém, deve-se ter cautela para não sobrecarregar o solo, prejudicando sua biota e contaminando os lençóis freáticos (GONÇALVES et al., 2008).

5.5. Agricultura Sustentável

Antes de tratar especificamente sobre agricultura sustentável é importante introduzir o que vem a ser os termos sustentabilidade e desenvolvimento sustentável. Uma das definições mais conhecidas é a publicada no relatório Brundtland do Conselho Mundial em Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1987 onde diz que *“Desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades”* (WCED, 1987).

De acordo com Adams (2006), a definição do relatório Brundtland é um pouco vaga, mas capta o problema da degradação ambiental que geralmente acompanha o crescimento econômico. Portanto, foi necessário criar um novo conceito e a principal

corrente do pensamento se tornou considerar a sustentabilidade constituída de três dimensões: ambiental, social e sustentabilidade econômica, como mostrada na Figura 2. A conexão dos três círculos concêntricos, entrelaçados e de igual tamanho conceitualiza a sustentabilidade como um balanço entre as esferas econômica, ambiental e social. Ou seja, para atingir a sustentabilidade é preciso a consonância entre os critérios sociais, econômicos e ambientais.

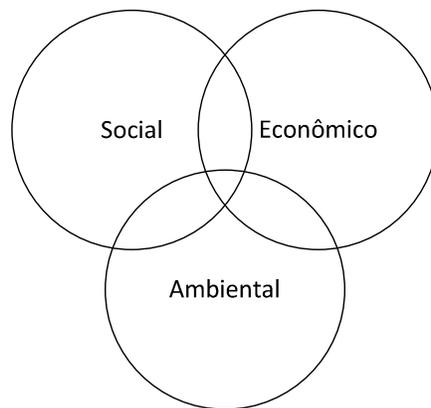


Figura 2. Dimensões da Sustentabilidade. Fonte: Adams (2006)

A agricultura sustentável existe desde o início da agricultura. Os indígenas brasileiros, por exemplo, utilizavam práticas que adaptavam as culturas as variações ambientais e proteção contra pragas utilizando recursos locais e renováveis como a vegetação circundante e o pousio.

Após muitos anos de utilização indiscriminada de recursos naturais, começa nos anos setenta a surgir mais densamente uma tomada de consciência sobre a destruição do capital genético e da alteração dos equilíbrios dos ecossistemas. Também surgem críticas à sociedade industrial, ao crescimento exponencial da produção e da população e que isso poderia ficar desproporcional em relação aos recursos da natureza disponíveis (COMAR, 1998; ALMEIDA, 1999).

A partir daí começa a surgir duas posições centrais do pensamento ecológico em nível mundial: uma de “ordem cultural” e outra de “ordem política”, considerando que só a tomada de consciência não seria suficiente. A dimensão política se refere ao movimento de agricultura alternativa, por sua vez a dimensão cultural e científica se diz a respeito da

agricultura orgânica. A comunidade científica, inicialmente hostil a estas tendências, passou a interessar-se por estas propostas a partir de pesquisas do sistema oficial de pesquisa norte-americano que procurava reduzir o uso de insumos e obter melhor eficiência energética (EHLERS, 1996, ALMEIDA, 1999).

Na busca e construção de novos conhecimentos para dar suporte à transição de estilos de agriculturas sustentáveis contribuindo para o desenvolvimento rural sustentável é que surgiu a agroecologia. Porém, os princípios da agroecologia existem desde que começou a agricultura. Sendo mais rigoroso, o que houve foi um redescobrimto da agroecologia ou uma formulação letrada, já que os conhecimentos da agricultura tradicional eram transmitidos via tradição oral (CAPORAL e COSTABEBER, 2004; SEVILLA-GUZMAN, 2000; HECTH, 2002).

Segundo Hecht (2002), Agroecologia é uma abordagem agrícola que considera cuidados ao meio ambiente, assim como aos problemas sociais, enfocando não somente a produção, mas a sustentabilidade ecológica do sistema. A agroecologia também pode ser entendida, de maneira mais rigorosa, como o estudo de fenômenos ecológicos que ocorrem na produção agrícola, como relações predador/presa, competição, associativismo, etc.

A agroecologia (agricultura sustentável) fornece uma estrutura metodológica de trabalho para a compreensão mais profunda tanto da natureza dos agroecossistemas como dos princípios segundo os quais eles funcionam. Trata-se de uma nova abordagem que integra os princípios agronômicos, ecológicos e socioeconômicos à compreensão e avaliação do efeito das tecnologias sobre os sistemas agrícolas e a sociedade como um todo. Uma abordagem agroecológica incentiva os pesquisadores a penetrarem no conhecimento e nas técnicas dos agricultores e a desenvolver agroecossistemas com uma dependência mínima de insumos agroquímicos e energéticos externos. O objetivo é trabalhar sistemas agrícolas complexos onde as interações ecológicas e sinergismos entre os componentes biológicos criem, eles próprios, a fertilidade do solo, a produtividade e a proteção das culturas (ALTIERI, 2000).

Com base nos princípios descritos acima somados de outros valores filosóficos, por exemplo, foram desenvolvidos diversos tipos de agricultura sustentável (ecológica). Segundo Sevilla-Guzman (2000), os principais modelos de agricultura ecológica desenvolvidos foram: agricultura orgânica-biológica, agricultura biodinâmica, agricultura natural e permacultura.

A agricultura orgânica-biológica surgiu a partir da preocupação com a degradação dos recursos naturais pela agricultura industrializada. A saúde do solo é entendida como a base da saúde das plantas, dos animais e do ser humano. A partir disso, a agricultura orgânica-biológica propõe técnicas de manejo concretas que permitem o agricultor profissional ou amador a empregar este modelo de produção. Porém, isso não impediu que este nome correspondesse basicamente à definição estrita das regras de intervenção propostas para a agricultura ecológica. Ou seja, aquela que usa não utiliza produtos químicos sintéticos na produção, agrícola, originando uma agricultura de substituição de insumos sintéticos por insumos de origem natural. Os insumos naturais são menos maléficos que os sintéticos, mas seu uso indiscriminado também pode gerar inconvenientes como criar “pragas” mais resistentes ou diminuir a fauna benéfica causando desequilíbrios ecológicos, ou seja, não permitem que se mantenham os mecanismos de auto-regulação do ecossistema, e a sustentabilidade segue baixa (SEVILLA-GUZMAN, 2000).

A agricultura biodinâmica é baseada nos ensinamentos de Rudolf Steiner, fundador da antroposofia, movimento espiritual criado para resgatar a humanidade das conseqüências do materialismo e do pessimismo. Além dos valores filosóficos, a agricultura biodinâmica propõe uma série de práticas agrícolas concretas, com o objetivo de evitar a degeneração dos nutrientes dos alimentos e, em um segundo momento, da terra. O sistema agrícola é considerado um organismo agrícola, que possui os atributos de qualquer organismo vivo: capacidade da auto-regulação, crescimento, desenvolvimento e reprodução. O organismo agrícola apresenta três partes diferentes, porém inseparáveis: o homem, o solo e o cosmos, os quais devem estar em equilíbrio e suas influencias benéficas potencializadas, utilizando para isso, preparados biodinâmicos específicos, aplicados no solo e nas plantas, como um tipo homeopatia (SEVILLA-GUZMAN, 2000).

A agricultura natural é baseada no respeito, na imitação da natureza e na mínima intervenção do ser humano. São propostos cinco princípios fundamentais do manejo: não lavrar, não utilizar fertilizantes, não aplicar agrotóxicos, não capinar e não podar. Este manejo permite não alterar o solo em nenhum momento, o que é em boa parte responsável pelo seu sucesso produtivo. Ou seja, agricultura natural se apóia nas forças da natureza (SEVILLA-GUZMAN, 2000).

A Permacultura, nome criado a partir da junção das palavras permanente e cultura (cultura permanente), se baseia na ecologia, na engenharia da paisagem e na arquitetura para desenhar sistemas integrados de alta biodiversidade formados por espécies animais e vegetais com capacidade de se auto-perpetuar, de forma que com um manejo mínimo se consiga estados de interesse humano. Os objetivos prioritários da permacultura são a redução do consumo de energia não renovável, maximizando a geração e conservação de energia dentro do sistema e a auto-suficiência regional (SEVILLA-GUZMAN, 2000).

Apesar de estarem debaixo da mesma definição de agricultura ecológica, existem algumas diferenças que podem ser visualizadas na Figura 3. Ao nível produtivo, a presença da biodiversidade local pode ser uma característica para a diferenciação. No outro eixo o que difere é que prevalece a estratégia de mercado. No terceiro eixo é a base técnico-científica ou espiritual filosófica que a sustenta (SEVILLA-GUZMAN, 2000).

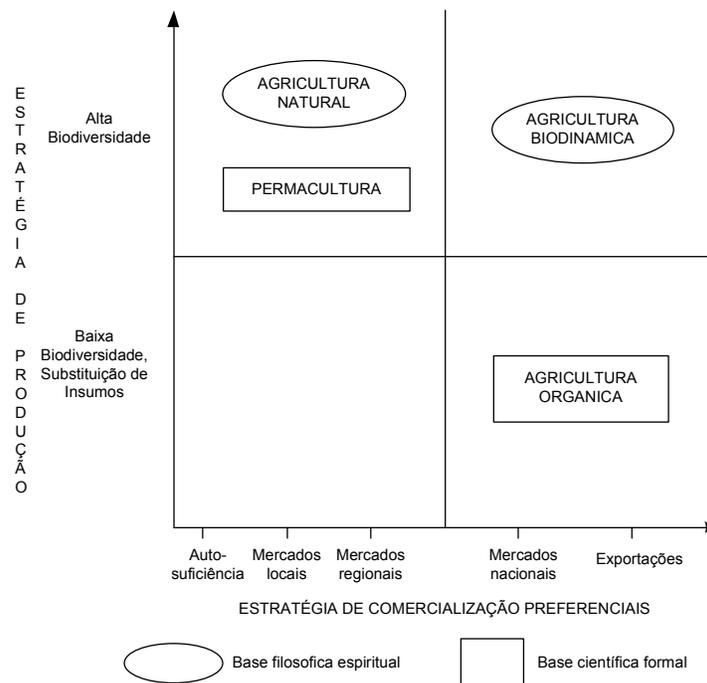


Figura 3. Estratégias produtivas e comerciais diferenciam os diversos tipos de agricultura ecológica assim como seu fundamento teórico. Fonte: Sevilla-Guzman (2000)

5.6. Interação Campo-Cidade

A partir de um campo de visão mais amplo, é importante uma breve reflexão sobre as interações entre o meio rural e as cidades. A necessidade de se diminuir o consumo de combustíveis fósseis utilizado na agricultura pode ser realizada com a diminuição ou não da utilização de fertilizantes químicos. Segundo Günther (2001), a cadeia da produção e distribuição agrícola é a que consome maior quantidade de energia por ano, mas é também o sistema que tem o maior potencial de redução do consumo de energia industrial. Nenhuma percentagem dos nutrientes que vão das zonas rurais para os grandes centros na forma de alimento retornam.

Algumas medidas podem ser tomadas para aliviar os problemas do alto risco e potencial instabilidade da cadeia de alimentos. As medidas descritas por Günther (2001) são:

- a) *Minimizar o uso de energia no transporte*: fertilizantes e outros materiais de suporte são produzidos externamente e muito distantes. Os alimentos e as rações animais são produzidos distantes dos seus destinos finais. A dependência do transporte pode ser diminuída radicalmente por uma integração espacial e social da agricultura e os assentamentos (cidades, vilas, etc.).
- b) *Aumentar a circulação de nutrientes*: na agricultura moderna os nutrientes são perdidos pela exportação destes do campo para a cidade e são substituídos por novos, vindos de estoques de minério ou de processos industriais. Uma estratégia para aumentar a circulação de nutrientes é mudar duas práticas agrícolas comuns. A alimentação animal tem que ser produzida na propriedade ou próxima dela, permitindo que o esterco volte para a terra onde a alimentação foi produzida. A outra mudança é fazer com que os nutrientes exportados para alimentação humana retornem o mais descontaminado possível. A urina e a matéria fecal podem retornar à lavoura após um processo de compostagem. A urina contém a maior parte do fósforo e nitrogênio excretados pelo corpo humano e por isso pode voltar para repor estes elementos no solo.
- c) *Integração da agricultura e assentamentos*: muitos dos problemas causados pela agricultura moderna são devidos à separação entre a agricultura e os centros urbanos. Fazer esta re-integração pode ser um caminho para resolver os problemas do aumento da vulnerabilidade e do declínio da sustentabilidade do

sistema de produção de alimentos. Esta reestruturação pode aumentar as qualidades ecológicas da sociedade.

O alívio da dependência de energia industrial seguindo as estratégias mencionadas acima pode ocorrer em diversas escalas, desde uma propriedade ou um pequeno número de sítios, chegando a uma escala maior como uma cidade. Deve ser encorajada a volta das pessoas para o meio rural, diminuindo a concentração populacional nos grandes centros e criando núcleos para ajudar a população das cidades a sobreviver. Este processo de volta é chamado por Günther (2001) de ruralização e um exemplo hipotético das fases inicial e final pode ser visto na Figura 4. Mediante a figura da esquerda é possível observar uma cidade com sua população envolta por uma monocultura agrícola quase sem a presença de uma população rural. A figura da direita representa a mesma região após o processo de ruralização. A cidade, ou centro urbano, diminuiu, assim como sua população; no lugar da monocultura foram estabelecidas vilas agrícolas no meio rural, que além do auto-sustento fornecem alimentos para a população urbana.

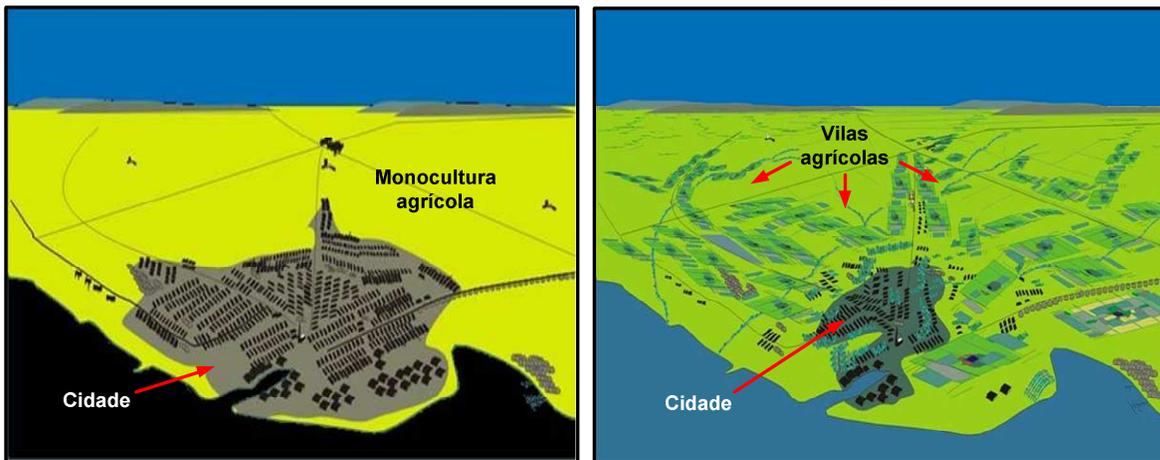


Figura 4. Cenário inicial e final do processo de Ruralização. Fonte: Günther (2001)

5.7. Questão Agrária Brasileira

5.7.1. Da descoberta do Brasil aos dias atuais

A questão agrária está presente no Brasil desde a época da sua colonização pela Coroa portuguesa, que optou por dividir o território nacional em grandes propriedades produtivas. As raízes do latifúndio surgiram por volta de 1530 quando foram criadas as capitanias hereditárias e o sistemas de sesmarias, que eram grandes glebas distribuídas a quem se dispusesse a cultivá-las dando em troca um sexta da produção. Já no império, no final do século XIX surgiram alguns políticos e intelectuais que colocavam a divisão das terras como uma forma de o Brasil avançar em meio a escassez cada vez maior de trabalho escravo. Além disso, o império vinha sofrendo pressões internacionais para que acabasse com o uso da mão-de-obra escrava. Porém, os latifundiários pressionaram o império e este em 1850 cria a Lei de Terras, e assim fracassou a primeira tentativa de reforma agrária no Brasil. A Lei de Terras estabelecia que o acesso à terra só era possível mediante a compra em dinheiro. Isto fez com que permanecesse a concentração de terra e a disponibilidade de mão-de-obra para os latifundiários, uma vez que em 1888 foi abolida a escravidão o que gerou um grande excedente de pessoas sem terra. Para os ex-escravos, os agricultores e os imigrantes, o que restou foi trabalhar para os fazendeiros com a esperança de algum dia juntar dinheiro para comprar sua própria terra (SCOLESE, 2005).

Segundo Leite et al (2004), desde a independência do Brasil, tentativas de ordenar a ocupação do solo foram uma constante de políticos e intelectuais do século XIX. De um lado, havia a preocupação em legalizar (como convinha a um projeto de “país civilizado”) práticas extralegais dos que concentravam seu poder em grandes extensões de terra e evitar conflitos que iam se cada vez mais comuns. De outro, havia a intenção de reparar injustiças históricas, atribuindo terra (cuja propriedade na época, era uma espécie de requisito de cidadania) aos ex-escravos, e assegurar um progresso, que a experiência de muitos países sugeria estar fundamentado na pequena propriedade. Apesar de todos os agrupamentos que articularam essas iniciativas e foram também por elas articulados, essa preocupação comum expressa em concepções opostas persistiu ao longo do século XX, mesmo que tenham se transformado ou sido substituídos por outros e que ênfases tenham sido alteradas ao longo do tempo. Propostas de “reforma agrária” ou de “solução do problema rural” contrapuseram-se nos anos 20 e 30, no bojo das grandes lutas sociais,

essencialmente urbanas e muitas vezes de extensão supranacional, que marcaram aquela época (LEITE et al., 2004).

A partir do pós-guerra, a questão agrária passou a ser associada à idéia de “desenvolvimento econômico”. No início dos anos 60, passou a ocorrer uma espécie de contraposição entre “desenvolvimento agrícola” (propostas de modernização dos latifúndios) e “reforma agrária” (propostas de redistribuição da propriedade da terra, como medida de justiça social e exigência do desenvolvimento). Durante a primeira metade dos anos 60, o desenvolvimento da agricultura brasileira passou a ser regulamentado através de novas peças jurídicas, que visavam estimular sua modernização, entre elas o Estatuto de Terra (1964), tratando de três importantes assuntos: tecnologia, colonização e reforma agrária (LEITE et al., 2004; BERGAMASCO e NORDER, 2003).

O estatuto da terra foi uma legislação bem elaborada e até hoje os movimentos sociais do campo, por exemplo, o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), realizam suas ações de ocupação baseado em artigo do Estatuto que coloca que terras improdutivas podem ser utilizadas para reforma agrária. De acordo com o Estatuto da Terra a terra deve cumprir sua função social, o que acontece quando favorece o bem-estar dos proprietários e dos trabalhadores, assim como de suas famílias; mantém níveis satisfatórios de produtividade, assegura a conservação dos recursos naturais e segue as disposições legais que regulamenta as relações de trabalho (SCOLESE, 2005).

Porém, após o golpe de 1964, os governos da ditadura militar vieram a controlar repressivamente os movimentos sociais e outras organizações políticas. A reivindicação popular pela execução da reforma agrária, contemplada no Estatuto da Terra, acabou sendo severamente limitada durante o regime ditatorial, que imprimiu um ambiente desfavorável à organização política de setores da sociedade civil. Neste período a problemática da terra foi “solucionada” através de projetos de colonização, principalmente às margens das rodovias recém-construídas e expansão da fronteira agrícola, pela regularização de títulos de posse da terra (BERGAMASCO e NORDER, 2003; FERRAZ, 2003).

Uma das marcas notáveis da vida política brasileira, nos últimos 40 anos, foi a emergência dos trabalhadores rurais na cena política brasileira, constituindo-se progressivamente como sujeitos sociais, numa trajetória descontínua, marcada por avanços e recuos, vitórias e derrotas. Ressurgiram com força nos anos 80 e 90 através, principalmente, do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), criado em

1984, que na atualidade é o mais importante movimento social do país e responsável pela mobilização do maior contingente de trabalhadores rurais da história do Brasil (FERRAZ, 2003; SCOLESE, 2005).

A ditadura já estava em sua fase final quando foi elaborado, no início do governo Sarney, um novo Plano Nacional de Reforma Agrária (PNRA) com a expectativa de assentar, por meio de desapropriações, 1,4 milhão de famílias em quatro anos. Rapidamente, houve uma resposta de resistência dos proprietários de terra que se organizaram na União Democrática Ruralista (UDR) e lutaram, através de representantes no congresso, contra o PNRA e os temas relacionados a reforma agrária durante o processo de elaboração do que viria a ser a Constituição Brasileira de 1988. A bancada ruralista conseguiu barrar avanços em prol da reforma agrária, principalmente no que tangia a desapropriação de terras produtivas. Após a aprovação da constituição de 1988 era preciso regulamentar o que foi decidido, fato que ocorreu através da Lei Agrária de 1993, onde mais uma vez foi travada uma queda de braço política entre os lados pró e contra a reforma agrária. Entre os pontos mais importantes, enfim ficou definido que: (a) áreas que não cumprissem sua função social seriam passíveis de desapropriação, (b) a destinação, prioritária, de terras públicas para realização da reforma agrária, (c) os processos de desapropriação (tanto a produtividade quanto o valor da indenização) poderiam ser contestado na justiça, fato que tornou o poder judiciário um protagonista no tema (SCOLESE, 2005).

De acordo com Stédile (1997), baseado na Lei Agrária nº 8.254, de 1993, a qual determina a desapropriação das grandes propriedades improdutivas, poderia se contar com 115 milhões de hectares. Com a disponibilidade de 115 milhões de hectares, tomando por base um módulo médio de 15 hectares, mais de 5 milhões de famílias de trabalhadores, ou seja, o total de sem-terras existentes, poderiam ser beneficiadas sem que fossem afetados nenhum hectare de terra produtiva. Portanto, não é por falta de lei que não se distribuem terras.

No governo de Fernando Collor de Mello (1990-1992), ainda não tinha regulamentado a legislação agrária. A situação vivida pelos movimentos sociais de luta pela terra foi de repressão e lentidão por parte do governo. No governo Itamar Franco (1992-1994), entrou em vigor a Lei Agrária em 1993 e houve uma reabertura do diálogo com o governo (SCOLESE, 2005). Durante os governos Fernando Henrique Cardoso (FHC) (1995-1998 e 1999-2002) e primeiro mandato do governo Lula (2003-2006) foi a

época em que mais se criaram assentamentos, como pode ser visto na Tabela 2. Outro fato importante, que pode ser visualizados através dos dados da Tabela 3, é a evidência que o andamento da reforma agrária só acontece com a organização dos movimentos sociais e a luta pela terra, representados pelas ocupações (FERNANDES, 2008).

Os mandatos do governo FHC foram diferentes em relação à política de reforma agrária, onde a primeira gestão foi marcada por uma ampla política de assentamentos, sendo o período de maior assentamento de famílias. Porém, não houve grandes avanços devido à ampliação, através de empresas nacionais e transnacionais, do modelo agroexportador (o agronegócio) que passou a ser o novo oponente dos movimentos sociais de luta pela terra. Os confrontos eram em maior número com as corporações transnacionais do que com o latifúndio. A segunda gestão do governo FHC foi marcada pela criminalização dos movimentos sociais, através até ferramentas legais como a medida provisória criada para proibir as famílias acampadas de serem beneficiadas, assim como área ocupada de poder ser desapropriada (FERNANDES, 2008).

De acordo com Scolese (2005), o governo Lula foi marcado pelo um grande número de famílias assentadas nos seu primeiro ano. O MST foi um dos grandes apoiadores na eleição do governo Lula e fez grande pressão para que este cumprisse as promessas de campanha. Porém, no decorrer do governo a promessas não foram sendo atingidas e a pressão dos movimentos é que ditaram o das ações do governo para a questão agrária, como o segundo Plano Nacional de Reforma Agrária (II PNRA) e a criação de novos assentamentos. O Governo Lula acabou não agradando nem os ruralistas e nem os movimentos sociais.

Tabela 2. Brasil. Reforma Agrária 1985-2006

| Governo | Assentamentos | % | Famílias | % | Hectares | % |
|---------------------------|----------------------|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|
| Sarney (1985-1989) | 800 | 11 | 122.598 | 16 | 8.248.899 | 17 |
| Collor/Itamar (1990-1994) | 461 | 7 | 61.825 | 8 | 4.485.953 | 9 |
| FHC (1995-1998) | 2.211 | 31 | 240.819 | 31 | 10.706.365 | 22 |
| FHC (1999-2002) | 1.712 | 24 | 149.140 | 19 | 7.296.429 | 15 |
| Lula (2003-2006) | 1.879 | 27 | 192.257 | 25 | 17.092.624 | 36 |
| Total | 7.063 | 100 | 766.639 | 100 | 47.830.270 | 100 |

Fonte: FERNANDES (2008)

Tabela 3. Brasil. Ocupações de terra 1985-2006

| Governo | Ocupações | % | Famílias | % |
|---------------------------|-----------|-----|-----------|-----|
| Sarney (1985-1989) | 229 | 3 | 34.333 | 3 |
| Collor/Itamar (1990-1994) | 507 | 7 | 82.600 | 8 |
| FHC (1995-1998) | 1.987 | 28 | 301.908 | 29 |
| FHC (1999-2002) | 1.991 | 28 | 290.578 | 28 |
| Lula (2003-2006) | 2.387 | 34 | 343.958 | 33 |
| Total | 7.101 | 100 | 1.053.377 | 100 |

Fonte: FERNANDES (2008)

5.7.2. Assentamentos Rurais

“Alimentos. Antes de tudo, a comida que falta. Moradia, terra e trabalho. Educação, cooperativismo. Irrigação, meio ambiente. Cidadania. Justiça e conflito social. Êxodo urbano. Bóia fria, desemprego, invasão de terra. Esperança e fome... Os assentamentos surgem da luta dos trabalhadores rurais sem terra.” (BERGAMASCO e NORDER, 1996)

De maneira genérica, de acordo com Bergamasco e Norder (1996), assentamentos são áreas criadas pelo governo para a produção agrícola, através de políticas governamentais, tendo em vista o reordenamento do uso da terra, beneficiando trabalhadores rurais sem terra e com pouca terra. Apesar de a questão agrária ser antiga no Brasil, o termo assentamento surge na década de 60 no contexto da reforma agrária Venezuelana.

Como já foi colocado anteriormente, o Brasil apesar de apresentar legislação, estrutura institucional e demanda social para realizar uma reforma agrária, os assentamentos não foram criados buscando um reordenamento territorial. O que ocorreu foi apenas a criação de projetos de assentamentos respondendo a pressão dos movimentos sociais de luta pela terra.

Segundo Medeiros e Leite (2004), por detrás do termo “assentamento rural” está oculta uma série de acontecimentos, que diz respeito de como ele foi formado. O projeto de assentamento pode ter sido estabelecido através de compra de terras, desapropriação de imóveis e até utilização de terras públicas. Além disso, estas intervenções buscaram solucionar situações diferentes como a regularização de áreas ocupadas. Os assentamentos criados resultaram de diversas situações e podem ser classificados em

cinco tipos: a) projetos de colonização, visando expansão da área agrícola durante os anos 70; b) reassentamento dos atingidos por barragem de usinas hidrelétricas; c) planos estaduais de valorização de terras públicas; d) programa de reforma agrária, via desapropriação por interesse social e e) Criação de reservas extrativistas (BERGAMASCO e NORDER, 1996). São populações com histórias diferentes, com uma bagagem sócio-cultural diferente uma da outra e em regiões geográficas diferentes.

Leite (2003) ressalta a importância de tratar os assentamentos como um objeto de estudo peculiar, dado um conjunto de características que marcam as gêneses dessas unidades produtivas. Tratá-las simplesmente na categoria “empresas rurais/ produtores rurais” ou ainda submetê-los aos padrões de avaliação econômica, contidos nos tradicionais manuais de avaliação de projetos, tende a deturpar as condições em que se dá a produção nesses núcleos e os resultados daí advindos.

Além dos trabalhadores que lutam pela terra e as entidades que os representam, há outros atores não menos importantes, dentro do processo de assentamento. Os principais atores envolvidos são: Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), órgão do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA); os institutos de terras estaduais, como o Instituto de Terras do Estado de São Paulo (ITESP); secretarias de agricultura dos municípios; o Poder Judiciário; Organizações Não Governamentais (ONGs); entre outros (MEDEIROS e LEITE, 2004).

Após a conquista da terra, os agricultores assentados têm que enfrentar novos problemas como o difícil acesso aos instrumentos de política agrícola, baixa fertilidade da terra (presente em diversas áreas) e a falta de assistência técnica, de infra-estrutura como água, transporte, etc. (BERGAMASCO e NORDER, 1996). Por esses motivos entre outros muitos assentamentos não apresentam boa qualidade de vida.

De acordo Bitencourt et al. (1998), o sucesso ou não dos projetos de assentamento dependem em grande parte dos seguintes fatores:

- a) O quadro natural: a qualidade dos solos, a disponibilidade de água, a frequência das chuvas e o relevo;
- b) O assentado, suas origens e formas de ocupação: as condições de vida antes do assentamento – local da moradia, atividade econômica, etc. A forma de ocupação é para saber se houve processo de mobilização para ocupação ou não;

- c) O contexto socioeconômico do entorno do assentamento: como o entorno do assentamento está localizado em relação à presença de agroindústrias e o tipo de atividade predominante;
- d) A Infra-estrutura básica e os serviços sociais: as estradas para escoamento da produção, disponibilidade de água, acesso a rede elétrica e habitação e acesso aos serviços de saúde e educação públicos;
- e) Os sistemas de produção agropecuária e produtiva: o conjunto das atividades realizadas e as interações com as tecnologias e mão-de-obra utilizada. Como infra-estrutura produtiva entende-se máquinas e equipamentos existentes, alugados ou emprestados;
- f) A organização e estruturas produtivas: diversas formas organizativas criadas para a produção, industrialização e comercialização;
- g) Crédito rural: as diversas modalidades e fontes de recurso e condição de acesso;
- h) Assistência técnica: avaliar se está presente e quem presta a assistência (governo, ONGs, universidades, etc.);
- i) Organização política e relações institucionais: considerar desde as organizações associativas até com movimentos sociais amplos como Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), Comissão Pastoral da Terra (CPT) e Sindicato dos Trabalhadores Rurais (STR);
- j) A renda agrícola e monetária: considerar a renda produzida com a agropecuária e a renda externa como aposentadoria, serviços fora do assentamento ou arrendamento parcial do terreno.

Em relação ao quadro natural e considerando sua grande importância para o futuro dos assentados e do assentamento, cabe mencionar que segundo Bueno et al. (2007) quase que a totalidade dos solos dos assentamentos do estado de São Paulo apresentam baixa fertilidade e alta acidez. Este panorama é desfavorável a agricultura integrada aos mercados locais, regionais e até mesmo agricultura de subsistência com a venda do excedente.

Além da qualidade das terras, o que se encontra nos assentamentos é: estradas ruins e com problemas de acesso em época de chuva, dificuldade de acesso aos serviços

de saúde, à educação, a espaços de lazer, a facilidade de comunicação, a transportes públicos. Porém, vale mencionar que a situação das famílias anteriormente ao assentamento era ainda pior (MEDEIROS, 2007; LEITE, 2007).

Apesar desta perspectiva de dificuldades com a qualidade dos solos, alguns trabalhos têm destacado o efeito positivo dos projetos de assentamento na fixação de mão-de-obra e geração de renda. Os assentamentos têm gerado em média três ocupações por família no próprio estabelecimento. Do ponto de vista regional, principalmente em regiões com concentração de famílias beneficiárias, a instalação do projeto de assentamento dinamizou a economia. Os assentados potencializam o mercado local e as cidades vizinhas, principalmente de gêneros alimentícios, farmácias, insumos e implementos agrícolas, eletrodomésticos, bens de consumo e vestuário (LEITE, 2007).

Segundo Souza e Hespanhol (2009), a implantação dos assentamentos rurais no município de Rosana fez o número de estabelecimentos aumentar de 67 no ano de 1995 para 115 em 2008, um aumento de 72%. No município de Euclides da Cunha Paulista este aumento foi de 241%.

As condições de sobrevivência e a qualidade de vida melhoraram para grande parte dos agricultores assentados comparando com as condições de vida que tinham antes de irem para o assentamento. (SILVA, 2005; LEITE et al., 2004). Ainda, de acordo com Medeiros (2007), as pesquisa mais recentes demonstram que os assentamentos vêm garantindo o acesso à terra para uma população excluída, que já vivia na própria região do assentamento ou em localidades próximas. Muitas das famílias assentadas apresentam baixa escolaridade, que somado ao fato de um elevado índice de desemprego na faixa menos escolarizada da população fez com que elas escolhessem o caminho da luta pela terra em busca de uma melhor condição de vida. Outra constatação interessante é que uma vez uma família estabelecida (assentada) e atingindo uma relativa estabilidade, acaba atraindo parentes, gerando assim uma renucleação familiar.

5.8. Emergia e Análise Emergética

A biosfera fornece o suporte necessário para a vida da sociedade e sua economia: solos férteis, água limpa, ar limpo, bom clima, sistemas ecológicos saudáveis além de beleza estética ao nosso redor. Com toda esta riqueza, a humanidade se desenvolveu, e juntamente com ela sua economia, porém após anos de exploração os recursos naturais

diminuíram. Hoje, as empresas que dão lucro ao setor privado estão consumindo rapidamente os recursos ambientais que são a base do bem estar público. Esta discussão entre a proteção ao meio ambiente e o desenvolvimento econômico está cada vez mais importante nas discussões de políticas públicas (ODUM, 1996).

Na economia convencional, o preço econômico de um produto, mede o trabalho humano agregado, porém não considera a contribuição da natureza na formação dos insumos utilizados, nem o custo das externalidades negativas e as despesas resultantes da exclusão social gerada pelo empreendimento e pagas pela sociedade local. Ou seja, o que resulta da avaliação econômica está subestimado, pois o preço é subsidiado pela economia baseada no petróleo, pelo fato de que a natureza não cobra seus serviços e pela sociedade que não cobra as externalidades negativas (ORTEGA, 2002a).

H. T. Odum desenvolveu uma metodologia de base científica que considera e contabiliza tanto o valor ambiental quanto o valor econômico. A metodologia emergética, proposta por H. T. Odum se propõe a medir todas as contribuições (moeda, massa, energia, informação) em termos equivalentes (emergia). Para tal faz uso da Teoria de Sistemas, da Termodinâmica, da Biologia e de novos princípios do funcionamento de sistemas abertos que estão sendo propostos por diversos pesquisadores, entre eles os princípios da hierarquia universal de energia e o da auto-organização (ORTEGA, 2002a).

A transformação de energia é um processo que converte um ou mais tipos de energia em um diferente tipo de energia disponível. Porém, embora seja verdade que toda a energia pode ser convertida em calor, não é verdade que uma forma de energia é substituível por outro em todas as situações. Por exemplo, os seres humanos não podem substituir água ou comida pela energia solar. Deveria ser óbvio que, é a qualidade que faz com que um fluxo de energia seja utilizável por um conjunto de processos inutilizável para outros conjuntos (ULGIATI e BROWN, 2009).

Partindo do princípio que há energia em tudo que é reconhecido como um ente da Terra e do Universo, inclusive a informação, a energia poderia ser utilizada para avaliar a riqueza real em uma base comum. Desta forma, H. T. Odum desenvolveu o conceito de Emergia, como uma medida universal do trabalho da natureza e da sociedade realizada em uma base comum (ODUM, 1996; BROWN e ULGIATI, 2004b).

Por definição, Emergia, escrita com “m”, é definida como a energia disponível (exergia), de um mesmo tipo, necessária para a elaboração de um produto ou serviço. Algumas vezes refere-se a emergia como “memória energética”. A unidade de emergia é

o emjoules (emJ) para distingui-los de joules de energia (J). A energia solar é expressa em joules de energia solar (seJ ou emjoule solar). O fluxo de energia por unidade de tempo é a potência emergética (empower). O empower solar é emjoules solar por tempo (seJ / s) (ODUM, 1996; ULGIATI e BROWN, 2009).

Dentro do estudo da energia a hierarquia da transformação de energia é um conceito importante. Parte-se do princípio de que o trabalho da natureza e da sociedade resulta em transformações de energia que, quando vistas em sua totalidade, estão interconectados em redes de fluxos de energia que une os sistemas pequenos a grandes e estes a sistemas maiores ainda (Figura 5c). Desta forma, toda transformação de energia da geobiosfera pode ser organizada em séries ordenadas (Figura 5d) para formar uma hierarquia de energia. Por exemplo, muitos joules de raios solar são necessários para produzir um joule de matéria orgânica, muitos joules de matéria orgânica são necessários para produzir um joule de combustível, vários joules de combustível são necessários para produzir energia elétrica, e assim por diante. A energia vai passando de uma forma dispersa e de menor “qualidade” para uma forma concentrada e de maior “qualidade”, como mostrada na Figura 5b. (ODUM, 1996; BROWN e ULGIATI, 2004b).

Para reconhecer a qualidade e funcionalidade de cada tipo de energia diferente, fato que depende do trabalho prévio de geração desse recurso, utiliza-se um fator de conversão de energia, que converte as energias de diversos tipos e uma unidade de energia equivalente. Este fator de conversão é chamado de Transformidade, a qual mede a qualidade de energia e sua posição na hierarquia de energia universal (ODUM, 1996). Além de energia a conversão é possível converter fluxos de outras unidades (massa e dinheiro, por exemplo). Portanto se passou a denominar o fator de conversão de Valor Unitário de Energia (ou Intensidade Emergética), calculado baseado na energia requerida para gerar uma unidade do produto. Os fatores de intensidade emergética mais comuns são a Transformidade (seJ/J), a Energia específica (seJ/g) e a Energia por dinheiro (seJ/\$).

Por meio das Figuras 5e e 5f é possível ter uma idéia melhor da hierarquia energética e do conceito de qualidade de energia. Indo da esquerda para a direita, a energia vai se transformando e a quantidade de energia vai diminuindo, assim com o Empower (potência), porém a qualidade desta energia aumenta (aumento da transformidade).

Quanto maior o número de transformações de energia necessárias para a elaboração de um produto ou a execução de um processo, maior será o valor da sua transformidade, sendo assim maior a importância que o recurso pode ter para os ecossistemas e para os seres humanos (COMAR, 1998).

A Metodologia Emergética analisa os fluxos de energia e materiais nos ecossistemas naturais e nos ecossistemas dominados pelo homem. Esta metodologia estima valores das energias naturais geralmente não contabilizadas na economia clássica, incorporadas aos produtos, processos e serviços. Por meio dos índices emergéticos, esta abordagem desenvolve uma imagem dos fluxos anuais dos recursos naturais e dos serviços ambientais providenciados pela natureza na geração de riqueza e o impacto das atividades antrópicas nos ecossistemas.

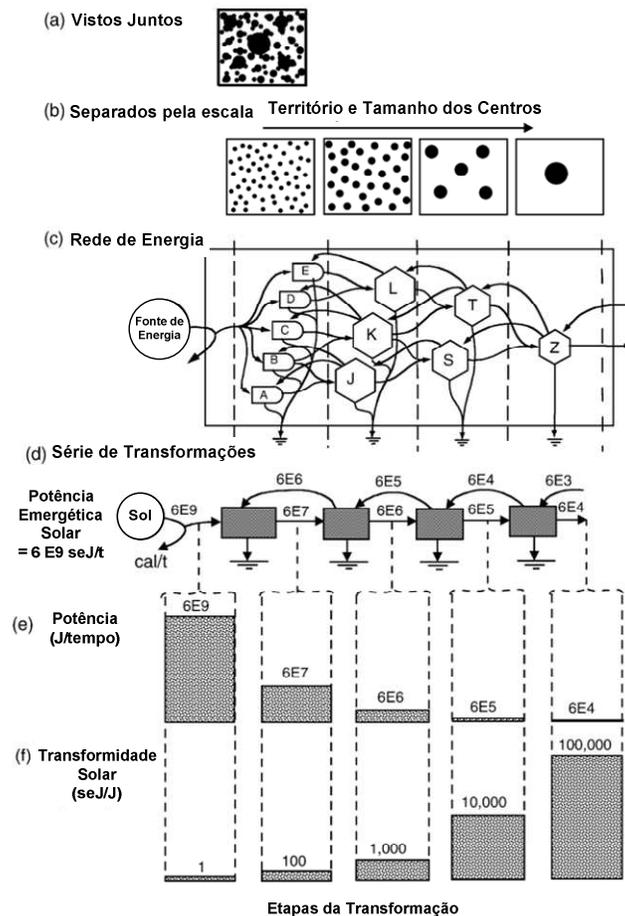


Figura 5. Conceitos da hierarquia de transformação de energia. (a) Todas as unidades vistas juntas, (b) Unidades separadas por escala; (c) Unidades como uma rede dos fluxos de energia, (d) Unidades mostradas como uma série de transformação com os valores do fluxo de energia nas vias, (e) potência útil que flui entre as transformações, e (f) Transformidade. Fonte: BROWN e ULGIATI (2004b)

Além da metodologia emergética, foram desenvolvidas outras metodologias com base na contabilidade e interpretação dos fluxos de matéria e energia. Uma das primeiras metodologias desenvolvidas foi a análise energética. Com o surgimento de novos dados científicos, de novos conceitos e da necessidade de novas abordagens para solucionar as diferentes situações enfrentadas pelos pesquisadores, foram desenvolvidas novas ferramentas, tais como Energia Incorporada, Análise Exergética, Contabilidade dos Fluxos de Materiais, Análise do Ciclo de Vida, Pegada Ecológica, Metabolismo Social, entre outras. Cada uma destas metodologias é capaz de responder questionamentos específicos a respeito da performance de um sistema (ULGIATI e BROWN, 2009).

De acordo com Ulgiati e Brown (2009), podem ser encontradas características comuns, explícita ou implicitamente, nos diferentes métodos de avaliação, incluindo a metodologia emergética. Entretanto, a metodologia emergética foi desenvolvida a fim de contabilizar aspectos que normalmente não são contabilizados pelos outros métodos. As abordagens não-emergéticas, na maioria das vezes, contabilizam apenas os recursos não renováveis e não contabilizam os serviços gratuitos que recebem da natureza (por exemplo, a atividade fotossintética das plantas, a diluição de poluentes pelo vento, etc.), que são exigências do processo produtivo, tanto quanto, por exemplo, os combustíveis fósseis. Os métodos não-emergéticos também não contabilizam o trabalho humano, os serviços sociais e a informação. Por sua vez, a Emergia inclui tudo isso, talvez não perfeitamente, mas de uma maneira que ajuda a compreender que existe uma enorme rede de energias, necessárias para dar suporte, por exemplo, a qualquer atividade econômica particular, em nossa cultura.

De acordo com Cavalett (2004), a metodologia emergética, por identificar e quantificar a contribuição dos recursos naturais permite a compreensão dos limites em cada ecossistema, possibilitando o estabelecimento de metas para garantir a capacidade de suporte e, portanto, a sustentabilidade.

A Metodologia Emergética é realizada em quatro etapas: (a) elaboração do diagrama de fluxo de energia; (b) construção da tabela de avaliação emergética; (c) cálculo dos índices emergéticos e (d) interpretação dos índices emergéticos, indicando os esforços que podem ser feitos para aprimorar o sistema (ODUM, 1996). Os passos da metodologia emergéticas, os indicadores emergéticos, entre outras particularidades são detalhados no item Material e Métodos deste trabalho.

5.9. Metodologias Participativas

É importante colocar que os saberes cotidianos, fundamentais a sobrevivência dos seres humanos não são privilégio de alguns, uma vez que todos os possuímos seja o agricultor familiar, o assentado de reforma agrária ou as pessoas na cidade. Nenhuma pessoa é desprovida de saber. No entanto, na sociedade em que vivemos, alguns saberes receberam maior reconhecimento que outros. O conhecimento científico, vindo das universidades e centros de pesquisa é dito como o único capaz de encontrar soluções para os problemas do ser humano. Por conta disso, outros saberes são tratados como superstição, magia, entre outros. Além disso, saberes e técnicas tradicionais, as sementes e os insumos locais foram desvalorizados, provocando o desaparecimento deste conhecimento, formas de cultivo até de variedades tradicionais de cultivos essenciais à sobrevivência do agricultor (COELHO, 2005).

As tecnologias são desenvolvidas a partir das relações entre os seres humanos com a natureza. Deste modo, o conhecimento técnico é algo positivo, pois permite a reprodução do saber e o desenvolvimento de novos saberes a partir do anterior. Porém, este contexto foi modificado, o conhecimento transformou-se em forma de dominação social e econômica. O acesso a tecnologia se faz através do capital, mas a compra da tecnologia, na maioria das vezes, não vai resultar em riqueza, poder e autonomia, mas provavelmente o agricultor ficará preso a essa tecnologia, principalmente pelo investimento que foi realizado (COELHO, 2005).

As técnicas e insumos modernos entram no meio rural brasileiro, principalmente, por meio dos órgãos de extensão guiados por uma política de extensão e de financiamento agrícola. Neste ponto, é importante diferenciar orientações técnicas e assistência técnica, uma vez que elas têm diferentes significados quando se trata de desenvolvimento. De acordo com Coelho (2005), a “assistência técnica” limita-se a indicar insumos a serem consumidos para obter um resultado imediato, que em geral são de origem industrial. Por sua vez, as “orientações técnicas” busca promover intervenções com as quais se pode fazer não apenas mudanças de técnicas, mas mudanças que tenham uma relação com questões sociais e políticas, podendo provocar mudanças na mentalidade e nos valores do agricultor, melhorando a capacidade de convívio e de decisão coletiva.

Construir conhecimento de forma compartilhada com pessoas de diferentes formações não é tarefa fácil. Quando se tem como perspectiva a emancipação das

peças, novas abordagens têm que surgir, juntamente com novas premissas e novos métodos. Os papéis dos técnicos e dos agricultores deixam de ser somente repassadores e consumidores de conhecimento respectivamente. Segundo Coelho (2005) não cabe mais um “fazer fazendo”, mas um “fazer pensando” em seus motivos, com clareza de objetivo e capaz de prever conseqüências. Esta seria uma ação interventora movida pela prudência. Porém essas intervenções têm que ser bem pensadas e seguir uma metodologia apropriada, uma vez que se lida com a vida das pessoas.

Um ponto importante dentro deste processo é saber o que vem a ser participação, já que muito se fala de participação nos programas e projetos de desenvolvimento. Além disso, muitos projetos terminam abaixo de suas expectativas devido à falta de uma real participação (GEILFUS, 1997).

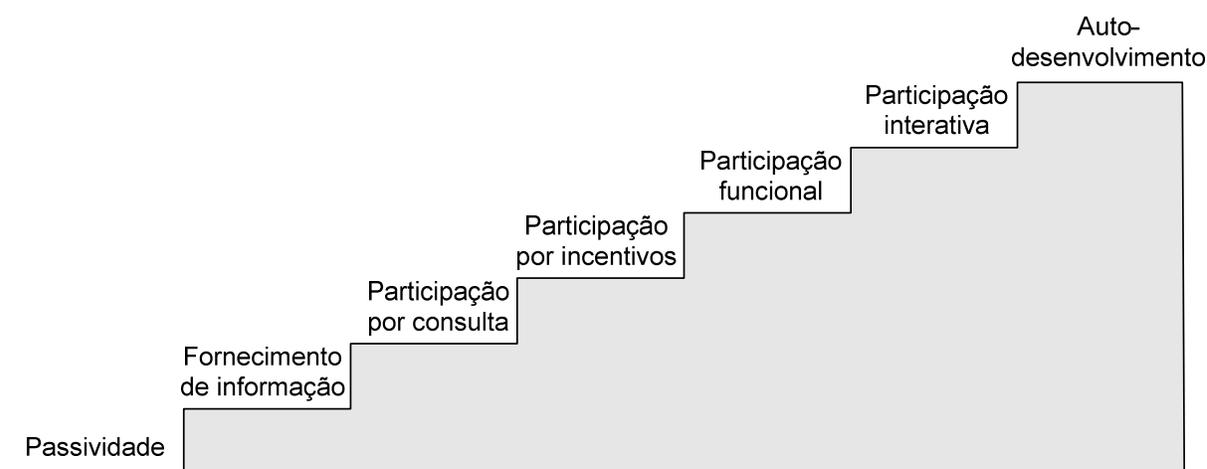


Figura 6. Escada da Participação. Fonte: GEILFUS (1997)

De acordo com Geilfus (1997), o grau de participação de um grupo de pessoas em processo de desenvolvimento pode ser classificado em degraus, formando a escada da participação (Figura 6). O significado e aprofundamento de cada degrau seguem abaixo:

Passividade: as pessoas participam quando elas são informadas; não tem qualquer efeito nas decisões e implementações do projeto.

Fornecimento de informação: as pessoas participam respondendo a questionários; não há possibilidade de influir no uso que vão dar a informação.

Participação por consulta: as pessoas são consultadas por agentes externos que escutam o ponto de vista delas; isto sem ter efeito sobre as decisões que se tomarão como resultado destas consultas.

Participação por incentivo: as pessoas participam fornecendo trabalho ou outros recursos (terra para experimentos) em troca de certos incentivos (materiais, capacitação); o projeto requer a participação das pessoas, contudo elas não têm impacto direto nas decisões.

Participação funcional: as pessoas participam formando grupos de trabalho para responder a objetivos pré-determinados pelo projeto. O grupo não tem qualquer impacto na formulação, mas o leva em conta no monitoramento e regulação das atividades.

Participação interativa: os grupos locais organizados participam na formulação, implementação e avaliação do projeto. Isto implica processos de ensino-aprendizagem sistemáticos e estruturados, e a tomada de controle do projeto de forma progressiva.

Auto-desenvolvimento: os grupos locais organizados tomam iniciativas sem esperar intervenções externas; as intervenções acontecem por meio de assessorias ou por sociedade (alguém ou algum grupo se torna sócio do grupo local).

Quando se faz somente o levantamento de uma forma fechada (questionários), é bem provável que isso adquira uma natureza autoritária, pois concentra todas as etapas de coleta de dados, análise e observações na figura do profissional. A pesquisa de campo desta forma se aparenta mais com uma inquisição e o agricultor como objeto de estudo. Na concepção participativa as atividades ocorrem entre pessoas que pensam, decidem e atuam. A atuação do profissional começa a partir do saber cotidiano do agricultor, e esse saber é traduzido pelo saber científico e a partir daí sistematizado, organizado, analisado sempre em vista à socialização dos resultados com o grupo (COELHO, 2005).

Para se saber os desejos, os interesses, objetivos, possibilidades e recursos de uma comunidade pode se realizar um DRP (Diagnóstico Rural Participativo). O DRP permite não só identificar os problemas, as possibilidades e os recursos existentes nos locais, mas perceber como se estruturam os interesses sociais e como eles se articulam (COELHO, 2005). O DRP é um conjunto de técnicas e ferramentas construídas para que as comunidades façam o seu próprio diagnóstico e a partir daí comecem a auto-gestar o seu espaço, planejamento e desenvolvimento. Os participantes poderão compartilhar experiências e conhecimentos, a fim de melhorar as suas habilidades, além disso, este processo melhorará a compreensão da situação da comunidade (VERDEJO, 2006).

Esta metodologia foi construída historicamente em resposta as deficiências das abordagens dos órgãos de Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater) na promoção do desenvolvimento rural. Durante as décadas de 60 e 70, o desenvolvimento rural era baseado na transferência de tecnologias para os agricultores sem que estes participassem da elaboração e execução dos projetos. Com o fracasso deste tipo de visão no fim dos anos 60 a abordagem mudou visando então conhecer as condições locais, suas tradições para identificar e planejar os projetos de desenvolvimento rural. Este levantamento era feito utilizando métodos tradicionais de pesquisa, como questionários e análises de dados regionais. A quantidade de dados gerados era enorme e não eram aproveitados totalmente (VERDEJO, 2006).

Como uma resposta, nos anos 80, o levantamento de dados passa a ser mais reduzido, buscando informações essenciais e começam a ser considerada as opiniões dos beneficiários. Nesta época, começa a emergir conceitos mais participativos que iriam ganhar espaço de parte dos instrumentos tradicionais. Surge então o "Diagnóstico Rural Rápido" (DRR), onde se propõe, principalmente, um levantamento de dados participativo e menos trabalhoso que um levantamento tradicional. Este método é utilizado para se obter os dados necessários para um projeto novo ou para analisar o desenvolvimento de um projeto, sendo possível adaptá-lo (VERDEJO, 2006).

De acordo com Verdejo (2006), a participação dos beneficiários se entendeu à execução dos projetos, uma vez que a participação só na concepção se mostrou pouco sustentável. Com voz e voto aos grupos em todos os passos do projeto, surge o Diagnóstico Rural Participativo (DRP).

O DRP pretende desenvolver processos de pesquisa a partir das condições e possibilidades dos participantes, baseando-se nos seus próprios conceitos e critérios de explicação. Em vez de confrontar as pessoas com uma lista de perguntas previamente formuladas, a idéia é que os próprios participantes analisem a sua situação e valorizem diferentes opções para melhorá-la.(...) Não se pretende unicamente colher dados dos participantes, mas, sim, que estes iniciem um processo de auto-reflexão sobre os seus próprios problemas e as possibilidades para solucioná-los. (...) Além do objetivo de impulsionar a auto-análise e a autodeterminação de grupos comunitários, o propósito do DRP é a obtenção direta de informação primária ou de "campo" na comunidade. (VERDEJO, 2006)

Segundo Verdejo (2006) as vantagens do DRP são:

- Colocar em contato direto os que planejam com as pessoas da comunidade e vice-versa; todos participam durante todo o processo do diagnóstico;

- Facilitar o intercâmbio de informação e a verificação desta por todos os grupos da comunidade;
- O DRP, como metodologia, aponta a multidisciplinaridade. Ideal para estabelecer nexos entre setores, tais como: floresta, agricultura, saúde, educação e outros;
- As ferramentas do DRP prestam muito bem para identificar aspectos específicos de gênero.
- Facilita a participação tanto de homens como de mulheres e dos diferentes grupos da comunidade;

O DRP pode variar de acordo com o contexto que este conjunto de ferramentas está inserido. No entanto algumas características prevalecem como:

- É um processo de pesquisa e coleta de dados, que pretende incluir as perspectivas de todos os grupos de interesse, integrados pelos homens e pelas mulheres rurais;
- Impulsiona uma mudança nos papéis tradicionais do pesquisador e dos pesquisados, já que ambos participam da determinação de quais e como coletar os dados; é um processo de dupla via;
- Reconhece o valor dos conhecimentos dos/as comunitários/as;
- Funciona como meio de comunicação entre aqueles que estão unidos por problemas comuns. Esta comunicação coletiva chega a ser uma ferramenta útil para identificar soluções.

6. METODOLOGIA

Nesta parte do trabalho são colocados os materiais e os métodos utilizados na pesquisa, assim como os caminhos percorridos e as considerações relacionadas ao desenvolvimento do trabalho.

As metodologias utilizadas foram: (a) Metodologia de Cenários; (b) Metodologia Emergética; (c) Análise Econômica de projeto e (d) Ferramentas Participativas. As metodologias serão descritas separadamente, no entanto a pesquisa se apoiou na união das respostas de cada metodologia e as suas ferramentas aplicadas.

6.1. O Local de Estudo

Este estudo foi realizado no assentamento de reforma agrária “Gleba XV de Novembro”, localizado nos municípios de Euclides da Cunha Paulista e Rosana, extremo oeste do estado de São Paulo, região chamada Pontal do Paranapanema (Figura 7). O Pontal do Paranapanema é delimitado pelos rios Paraná (divisa com Mato Grosso do Sul) e Paranapanema (divisa com o estado do Paraná).

A escolha da Gleba XV de Novembro para realizar este trabalho vem do interesse mostrado por um grupo de agricultores na implantação de uma microdestilaria de álcool combustível como alternativa de renda e geração de postos de trabalho para os jovens do assentamento.

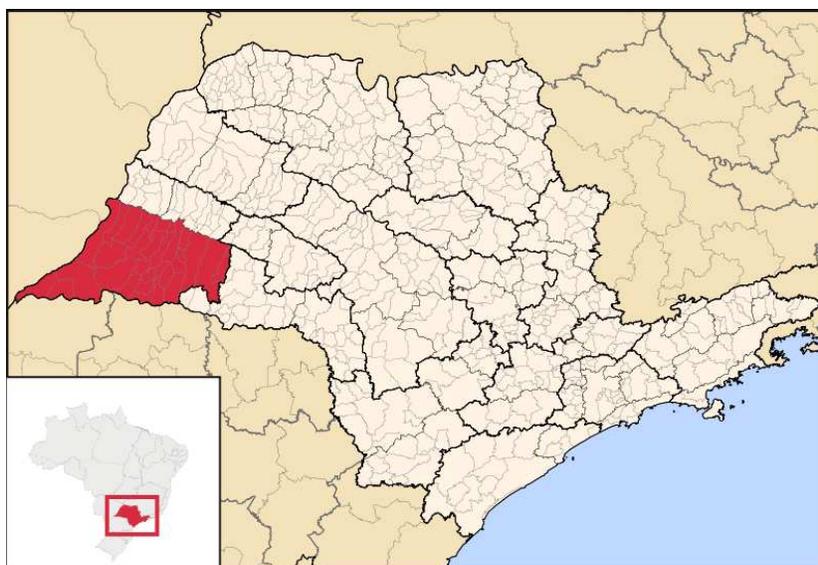


Figura 7. Microrregião de Presidente Prudente conhecida como Pontal do Paranapanema

O assentamento Gleba XV de Novembro foi criado em março de 1984 e ocupa uma área total de 13.310 hectares, onde 10.688 estão divididos em 571 lotes e o restante são, áreas de preservação e estradas. A área dos lotes varia de 13 a 40 hectares, sendo a media de 23 hectares (ITESP, 2005).

6.1.1 Histórico

A história do assentamento Gleba XV de Novembro começou no dia 15 de Novembro de 1983 quando as fazendas Tucano e Rosanela, localizadas no município de Teodoro Sampaio, foram ocupadas por cerca de 800 trabalhadores rurais sem terra (ITESP, 2005).

Devido ao potencial hidrelétrico, teve início nos anos 70 a construção de barragens e usinas nos rios Paraná e Paranapanema. Assim que as obras foram chegando ao fim, surgiu o desemprego de muitas pessoas que trabalhavam nas obras e a perda da terra por inúmeros posseiros e pequenos agricultores, pois suas propriedades seriam encobertas pelas águas das barragens. Portanto, essas pessoas ocuparam as fazendas reivindicando desapropriação das áreas para que lá pudessem viver da agricultura (ITESP, 2005).

Durante o processo, os agricultores sem terra que estavam acampados deixaram as fazendas e ficaram na beira de rodovias e posteriormente em área provisória cedida pela Companhia Energética de São Paulo (CESP). Finalmente, o assentamento foi criado pelo governo do estado que desapropriou uma faixa de terra que cortava 17 fazendas e totalizava uma área de 15.000 hectares. Ali foram assentadas 500 famílias sem o processo de seleção, diferente de como acontece hoje em dia (ITESP, 2005).

Outro condicionante histórico importante para o estabelecimento, não só do assentamento Gleba XV de Novembro, mas de muitos outros assentamentos, é o processo de grilagem² das terras do pontal. A figura 8 mostra os assentamentos rurais presentes no Pontal na década de 90, mas depois que este mapa foi elaborado muitos outros projetos de assentamento foram criados. De acordo com Fernandez e Ramalho (2001) a grilagem das terras do Pontal do Paranapanema começou na metade do século XIX com a formação do grilo Fazenda Pirapó - Santo Anastácio, uma área de 238 mil alqueires (575 mil hectares) no total. Sem muitas dificuldades a grilagem continuou por

² Grilagem é a apropriação indevida de terras públicas, através da falsificação de documentos

muitos anos e só começou a mudar com o início das ocupações do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST).



Figura 8. Assentamentos do Pontal do Paranapanema no início da década de 90 (ITESP, 2005) com destaque para a Gleba XV de Novembro

6.2. Dados Utilizados

Os dados técnicos utilizados neste trabalho são, em sua maioria, secundários vindos de livros e relatórios produzidos por agências governamentais como a Fundação Instituto de Terras do Estado de São Paulo (ITESP), o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). Também foram utilizadas informações de artigos científicos, dissertações, teses, livros, entre outros.

A maioria dos dados, principalmente das agências governamentais, não são recentes mas foram utilizados devido a inexistências de outros. Foram realizados contatos com o ITESP para obtenção de dados mais atuais, porém, esses dados não foram disponibilizados. Todavia, acredita-se que por se tratar, principalmente, de uma

comparação de cenários, os quais foram elaborados baseados na mesma base de dados, o presente estudo mantém sua importância.

Durante o tempo da pesquisa foram realizadas viagens de campo com a finalidade de conhecer diferentes experiências de microdestilarias. Algumas das informações utilizadas neste estudo foram obtidas durante estas visitas. As experiências conhecidas foram: a Fazenda Jardim, no município de Mateus Leme-MG; a microdestilaria da prefeitura municipal de Angatuba-SP e três microdestilarias da COOPERBIO nos municípios de Frederico Westphalen, Caiçara e Seberi, todos no Rio Grande do Sul.

6.3. Definindo o Sistema Pesquisado

Este estudo limitou-se a avaliar a implantação de um projeto de microdestilaria dentro de um grupo de agricultores. O modelo de microdestilaria foi escolhido a partir de uma visita a COOPERBIO (Cooperativa Mista de Produção, Industrialização e Comercialização de Biocombustíveis do Brasil Ltda), uma cooperativa organizada e dirigida por camponeses e médios proprietários de terra da região noroeste do Rio Grande do Sul e que possui cerca de oito microdestilarias instaladas. Como as microdestilarias foram instaladas em tempos distintos, elas são de modelos e fabricantes diferentes buscando sempre a melhor relação custo-benefício. Portanto, através da indicação de técnicos da COOPERBIO, neste trabalho foi escolhida como modelo uma microdestilaria com capacidade produtiva de 24 l/h, semelhante a mostrada na Figura 9, fabricada pela USI biorefinarias. Na Figura 10 é possível visualizar a organização dos equipamentos da microdestilaria, porém o modelo do equipamento é outro.

Com estas informações foi definido que a microdestilaria da Gleba XV de Novembro produziria álcool 8 h/dia, ou seja, um turno de trabalho diário. A partir do modelo de microdestilaria escolhido, do tempo de funcionamento e características agrônomicas, calculou-se a necessidade de 7 hectares de cana-de-açúcar para a produção de álcool combustível 94º GL.



Figura 9. Microdestilaria da COOPERBIO instalada no município de Caiçara-RS.

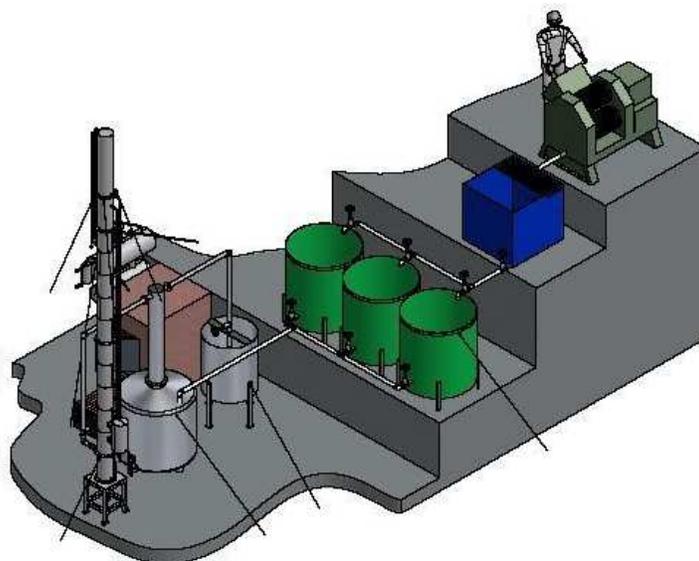


Figura 10. Esquema de Microdestilaria. Fonte: Tecnosignal (2010)

O número de famílias de agricultores (lotes) foi definido de forma que cada família contribuísse com 1 hectare de cana-de-açúcar para alimentar a microdestilaria para a produção do etanol. Somado a isso, foi definido a produção de rapadura, ou açúcar mascavo, aproveitando parte da estrutura a ser construída para a produção de álcool e

instalando alguns outros equipamentos, como forma de gerar maior renda. Para isso, cada lote terá 0,5 hectare para suprir esta demanda. Deste modo o sistema é composto por 7 famílias contendo 1,5 hectares de cana-de-açúcar cada.

A área considerada para cada lote foi a área média dos lotes do assentamento, 23 hectares. Portanto, a área total do grupo de agricultores é de 161 hectares. Cabe mencionar que, para os cálculos, as sete famílias são tratadas como um único sistema, mas na realidade os lotes não se encontram unidos. Caso prossigam e implantem a microdestilaria será instalada em um dos lotes do grupo a partir de critérios definidos pelo grupo.

6.4. Elaboração dos Cenários

A melhor maneira de se prever uma situação futura é criá-la de forma virtual. Logo, para saber os impactos da inserção de uma microdestilaria no sistema do grupo de agricultores da Gleba XV de Novembro é preciso elaborar cenários. A Tabela 4 mostra os três cenários elaborados para a pesquisa.

Os três cenários foram elaborados considerando que há basicamente duas maneiras de inserir a microdestilaria no grupo de agricultores. A primeira é a implantação da microdestilaria pura e simplesmente. Os agricultores cultivariam a cana-de-açúcar e a levariam para ser processada e os subprodutos não seriam aproveitados pelos cultivos ou criações, o bagaço seria destinado a caldeira e a vinhaça jogada fora. Este cenário é chamado de SPAE (Sistema de produção de Alimentos e Energia). A segunda forma seria inserir a microdestilaria e fazer com que seus subprodutos, bagaço e vinhoto, sejam utilizados e interajam com a produção agrícola e pecuária. Este cenário é denominado SIPAES (Sistema Integrado de Produção de Alimentos, Energia e Serviços ambientais).

A metodologia emergética, a análise econômica e algumas ferramentas participativas foram aplicadas a situação atual e aos cenários SPAE e SIPAES para avaliar os impactos ambientais, econômicos e sociais em cada um. A comparação entre o resultado da metodologia emergética dos cenários Atual, SPAE e SIPAES com os outros dois cenários permitirá saber se a implantação da microdestilaria causa diferença no impacto ambiental e qual a maneira de inserção que causa menor impacto.

Tabela 4. Cenários do grupo de agricultores do assentamento Gleba XV de Novembro.

| Cenário | Descrição Rápida |
|---|--|
| Atual | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Agricultura e pecuária leiteira com manejos convencionais (agrotóxicos, fertilizantes químicos, etc.) |
| Sistema de Produção de Alimentos e Energia (SPAÉ) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Inserção da microdestilaria para produção de etanol sem integração ▪ Bagaço e vinhaça não são utilizados de fato pelo resto da produção local ▪ Uma pequena parte da pastagem é convertida em canavial e plantação de eucalipto adensado; |
| Sistema Integrado de Produção de Alimentos, Energia e Serviços Ambientais (SIPAES) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Inserção da microdestilaria de forma integrada à agricultura e pecuária local ▪ Bagaço e vinhaça são utilizados para alimentar o gado e fazer composto orgânico (junto com o esterco) ▪ Uma pequena parte da pastagem é convertida em canavial e plantação de eucalipto adensado; ▪ É criada uma área de compostagem; ▪ Se dá início a preservação da reserva legal e a recuperação de áreas de mata nativa (mata ciliar, áreas de preservação permanente, brejos, várzeas) e implantação de sistemas agroflorestais |

A análise econômica informará se a microdestilaria pode gerar renda. Por fim, as ferramentas participativas serão utilizadas para melhor conhecimento da situação atual, o que poderá ajudar na análise dos cenários futuros.

6.4.1 Cenário Atual

É a situação atual do grupo de agricultores do assentamento Gleba VX de Novembro. Ou seja, o que plantam, quais insumos usam, o que vendem, entre outras características.

O cenário atual foi elaborado baseado em dados secundários. O primeiro passo foi saber o uso do solo de forma geral através do livro “Pontal Verde: Plano de Recuperação Ambiental dos Assentamentos do Pontal do Paranapanema” (ITESP, 1999). Este material informa a percentagem de área de mata, de pastagem e de plantações do assentamento Gleba XV de Novembro. A partir daí esta proporção foi aplicada para a área do grupo de agricultores e pode ser verificada na Tabela 5.

Tabela 5. Uso da área de 161 há do grupo de 7 famílias de agricultores do assentamento Gleba XV de Novembro, baseado em ITESP (1998).

| Áreas | ha | % |
|--------------|---------------|---------------|
| Floresta | 27,18 | 16,88 |
| Plantações | 29,74 | 18,47 |
| Pastagem | 104,09 | 64,65 |
| Total | 161,00 | 100,00 |

Partindo da área de plantações estimada (29,74 hectares) foram calculadas as áreas para a produção anual de diversas culturas agrícolas, baseadas na proporção e produtividade encontrada nos assentamentos da região de Rosana-SP através do material “Retrato da Terra 97/98: Perfil Socioeconômico e Balanço da Produção Agropecuária dos Assentamentos do Estado de São Paulo” (ITESP, 1998). A área e a produção anual das plantações consideradas são mostradas na Tabela 6.

Tabela 6. Área e produção anual das culturas consideradas para o grupo de agricultores

| | Área (ha) ^a | Unidade ^a | Produtividade (unid./ha) ^a | Produção (unid) | Produção (kg) | Perda de Solo | |
|-----------------------------|------------------------|----------------------|---------------------------------------|-----------------|------------------|-------------------------|---------------|
| | | | | | | ton/ha/ano ^b | ton/ano |
| Culturas anuais | 28,52 | | | | 70.302,53 | | 648,00 |
| Mandioca | 1,93 | ton | 11,35 | 21,91 | 21.905,50 | 33,9 | 65,43 |
| Feijão | 9,63 | sc 60 kg | 13,94 | 134,24 | 8.054,53 | 38,1 | 366,90 |
| Milho | 15,41 | sc 60 kg | 40,57 | 625,18 | 37.511,02 | 12,0 | 184,92 |
| Soja | 1,16 | sc 60 kg | 32,71 | 37,94 | 2.276,62 | 20,1 | 23,32 |
| Feijao de corda | 0,39 | kg | 1.422,73 | 554,86 | 554,86 | 19,1 | 7,43 |
| Olerícolas | 0,01 | | | | 27,70 | | 0,08 |
| Abobrinha | 0,0018 | cx 20 Kg | 230,65 | 0,42 | 8,35 | 12,0 | 0,02 |
| Quiabo | 0,0025 | cx 15 Kg | 160,28 | 0,41 | 6,09 | 12,0 | 0,03 |
| Milho verde | 0,0011 | sc 24 Kg | 177,92 | 0,19 | 4,64 | 12,0 | 0,01 |
| Abóbora seca | 0,0012 | ton | 3,29 | 0,00 | 3,97 | 12,0 | 0,01 |
| Folhosas | 0,0002 | engr 10 Kg | 1.848,16 | 0,45 | 4,46 | 12,0 | 0,00 |
| Maxixe | 0,0001 | cx 20 Kg | 76,28 | 0,01 | 0,18 | 12,0 | 0,00 |
| Culturas Permanentes | 1,22 | | | | 6.635,55 | | 1,10 |
| Café | 0,39 | sc 40 kg | 35,79 | 13,96 | 558,32 | 0,9 | 0,35 |
| Abacaxi | 0,19 | cx 17 kg | 974,84 | 185,22 | 3.148,73 | 0,9 | 0,17 |
| Limão | 0,25 | cx 40,8 kg | 78,27 | 19,57 | 798,35 | 0,9 | 0,23 |
| Ponkan | 0,25 | cx 40,8 kg | 153,91 | 38,48 | 1.569,88 | 0,9 | 0,23 |
| Acerola | 0,04 | kg | 1.056,38 | 42,26 | 42,26 | 0,9 | 0,04 |
| Banana | 0,10 | ton | 5,18 | 0,52 | 518,00 | 0,9 | 0,09 |
| TOTAL | 29,74 | | | | 76.965,78 | | 649,18 |

^a ITESP (1998)

^b Marques e Pazzianotto (2004), Santos et al (1998)

Os cálculos do uso de fertilizantes químicos e biológicos, agrotóxicos e outros insumos utilizados nas plantações foram realizados através dos dados da Tabela 6 e das recomendações contidas no material “Instruções Agrícolas para as Principais Culturas Econômicas” (IAC, 1998). É importante colocar que provavelmente os assentados não utilizem todos os insumos recomendados nas instruções do IAC, devido muitas vezes a carência de recursos econômicos próprio, de crédito, de orientações técnicas, entre outros.

6.4.2 Cenário Sistema de Produção de Alimentos e Energia (SPAЕ)

O cenário SPAЕ consiste na implantação da microdestilaria na área do grupo de agricultores, sem a integração com sistema agrícola e pecuário, fora a cana-de-açúcar. A área de cana-de-açúcar necessária (10,5 hectares) é cultivada pelo grupo. Além disso, seguindo o exemplo da Fazenda Jardim, foi considerado 1 hectare de eucalipto adensado com a finalidade de fornecer lenha para alimentar a caldeiras e produzir vapor. A área de pastagem é reduzida no valor das áreas de cana e de eucalipto, 11,5 hectares. A nova distribuição da ocupação do solo pode ser visualizada na Tabela 7 e na Figura 11. A área das plantações não foi alterada, assim como a área e a produção anual de cada cultura agrícola, como mostrada na Tabela 6. Neste cenário, também foi mantido a quantidade de fertilizantes químicos e agrotóxicos utilizados nas culturas agrícolas.

Tabela 7. Uso do solo no cenário SPAЕ para o grupo de agricultores do assentamento Gleba XV de Novembro.

| Áreas | ha | % |
|-----------------|---------------|---------------|
| Floresta | 27,18 | 16,88 |
| Eucalipto | 1,00 | 0,62 |
| Plantações | 29,74 | 18,47 |
| Pastagem | 92,48 | 57,44 |
| Cana-de-açúcar | 10,50 | 6,52 |
| Microdestilaria | 0,10 | 0,06 |
| Total | 161,00 | 100,00 |

6.4.3 Cenário Sistema Integrado de Produção de Alimentos, Energia e Serviços Ambientais (SIPAES)

O cenário SIPAES considera inserir a microdestilaria e fazer com que seus subprodutos, bagaço e vinhoto, sejam utilizados e interajam com a produção agrícola e pecuária. Este cenário foi idealizado com base nas experiências da Fazenda Jardim e da COOPERBIO. Acredita-se ser a Fazenda Jardim uma das primeiras experiências no uso das microdestilarias para produção de álcool combustível e sua integração com o resto do sítio. Além disso, foi através de seu proprietário, o geólogo Marcelo Guimarães Mello, que a microdestilaria ganhou maior visibilidade, principalmente no estado de Minas Gerais, onde defendeu a implantação do PRONAL (Programa Nacional do Álcool e do Leite), uma política que serviria também para grande parte do Brasil.

Como no cenário SPAE, a área de pastagem diminuirá para acomodar a área de cana-açúcar e de eucalipto adensado. Somado a isso, foi considerada a recuperação de área de floresta, para atender os 20% da área total protegida por lei (reserva legal), o início de um processo demorado de recuperação de áreas de mata nativa (mata ciliar, áreas de preservação permanente, brejos, várzeas) e implantação de sistemas agroflorestais. Portanto, a área de pastagem sofrerá uma redução adicional. A configuração do cenário SIPAES pode ser averiguada na Tabela 8. A área das plantações não foi alterada, assim como a área e a produção anual de cada cultura agrícola, como já foi mostrado na Tabela 6. Porém, devido ao manejo ecológico a perda de solo foi considerada a metade a apresentada nos outros dois cenários

Tabela 8. Uso do solo no cenário SPAE para o grupo de agricultores do assentamento Gleba XV de Novembro.

| Áreas | ha | % |
|-----------------|---------------|---------------|
| Mata nativa | 32,20 | 20,00 |
| Eucalipto | 1,00 | 0,62 |
| Plantações | 29,74 | 18,47 |
| Pasto com gado | 87,36 | 54,26 |
| Cana | 10,50 | 6,52 |
| Microdestilaria | 0,10 | 0,06 |
| Compostagem | 0,10 | 0,06 |
| Total | 161,00 | 100,00 |

Para este cenário foi considerado o uso de técnicas que seguem os princípios da agroecologia. Ou seja, não há o uso de fertilizantes químicos e de agrotóxicos. O sistema

é manejado para que haja a recuperação da fertilidade natural dos solos. Se necessário, são utilizados como fertilizantes o vinhoto e o adubo orgânico, produzido localmente através da interação entre o bagaço e do esterco do gado. O combate a pragas pode ser realizado, por exemplo, com a promoção de condições que favoreçam a existência de inimigos naturais.

A produção de leite foi considerada uma produção total duas vezes maior que a atual e a do cenário SPAE, baseado na existência do bagaço gerado pela microdestilaria, o que significa maior oferta de alimento para o gado neste cenário o que permite aumentar o número de animais.

6.5. Ferramentas Participativas

As ferramentas participativas utilizadas nesta pesquisa foram: Observação participante e Chuva de idéias. Esta duas técnicas são classificadas como ferramentas de diagnósticos e foram aplicadas de acordo com o guia metodológico “80 Herramientas para el Desarrollo Participativo - diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación” (GEILFUS, 1997).

6.5.1. Observação Participante

O objetivo central da Observação Participante foi perceber a realidade da comunidade. Observar e participar das atividades da comunidade é importante para entender as ações e escolhas do grupo. Participar de tarefas cotidianas pode esclarecer, muitas vezes, mais do que dezenas de questionários (GEIULFUS, 1997).

A observação participante não propõe nada mais do que "andar com os olhos abertos" e o uso de um caderno de campo para anotar as principais observações. A observação participante foi realizada no assentamento Gleba XV durante o período de dois anos. Foram realizadas algumas visitas onde se teve contato com os agricultores e sua rotina diária. Além disso, o pesquisador ficou hospedado na casa de uma família de agricultores do assentamento, possibilitando uma melhor convivência e compreensão. Foram realizadas visitas a outros agricultores, entregas de parte da produção agrícola, reuniões com os órgãos de extensão e com outros agricultores, festejos, etc..

6.5.2. Chuva de Idéias

Segundo Geilfus (1997) a chuva de idéias é utilizada para obter informação pertinente, de forma rápida, trabalhando em reuniões com um grupo reduzido buscando a percepção das pessoas.

No caso desta pesquisa a ferramenta chuva de idéias foi aplicada pontualmente, em um encontro com o grupo de mulheres da Gleba XV. O tema abordado foi o do desenvolvimento sustentável e o objetivo foi o de aproveitar uma reunião e conhecer a percepção deste grupo sobre o tema. Através do grupo de mulheres pode ser possível saber um pouco mais sobre o que pode vir a ser a opinião das outras pessoas do local. Além disso, algumas das mulheres deste grupo poderiam pertencer ao grupo da microdestilaria.

Os materiais utilizados foram cartões (tarjetas) de papel e canetas. Foi entregue uma tarjeta em branco e uma caneta para cada participante. Depois foi pedido para cada uma delas escrevessem o que entendiam por sustentabilidade. Com as tarjetas preenchidas elas foram lidas uma a uma e colocadas em um mural. Conforme a proximidade do significado as tarjetas foram agrupadas. Então, foi realizada uma rodada de discussão sobre o que estava exposto no mural e sobre outras questões em torno do tema sustentabilidade.

A Figura 11 mostra uma ilustração exemplificando a aplicação desta ferramenta participativa e na Figura 12 podemos ver o momento em que as agricultoras preenchiam as tarjetas.

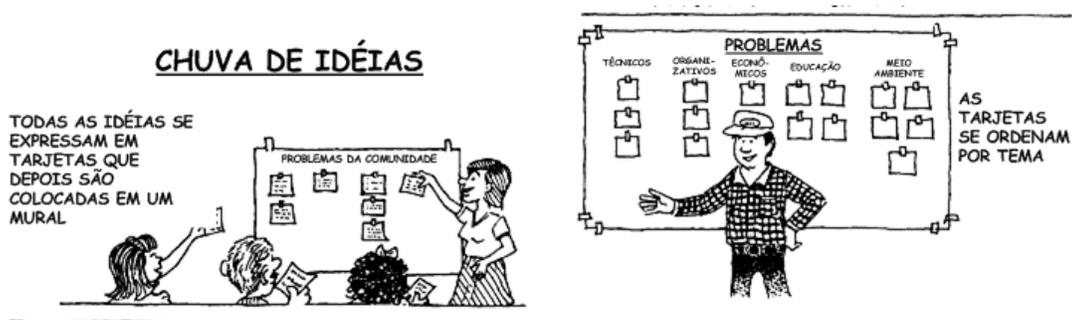


Figura 11. Exemplo de resultados da chuva de idéias. Fonte: GEILFUS (1997)



Figura 12. Agricultoras do assentamento Gleba XV de Novembro participando da “chuva de idéias”.

6.6. Metodologia Emergética

Foi utilizada nesta pesquisa a Metodologia Emergética desenvolvida por Odum (1996) considerando as renovabilidades parciais dos fluxos da economia, alterações propostas e aplicadas por Ortega et al (2002b).

A análise emergética consistiu nos seguintes passos:

- (a) Elaboração do Diagrama Sistemico;
- (b) Montagem da Tabela de Avaliação Emergética;
- (c) Cálculo dos Índices Emergéticos;
- (d) Interpretação dos resultados.

6.6.1. Elaboração do diagrama sistêmico

O diagrama sistêmico, ou diagrama de fluxo de energia, é utilizado para representar o sistema estudado. Portanto, este deve conter os elementos mais importantes do sistema, os fluxos de energia externos de que o sistema depende, os fluxos internos e os fluxos que saem do sistema. Os fluxos de menor intensidade, mais dispersos, ficam a esquerda do diagrama. À medida que se caminha para direita no diagrama os fluxos de energia são mais concentrados e mais complexos. A energia

disponível é transformada, por um processo interativo, em uma quantidade menor de energia, porém de maior qualidade e que será aproveitada em uma próxima etapa.

Para construir um diagrama sistêmico é preciso em primeiro lugar identificar os componentes principais do sistema, as entradas e as saídas. O próximo passo é colocar os elementos de acordo com a simbologia (Anexo 1) e os caminhos seguidos pelos fluxos de massa e energia. É necessário deixar claro no diagrama os limites do sistema para identificar todos os fluxos de entradas e saídas que cruzam suas fronteiras. Os fluxos que cruzam os limites do sistema é que serão levantados e contabilizados. Um diagrama sistêmico genérico pode ser visto na Figura 13.

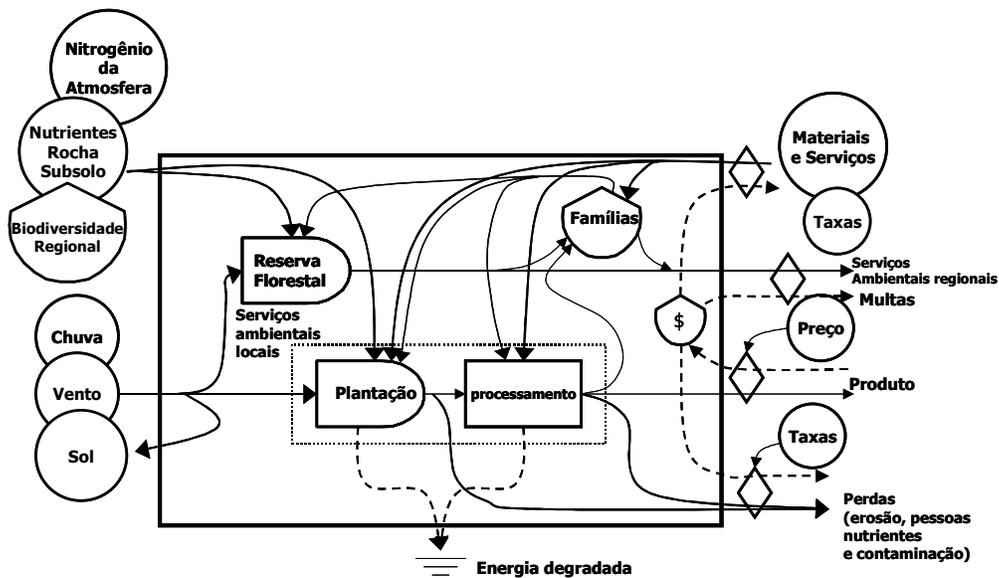


Figura 13. Diagrama de fluxos de energia do sistema rural. Fonte: (ORTEGA, 2002a)

No diagrama sistêmico há também uma classificação das fontes e dos estoques de energia. Esta diferenciação será utilizada na tabela de avaliação emergética e nos cálculos dos indicadores. A primeira distinção é entre recursos da natureza (I) e recursos da economia (F). Dentro dos recursos da natureza existe uma divisão em recursos renováveis (R) e não renováveis (N). Nos recursos da economia a divisão se dá em materiais (M) e serviços (S). Um exemplo, um pouco mais explicativo é mostrado na Figura 14.

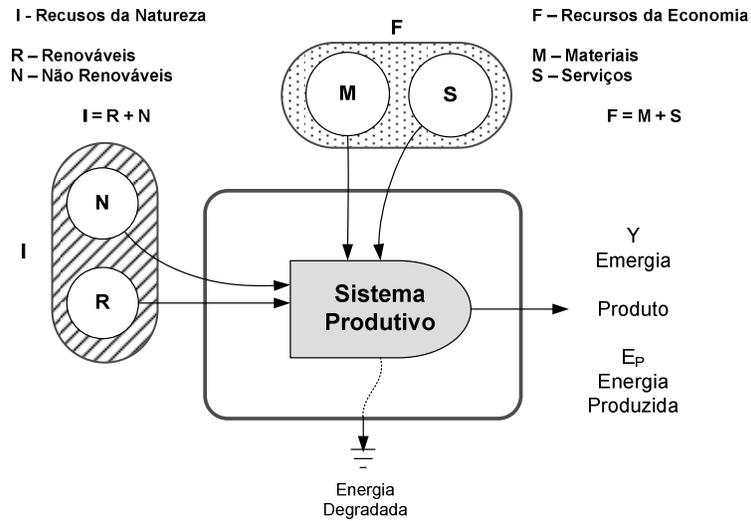


Figura 14. Representação simplificada de um sistema produtivo

6.6.2. Tabelas de Avaliação Emergética

A segunda etapa da avaliação emergética será a construção de uma tabela de fluxos de energia, onde cada fluxo converte-se em uma linha de cálculo na tabela de avaliação de energia (Tabela 9).

Tabela 9. Esquema de organização de uma tabela de cálculo dos fluxos de energia.

| Nota | Nome das contribuições | Valor numérico | Unidades | Intensidade Emergética | Fluxo de energia |
|------|---|----------------|----------|------------------------|------------------|
| | R: Recursos da natureza renováveis | | | | |
| | N: Recursos da natureza não-renováveis | | | | |
| | M: Materiais da economia | | | | |
| | S: Serviços da economia | | | | |

A primeira coluna da tabela fornece a nota de pé de página onde se dão os detalhes do cálculo. A segunda coluna contém os nomes de todas as entradas do sistema. A terceira coluna contém o valor numérico de cada fluxo de entrada. Para um sistema em estado estacionário colocam-se os valores correspondentes aos fluxos anuais médios em suas respectivas unidades (gramas, quilogramas, Joules, \$, etc.) que são colocadas na quarta coluna. Na quinta coluna colocam-se os fatores de intensidade

energética (energia por unidade). Este valor foi obtido de estudos anteriores e constará na fonte de informação citada para essa linha na nota ao pé da tabela. Os fluxos de energia serão calculados pela multiplicação dos fluxos de entrada pelo fator de intensidade energética correspondente, e são apresentados na sexta coluna. Os valores obtidos correspondem ao fluxo de energia e são expressos em seJ/ano.

6.6.3. Cálculo dos Índices Emergéticos

Os índices energéticos (Tabela 10) são calculados com os resultados da tabela de avaliação de fluxos de energia e serão utilizados para fazer as inferências da análise energética, caracterizando o sistema.

Tabela 10. Índices energéticos. Adaptado de Odum (1996)

| Índices Emergéticos | Fórmula | Conceito |
|---|----------------------------------|--|
| Transformidade Solar | $Tr = Y/E_p$ | Energia/Energia do recurso |
| Renovabilidade | $\%R = (R/Y) \times 100$ | Renováveis / Total |
| Razão de Investimento Emergético | $EIR = F/I$ | Recursos da economia/Recursos da natureza |
| Razão de Rendimento Emergético | $EYR = Y/F$ | Energia dos produtos/ Recursos da economia |
| Razão de Carga Ambiental | $ELR = (F+N)/R$ | Recursos da economia + Não-renováveis / Renováveis |
| Razão de Intercâmbio de Energia | $EER = Y/[(\$) \times (sej/\$)]$ | Energia recebida / Energia entregue |

Os índices calculados foram:

- I. **Transformidade solar:** avalia a qualidade do fluxo de energia, podendo ser comparada com as transformidades de outras formas de energia e outros sistemas. Pode ser vista como um valor inverso da eficiência do agroecossistema. A energia incorporada pelo sistema é (Y) e (E_p) é a energia do recurso.
- II. **Renovabilidade:** indica o grau de sustentabilidade do sistema. É calculado pela razão entre a energia dos recursos renováveis usados (R) e a energia total usada no sistema (Y).

- III. **Razão de investimento energético:** mede a proporção de energia comprada (F) em relação às entradas de energia do meio-ambiente (I). É um bom indicador da intensidade de uso de recursos econômicos na agricultura. Indica quão econômico é o processo ao usar os investimentos da economia em comparação com alternativas. O cálculo desta razão permite a escolha do modelo de agricultura compatível com o sistema econômico e ambiental analisado. Nesse sentido, a razão (F/I) se constitui em um bom indicador para auxiliar a elaboração de uma política agrícola sustentável.
- IV. **Razão da carga ambiental:** é a relação entre a soma da energia comprada com a energia não renovável (F+N) pela energia livre ambiental (R). Se esta relação tem um valor elevado, isto um alto nível de impacto ambiental
- V. **Razão de rendimento energético:** permite conhecer o benefício líquido. É obtida através da divisão da energia do produto (Y) pela energia das entradas que provém da economia (F). Esta razão indica em que medida um investimento permite a um processo exportar recursos locais, a fim de contribuir ainda mais para a economia. Para que os sistemas de produção possam contribuir para a economia global, esta relação deveria ser maior do que 1. Caso contrário o processo consome mais do que produz.
- VI. **Razão de intercâmbio de energia:** é a proporção de energia recebida (Y) em relação com a energia entregue em uma transação comercial. As matérias-primas tendem a ter um valor alto de EER, quando são comprados a preço de mercado. O dinheiro paga somente os serviços humanos e não o extenso trabalho realizado pela natureza. Este índice pode ser usada para avaliar os intercâmbios internacionais. As nações desenvolvidas ao comprar matérias-primas de países menos desenvolvidos conseguem um saldo de energia a seu favor, pois a energia dos dólares usados no intercâmbio é muito menor que a contida nas matérias-primas adquiridas.

6.6.4. Índice Energéticos modificados

Serão utilizados índices modificados (Tabela 11) para uma melhor caracterização do sistema analisado. Nesses novos índices são consideradas a parcela renovável e a não renovável dos materiais e serviços da economia. Na figura 15 podemos ver estas informações e suas diferenças em relação ao método tradicional. Os materiais (M) são

divididos em: Materiais Renováveis (M_R) e Materiais Não Renováveis (M_N). Os serviços são divididos em: Serviços Renováveis (S_R) e Serviços Não Renováveis (S_N) (Ortega, 2002b).

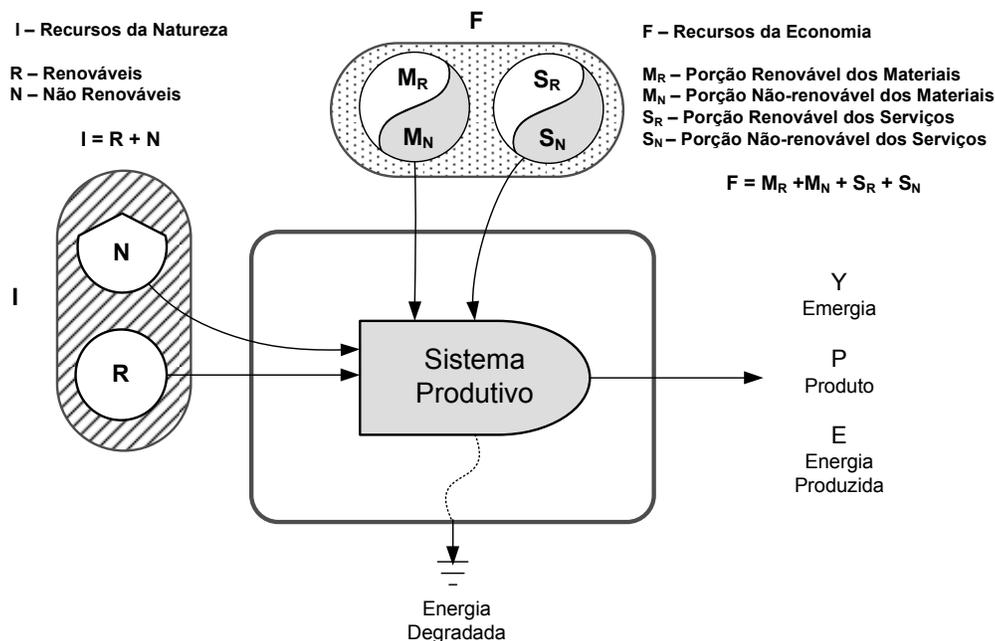


Figura 15. Representação simplificada de um sistema produtivo considerando a porção renovável e não renovável dos recursos da economia

Tabela 11. Índices emergéticos modificados.

| Índices Emergéticos | Fórmula |
|---------------------------|---|
| Renovabilidade* | $R^* = 100 \times (R + M_R + S_R) / Y$ |
| Razão de Carga Ambiental* | $ELR^* = (N + M_N + S_N) / (R + M_R + S_R)$ |

6.7. Viabilidade Econômica da Microdestilaria de Álcool Combustível

As informações gerais, os investimentos e os custos utilizados para o estudo da viabilidade econômica do projeto da microdestilaria podem ser verificados nas Tabelas 12 e 13. A maioria dos itens para a análise da viabilidade econômica vem das considerações

dos cenários SPAE e SIPAES (equipamento utilizado, horas de operação, quantidade produzida, etc.). O preço de venda do etanol utilizado foi baseado no preço verificado nos postos de combustível do município de Rosana durante o trabalho de campo. Cabe ressaltar, que assim como na experiência da COOPERBIO, a comercialização considerada foi através de associações de produtores e consumidores, uma vez que a venda para distribuidores e postos de gasolina é um caminho mais árduo e custoso para os produtores. Além disso, com uma produção anula de 38.400 litros em uma comunidade (assentamento Gleba XV de Novembro) de mais de mil famílias é possível que toda a produção de etanol permaneça no assentamento.

Tabela 12. Informações gerais utilizadas para análise da viabilidade econômica.

| Informações Gerais | | |
|--|----------------|--------------|
| Item | Unidade | Valor |
| Dias de trabalho | dias/ano | 200 |
| Horas de operação | h/dia | 8 |
| Preço de Venda do Álcool | R\$/litro) | 1,7 |
| Capacidade máxima da fábrica mensal (litros de álcool) | 100% | 17.280 |
| Capacidade real utilizada mensalmente (litros de álcool) | 33% | 5.760 |
| Quantidade de produto acabado produzido | litros/dia | 192 |
| Produção Anual | litros/ano | 38.400 |

Tabela 13. Investimento e custos do projeto da microdestilaria.

| Investimentos | |
|--------------------------------|------------------------|
| Item | Valor (R\$) |
| Microdestilaria (equipamentos) | 150.390,60 |
| Construção Civil | 16.414,60 |
| Total | 166.805,20 |
| Custo Fixo | |
| Item | Valor (R\$/ano) |
| Mão-de-obra especializada | 5.336,00 |
| Encargos Sociais (94%) | 5.015,00 |
| Total | 10.351,00 |
| Custo Variável | |
| Item | Valor (R\$/ano) |
| Mão-de-obra (3 trabalhadores) | 11.205,00 |
| Encargos Sociais (94%) | 10.533,00 |
| Energia Elétrica | 1.058,00 |
| Total | 22.796,00 |

O recurso financeiro necessário para o projeto será 100% financiado e o financiamento escolhido para os cálculos foi o PRONAF Eco. PRONAF é o programa nacional de fortalecimento da agricultura familiar, da Secretaria da Agricultura Familiar (SAF), vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA).

O PRONAF tem por finalidade o financiamento de projetos individuais ou coletivos de agricultores familiares e assentados da reforma agrária. O PRONAF Eco é uma linha de crédito especial para investimento em energia renovável e sustentabilidade ambiental e dentro das finalidades contempla as mini-usinas de biocombustíveis.

As condições de financiamento do PRONAF Eco para projetos de mini-usinas de biocombustíveis são de até 12 anos, incluídos até 3 anos de carência. Para o projeto deste estudo foi considerado 11 anos com 3 anos de carência. A taxa de juros do PRONAF Eco é de 4% ao ano (a.a).

Os indicadores financeiros calculados foram:

- I. Taxa de Retorno de Capital (TRC): mostra o número de períodos necessários para recuperar o capital investido na implantação do projeto. É calculado a partir do somatório, período a período, de cada benefício líquido, até que o valor acumulado se iguale ao valor do investimento inicial;
- II. Ponto de Equilíbrio (PE): identifica o nível de utilização da capacidade instalada e dos recursos produtivos, em que a receita se iguala ao custo total de produção;
- III. Taxa Interna de Retorno (TIR): é a taxa necessária para igualar o valor de um investimento (valor presente) com os seus respectivos retornos futuros ou saldos de caixa. A TIR é a taxa que o investidor obtém em média em cada ano sobre os capitais que se mantêm investidos no projeto, enquanto o investimento inicial é recuperado progressivamente.
- IV. Valor Presente Líquido (VPL): é a diferença entre o valor investido e o valor dos benefícios líquidos esperados, descontados na data inicial, usando como taxa de desconto uma taxa mínima de atratividade. Basicamente, é o cálculo de quanto os futuros pagamentos, somado a um custo inicial, estariam valendo atualmente.

7. RESULTADO E DISCUSSÃO

7.1. Resultado das Ferramentas Participativas

7.1.1. Observações Participantes

Está colocado como resultado as principais observações e impressões a respeito do assentamento Gleba XV de Novembro, fruto da participação das atividades e da vivência junto aos agricultores. Cabe ressaltar que as impressões aqui descritas refletem o olhar do pesquisador.

A região do Pontal do Paranapanema chama atenção pelo grande número de assentamentos de reforma agrária, palco de muitas ocupações por parte dos movimentos sociais de luta pela terra como o Movimento Terra e Liberdade (MTL), Movimento dos Agricultores Sem Terra (MAST) e o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST). Além disso, é uma região de assentamentos rurais antigos e novos, onde alguns ainda estão sendo criados.

A paisagem do assentamento Gleba XV de Novembro, chama atenção pela grande quantidade de pastagens, muitas delas com pouco ou nenhum animal pastando. O pasto, como pode ser visto na Figura 16, não fornece muita comida ao gado e por isso não é raro ver estes animais em área de floresta, situação que desrespeita a legislação vigente. Durante o tempo de trabalho de campo foi presenciada uma aula de um curso de pastoreio Voisin junto com agricultores aplicada por um consultor do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE). O curso era dividido em várias aulas e tinha como objetivo melhorar as pastagens dos agricultores participantes. Durante o curso os agricultores eram encorajados a já ir implantando o manejo proposto em seus pastos e o professor do curso acompanhava essas mudanças. Apesar de se julgar uma boa oportunidade e sem custos, poucos agricultores se interessaram.

Excluindo as áreas de pastagem, o assentamento é ocupado por culturas anuais e permanentes, criação de pequenos animais (suínos e aves predominam) e áreas destinada à moradia. A organização espacial do assentamento é feita em lotes e cada família cultiva o que deseja em seu próprio espaço, dentro das possibilidades técnicas e financeiras de cada uma. Não se teve notícias de áreas coletivas, mas acontecem algumas tarefas em grupo e troca de dia de serviço. Há também espaços comuns, as agrovilas, onde se encontram os serviços públicos como postos de saúde, escolas, correio, entre outros. É também nas agrovilas, três no total, que ocorrem as festas, as

atividades de lazer e relacionadas à organização do assentamento (encontros, discussões, etc.).



Figura 16. Pastagens da Gleba XV de Novembro

Sobre as plantações, há diversos tipos de cultivos. Alguns podemos dizer mais comerciais visando mercados mais distantes como é o caso da mandioca e café. Outros alimentos são destinados mais para a região dos municípios do entorno, se assemelhando muito de uma agricultura de subsistência com a venda do excedente, o que pode ser exemplificado na Figura 17. No entanto, plantações de alguns alimentos básicos de consumo interno, como o feijão carioca e o arroz não foram encontrados durante o período da pesquisa. Os agricultores compram esses alimentos nos supermercados da cidade de Rosana. No geral, considerando a convivência com a família hospedeira, foi observada uma alimentação diversificada, de boa qualidade nutricional e em quantidade necessária.



Figura 17. Exemplos de cultivo e parte da colheita diária de uma família da Gleba XV

A principal atividade econômica do assentamento é a criação de gado de leite. O leite é vendido a laticínios de regiões próximas e é retirado por caminhões tanque quase que diariamente (Figura 18). Os tanques de resfriamento geralmente são de propriedade das empresas e atende a mais de um agricultor. O assentado que hospeda o tanque de resfriamento é responsável pelo recebimento do leite dos vizinhos e pela entrega ao caminhão, assim como a limpeza do equipamento e contabilidade das coletas. Uma questão que chama atenção é que as empresas que buscam o leite na região se deslocam mais de 200 quilômetros. A possível razão para isso é a baixa produtividade (litros/animal) da região e os laticínios têm que recolher leite de muitos produtores para suprirem sua necessidade e por isso se deslocam bastante.



Figura 18. Caminhão de um dos laticínios que busca leite no assentamento.

Sobre a produção agrícola, existem dificuldades no escoamento da produção. Muitos produtores produzem menos devido a essa dificuldade, pois não tem para quem vender. A comercialização é feita de diversas formas: feiras locais, programas governamentais, atravessadores e o no Ceagesp (Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo). Em todas essas maneiras de comercializar os agricultores encontram dificuldades no transporte. Para comercializar a produção nas feiras, eles necessitam transporte próprio e para vender no Ceagesp, a maioria das vezes, tem que alugar um transporte, o que diminui o ganho financeiro com a plantação.

Durante o ano de 2009 um grupo de agricultores começou a participar do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), vinculado a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) do Ministério da Agricultura. Este programa começou a mudar um pouco a dificuldade no escoamento da produção para o grupo de agricultores participantes. Eles enviaram o projeto à CONAB e já faz um ano que estão entregando alimentos para entidades do município de Rosana como creches, asilos, entre outras (Figura 19). Este programa além de garantir o comprador da produção, ajudou no problema do transporte, pois os assentados conseguiram apoio da prefeitura de Rosana para buscar os alimentos no assentamento (Figura 20). O PAA acaba alavancando um pouco a produção, mas não o suficiente, uma vez que tem um limite de valor que pode ser entregue por cada família, em torno dos 3.500 reais por ano.



Figura 19. Entidades do município de Rosana retirando os alimentos entregues pelos agricultores.

Cabe colocar que o PAA existe desde 2003, porém somente em 2009 foi realizada a primeira entrega de alimentos pelo grupo de agricultores da Gleba XV. Para ser inserido no PAA é necessário ter uma associação de produtores, ou seja, pessoa jurídica oficializada e achar os parceiros para entregar os alimentos. Esta demora em fazer parte do programa, de certa forma, evidencia que existem problemas de organização entre os agricultores.



Figura 20. Veículo da prefeitura de Rosana retirando os alimentos do PAA.

Dentro deste grupo do PAA está o grupo de mulheres (por volta de dez mulheres) que se destaca pela entrega de produtos já transformados, como doces e biscoitos. Há algum tempo este grupo foi contemplado com equipamentos para construção de uma padaria e confeitaria coletiva, onde são produzidos os biscoitos que são entregues no PAA.

Após o início da entrega de alimentos no PAA, mais agricultores ficaram interessados. Isto mostra que alguns agricultores buscam formas alternativas, mas muitos esperam que alguma coisa dê certo para se juntarem ou tentarem também. É bem provável que se tenha outras iniciativas no assentamento, como arranjos de formas de produção e comercialização diferente das descritas, mas provavelmente contemplam pequenos grupos. Parece difícil imaginar uma estrutura de associação ou cooperativa que envolva todas as mais de 500 famílias.

Além do PAA, há outras formas de apoio de políticas públicas voltadas ao sistema produtivo. A assistência técnica é prestada, na maioria das vezes, pelo Instituto de Terras do Estado de São Paulo (ITESP). Cursos como o de pastoreio voisin, descrito anteriormente, são ministrados por órgãos como SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas), SENAR (Serviço Nacional de Aprendizagem Rural), entre outros. Mas pelo que se presenciou, este apoio técnico precisa ser mais eficiente e abundante, pois há poucos técnicos em relação ao número de lotes existentes (não só do assentamento Gleba XV de Novembro) na região.

As outras políticas como, saúde e educação, estão presentes, mas poderiam ser melhoradas. O assentamento fica distante do distrito de Primavera, pertencente ao município de Rosana e onde se encontra a maioria dos serviços públicos e do comércio. A distância acaba atrapalhando o acesso aos serviços uma vez que o transporte não é muito freqüente. O acesso ao hospital, por exemplo, fica dependendo, na maioria das vezes, de ambulância ou de transporte do próprio agricultor.

O pouco desenvolvimento do assentamento e da região do Pontal do Paranapanema faz com que muitas pessoas, e principalmente os jovens, saiam da comunidade buscando oportunidades em outras regiões. No Pontal do Paranapanema a referência é o município de Presidente Prudente. Houve por parte de uma agricultora, inclusive uma das interessadas na implantação da microdestilaria, a reclamação de que faltam oportunidades para os jovens, e a microdestilaria poderia ajudar neste aspecto. Somado a isso, cabe colocar a freqüência de ônibus “Rurais” transitando no assentamento. Ônibus estes que, nesta região, buscam trabalhadores temporários para o corte de cana.

Considerando a representatividade política, o assentamento tem agricultores eleitos como vereadores no município de Rosana. Isso pareceu importante na negociação de políticas e serviços para a comunidade e a busca de alternativas junto a deputados estaduais e federais, além dos ministérios.

De modo geral, o assentamento Gleba XV de Novembro apresenta uma situação que precisa ser melhorada. Pouca produção agropecuária, provavelmente devido a falta de políticas públicas principalmente de assistência técnica, pequenas indústrias e comercialização. Este pouco desenvolvimento acaba afetando outros aspectos como a evasão de mão de obra de jovens e adultos que acabam trabalhando parcialmente ou integralmente fora do lote. Com isso os problemas tornam-se cíclicos, se retroalimentando. É necessária uma alternativa que tenha capacidade de causar mudanças, nem que seja à um pequeno grupo inicialmente, para depois ser replicada em todo assentamento e em nível regional.

7.1.2. Chuva de Idéias

Como resultado da “chuva de idéias” sobre sustentabilidade foram obtidas as idéias das agricultoras sobre o tema. A sustentabilidade foi basicamente relacionada com o dia-a-dia do grupo de mulheres, ou seja, à agricultura.

Na Figura 21 podemos ver o resultado da dinâmica aplicada. Depois que as tarjetas foram preenchidas, o pesquisador com a participação das agricultoras separou em grupos de acordo com a afinidade do que tinha sido escrito. Formaram três grupos: um relacionado à produção, um ligado a idéia de orgânicos e o terceiro sobre coisas contrárias a idéia de sustentável.

De um modo geral, o que se notou foi que o conceito de sustentabilidade, assim como os valores ligados ao desenvolvimento sustentável, está um pouco distante do pensamento cotidiano. Parece um conhecimento que chega ao grupo por diversas formas como os meios de comunicação, mas que não é prioridade para elas. A conversa permeou mais o que foi exposto nos cartões e mesmo no caso dos orgânicos, foi um tema que não foi muito aprofundado.



Figura 21. Respostas das agricultoras da dinâmica “chuva de idéias” sobre sustentabilidade

Do ponto de vista do pesquisador, a dinâmica foi satisfatória para saber o quanto elas estão familiarizadas com o tema do desenvolvimento sustentável e para gerar a discussão entre as agricultoras. A ferramenta também foi importante para junto com as observações participantes formar uma idéia sobre como os assentados em geral vêem a sustentabilidade. E o que se percebeu é que esse conceito não deve fugir muito do conhecimento do grupo de mulheres.

7.2. Resultados da Metodologia Emergética

Neste item são mostrados e discutidos os resultados da análise emergética aplicada aos cenários Atual, SPAE e SIPAES. Optou-se por expor os resultados dos cenários de forma conjunta e de acordo com as etapas da análise emergética, com a finalidade de permitir uma melhor comparação entre eles.

Apesar de haver alguns intervalos de valores desejáveis para os indicadores emergéticos, a comparação entre os indicadores dos sistemas avaliados ainda é uma das principais maneiras de análise. Desta maneira, é possível estabelecer relações entre os valores dos indicadores e as diferenças nos manejos (uso de recursos locais e externos) dos sistemas, no uso do solo, entre outros fatores.

Deste modo, os resultados dos três cenários são expostos para cada etapa da metodologia emergética (dígrama sistêmico, tabela de avaliação emergética, indicadores emergéticos). A discussão é realizada em cada etapa da metodologia emergética mediante comparação dos resultados de cada cenário. Além disso, somado à comparação entre os três cenários, os resultados dos sistemas em que há a produção de etanol (SPAE e SIPAES) são comparados com os índices obtidos para a produção de etanol em larga escala (PEREIRA e ORTEGA, 2010).

Porém, antes de expor os resultados é necessário mencionar que este trabalho considerou como recurso renovável da natureza os fluxos de nitrogênio fixado da atmosfera e os minerais do solo utilizados por alguns componentes (produtores) do sistema.

Estudos que utilizam a metodologia emergética para avaliar sistemas agrícolas com uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos, contabilizam o fluxo destes materiais e o fluxo natural se resume a chuva. Por sua vez, sistemas naturais e agrícolas com manejo ecológico não utilizam fertilizantes químicos e agrotóxicos. Neste caso, os nutrientes

utilizados pela planta não vem dos fertilizantes químicos, mas sim do solo. Ou seja, quando se aplica a metodologia emergética para diferenciar sistemas agrícolas “industriais” e “ecológicos” o que se evidencia é a falta do uso de alguns insumos industriais e não o fato de que um sistema usa recursos não renováveis da economia e o outro, substâncias renováveis que vem da natureza.

Portanto, diferente da maioria das aplicações da metodologia emergética, este trabalho considerou o fluxo de nitrogênio fixado da atmosfera e o fluxo de minerais do solo para os sistemas naturais, por exemplo, florestas. Para os sistemas com manejo ecológico, estes fluxos também foram contabilizados como recursos renováveis da natureza. Quando a plantação recebe fertilizantes químicos é considerado que as plantas utilizam estes nutrientes adicionados.

Agostinho (2005) avaliou o Sítio Duas Cachoeiras (SDC) por meio da metodologia emergética e contabilizou o fluxo de nitrogênio da natureza (renovável) utilizado pelo sistema, uma vez que o SDC apresentava manejo baseados nos princípios da agroecologia e uma vasta biodiversidade. A maneira da contabilização do fluxo escolhida pelo autor foi considerar o nitrogênio contido nos produtos (principalmente em forma de proteína) como o nitrogênio absorvido pela planta. O presente trabalho, porém, contabilizou o nitrogênio de forma diferente de Agostinho (2005). De maneira geral, as estimativas do nitrogênio e minerais do solo foi realizada baseada na necessidade destes elementos pelas plantas de acordo com Berlyn e Cho (1999)

7.2.1. Diagramas Sistêmicos

A Figura 22 mostra o diagrama sistêmico de energia do cenário Atual, onde podemos ver como funciona o sistema, ou seja, seus componentes, os fluxos de energia e suas interações, os estoques de energia, entre outros. Os componentes do sistema “cenário Atual” são: a floresta, as plantações, a pastagem com gado e a família de agricultores. Este sistema depende de recursos da natureza (sol, chuva, minerais do solo e nitrogênio atmosférico) e da economia (calcário, fertilizantes químicos, agrotóxicos, vacinas e remédios). Dos fluxos naturais, o nitrogênio atmosférico e os minerais do solo não são utilizados pelas plantações, uma vez que há o uso de fertilizantes químicos e agrotóxicos, que impedem o processo natural, por melhor disponibilidade ou por impedir o desenvolvimento dos microrganismos responsáveis por viabilizar o uso dessas

substâncias pela planta. Os recursos da economia, em sua maioria, são usados pelas plantações. A força de trabalho (mão-de-obra) do sistema é provida pela família e parte do que é produzido é consumido por ela. Isto caracteriza um sistema familiar com alguma auto-suficiência alimentar.

Cabe lembrar que o cenário Atual é o sistema base do estudo e que os outros cenários são propostas de modificações, por isso é importante ter sempre em mente a figura deste cenário.

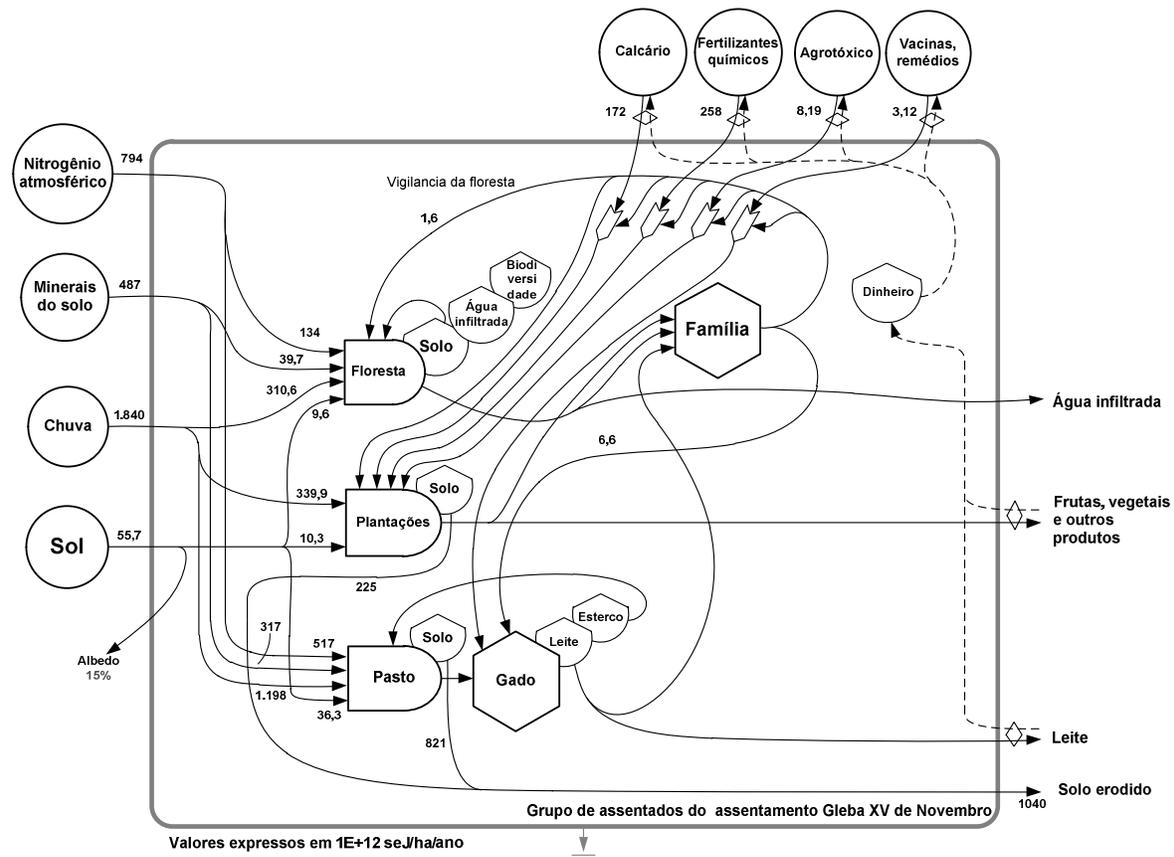


Figura 22. Diagrama sistêmico de fluxos de energia do Cenário Atual do assentamento Gleba XV de Novembro. Os valores indicam o valor em energia (seJ/ha/ano) de cada fluxo.

O diagrama sistêmico do cenário SPAE é mostrado na Figura 23. O sistema deste cenário é formado pelos mesmos componentes do cenário atual (a floresta, as plantações, a pastagem com gado e a família de agricultores) acrescidos dos novos elementos: cana-de-açúcar, eucalipto, moenda móvel e microdestilaria. Estes novos

elementos praticamente não interagem com o que já existia. A cana-de-açúcar, o eucalipto, a moenda móvel e microdestilaria interagem entre si para a produção de etanol e rapadura.

As fontes de energia renovável, vindas da natureza, são as mesmas do cenário Atual, assim como o não uso dos minerais do solo e do nitrogênio atmosférico pelas plantações. Porém, em comparação com o sistema sem a produção de etanol, este sistema aumenta o uso de recursos da economia como aço, eletricidade, plástico, cimento e mão-de-obra externa. Parte da produção de alimentos é consumida pela família, fora isso, o bagaço e a vinhaça, subprodutos da microdestilaria, são descartados no sistema, podendo ir para diferentes áreas, o que pode gerar desequilíbrios no funcionamento do sistema resultando em externalidades negativas como poluição do solo e dos recursos hídricos.

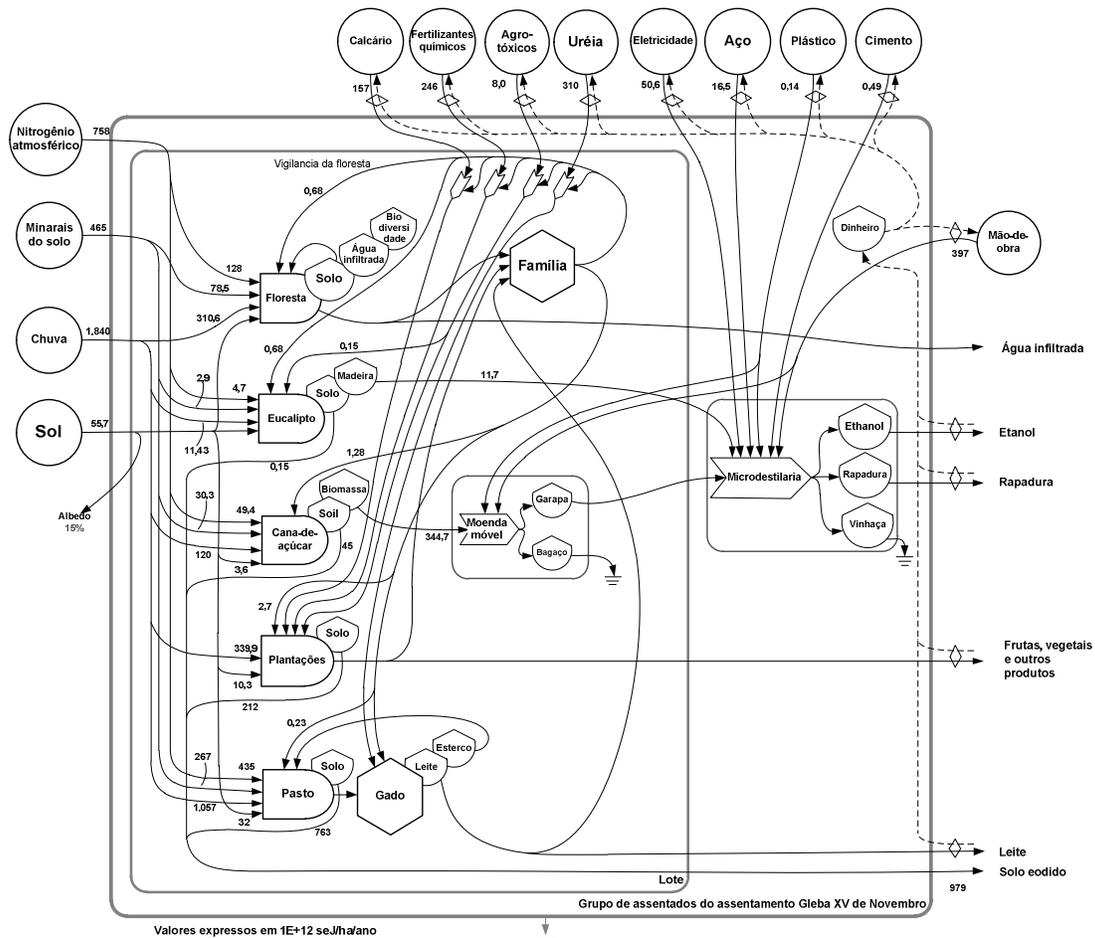


Figura 23. Diagrama sistêmico de fluxos de energia do Cenário SPAE do assentamento Gleba XV de Novembro. Os valores indicam o valor em energia (seJ/ha/ano) de cada fluxo.

A Figura 24 mostra o diagrama sistêmico de energia do cenário SIPAES. Em relação aos componentes do sistema, comparando ao cenário SPAE, o cenário SIPAES apresenta quase que os mesmos componentes, o que difere é a adição do elemento compostagem. Porém, ao contrário do cenário SPAE, os novos componentes em relação ao cenário Atual, interagem com os já existentes. A compostagem e os subprodutos da microdestilaria (vinhoto e bagaço) são os principais responsáveis pela integração do sistema. O vinhoto é destinado ao gado e o bagaço vai para o gado e para compostagem. O esterco recolhido é destinado a compostagem. Parte do composto destina-se as plantações, o que permite deixar de usar fertilizantes químicos. Além disso, outra diferença é que o sistema do cenário SIPAES não utiliza agrotóxicos nas plantações e nem calcário, ou seja, há um menor número de recursos da economia, sendo estes destinados em sua maioria para a microdestilaria.

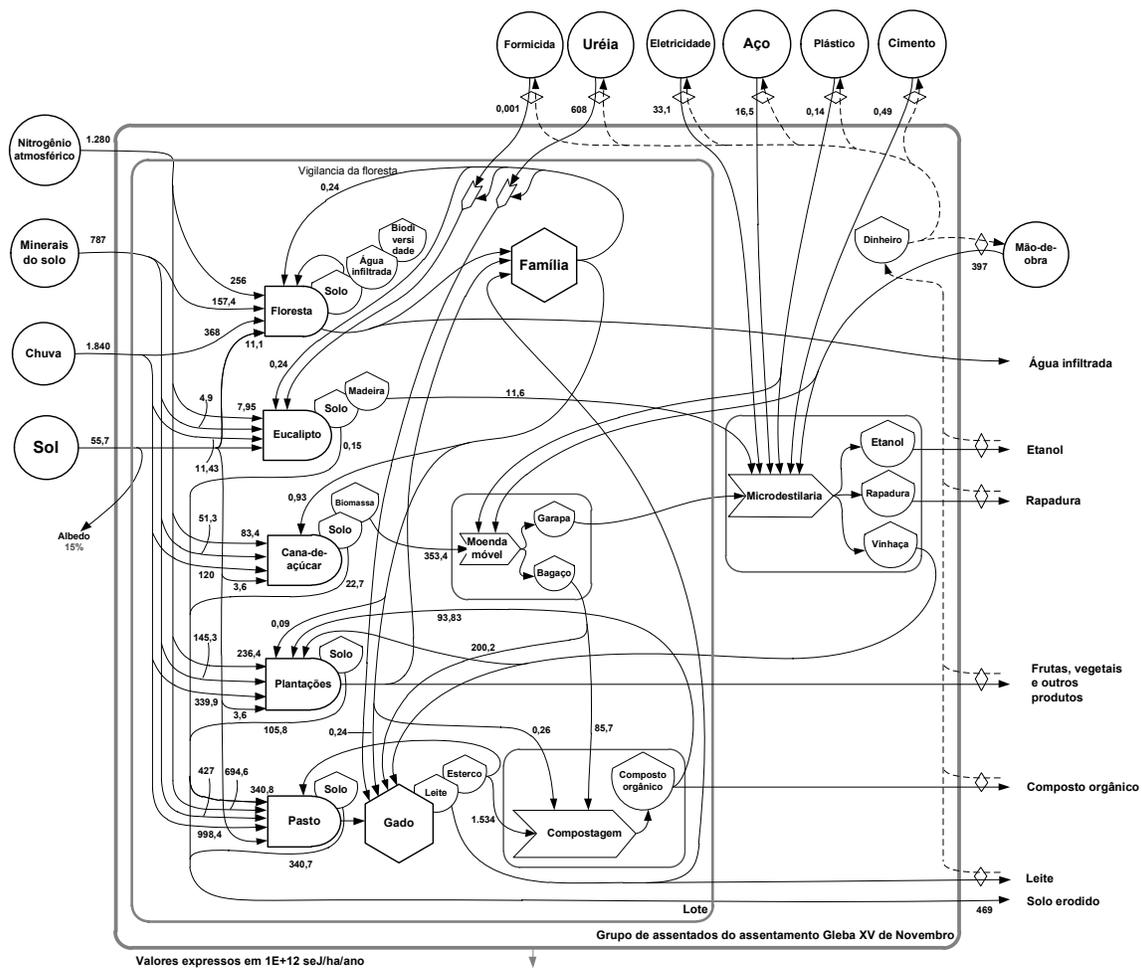


Figura 24. Diagrama sistêmico de fluxos de energia do Cenário SIPAES do assentamento Gleba XV de Novembro. Os valores indicam o valor em energia (seJ/ha/ano) de cada fluxo.

7.2.2. Tabelas de Avaliação Emergética

A tabela de avaliação emergética é construída a partir do diagrama sistêmico. É nela que os valores dos fluxos que cruzam as bordas do sistema são convertidos em energia, o que possibilita saber a emergy que suporta o sistema e calcular os indicadores de desempenho emergético.

A tabela de avaliação emergética do cenário Atual é mostrada na Tabela 14, a qual indica a chuva (37,1%) e o nitrogênio ficado da atmosfera (27%) como os principais fluxos renováveis, em termos de emergy. Do outro lado, a perda de solo é o principal fluxo não renovável, representado 20,8% da emergy total.

Tabela 14. Tabela da síntese emergética do cenário Atual do assentamento Gleba XV de Novembro

| Nota | Contribuições | Fração Renovável | Fluxo [unid./ha/ano] | Unid. | Intensidade Emergética [seJ/unid.] | Ref. | Emergy Renovável [seJ/ha/ano] | Emergy Não Renovável [seJ/ha/ano] | Emergy Total [seJ/ha/ano] | % |
|-----------------------|-------------------|------------------|----------------------|-------|------------------------------------|------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|--------------|
| Renováveis | | | | | | | 3,17E+15 | 0,00E+00 | 3,17E+15 | 68,0 |
| 1 | Sol | 1 | 5,57E+13 | J | 1,00E+00 | [a] | 5,57E+13 | 0,00E+00 | 5,57E+13 | 1,2 |
| 2 | Chuva | 1 | 6,00E+10 | J | 3,06E+04 | [b] | 1,84E+15 | 0,00E+00 | 1,84E+15 | 39,3 |
| 3 | Nitrogênio Atm | 1 | 1,03E+02 | kg | 7,73E+12 | [a] | 7,94E+14 | 0,00E+00 | 7,94E+14 | 17,0 |
| 4 | Minerais do solo | 1 | 1,03E+02 | kg | 4,74E+12 | [a] | 4,87E+14 | 0,00E+00 | 4,87E+14 | 10,4 |
| Não Renováveis | | | | | | | 0,00E+00 | 1,04E+15 | 1,04E+15 | 22,2 |
| 5 | Perda de solo | 0 | 8,37E+09 | J | 1,24E+05 | [b] | 0,00E+00 | 1,04E+15 | 1,04E+15 | 22,2 |
| Materiais | | | | | | | 4,41E+12 | 4,37E+14 | 4,41E+14 | 9,5 |
| 6 | Calcário | 0,01 | 1,72E+02 | kg | 1,00E+12 | [c] | 1,72E+12 | 1,70E+14 | 1,72E+14 | 3,7 |
| 7 | Nitrogênio | 0,01 | 1,40E+01 | kg | 7,73E+12 | [a] | 1,09E+12 | 1,07E+14 | 1,09E+14 | 2,3 |
| 8 | Fósforo | 0,01 | 1,46E+01 | kg | 6,55E+12 | [a] | 9,57E+11 | 9,48E+13 | 9,57E+13 | 2,1 |
| 9 | Potássio | 0,01 | 1,84E+01 | kg | 2,92E+12 | [a] | 5,37E+11 | 5,31E+13 | 5,37E+13 | 1,2 |
| 10 | Agrotóxico | 0,01 | 5,53E-01 | kg | 1,48E+13 | [b] | 8,19E+10 | 8,11E+12 | 8,19E+12 | 0,2 |
| 11 | Vacinas, remédios | 0,01 | 1,00E+00 | kg | 3,12E+12 | [d] | 3,12E+10 | 3,09E+12 | 3,12E+12 | 0,1 |
| Serviços | | | | | | | 1,01E+13 | 4,68E+12 | 1,48E+13 | 0,3 |
| 12 | Mão-de-obra local | 0,68 | 1,92E+07 | J | 7,68E+05 | [e] | 1,01E+13 | 4,68E+12 | 1,48E+13 | 0,3 |
| Emergy total | | | | | | | 3,19E+15 | 1,48E+15 | 4,67E+15 | 100,0 |

[a] Odum, 1996; [b] Brown e Ulgiati, 2004a; [c] Brandt-Williams, 2002; [d] Coelho et al., 2003; [e] este trabalho

(i) O baseline utilizado é de 15,83E+24 seJ/ano.

(ii) O item "sol" não é contabilizado para evitar dupla contagem.

Além da emergy total que suporta o sistema, é preciso conhecer a energia (em joules) produzida pelo sistema, ressaltando que é contabilizada somente a energia que cruza as fronteiras do sistema. Os diversos produtos do cenário Atual, assim como a

energia produzida podem ser observados na Tabela 15, evidenciando uma das características da agricultura de base familiar, a policultura.

Tabela 15. Produtos do Cenário Atual e a quantidade de Energia Produzida (Ep)

| Produtos | Quant. | Unid./ano | J/unid. | J/ano | J/ha/ano | unid./ha/ano |
|-----------------|------------|-----------|------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Leite | 53.220 | kg | 2.720.900 | 1,45E+11 | 8,99E+08 | 330,56 |
| Abobrinha | 14 | kg | 500.000 | 7,16E+06 | 4,45E+04 | 0,09 |
| Quiabo | 10 | kg | 200.000 | 2,09E+06 | 1,30E+04 | 0,06 |
| Milho verde | 8 | kg | 5.780.000 | 4,60E+07 | 2,85E+05 | 0,05 |
| Abóbora seca | 7 | kg | 610.000 | 4,15E+06 | 2,58E+04 | 0,04 |
| Folhosas | 8 | kg | 350.000 | 2,68E+06 | 1,66E+04 | 0,05 |
| Mandioca | 19.621 | kg | 6.340.000 | 1,24E+11 | 7,73E+08 | 121,87 |
| Feijão | 7.230 | kg | 10.980.000 | 7,94E+10 | 4,93E+08 | 44,90 |
| Milho | 33.665 | kg | 14.760.000 | 4,97E+11 | 3,09E+09 | 209,10 |
| Soja | 2.036 | kg | 15.170.000 | 3,09E+10 | 1,92E+08 | 12,64 |
| Feijão de corda | 492 | kg | 10.980.000 | 5,40E+09 | 3,35E+07 | 3,06 |
| Café | 549 | kg | 6.930.000 | 3,80E+09 | 2,36E+07 | 3,41 |
| Abacaxi | 3.008 | kg | 1.900.000 | 5,72E+09 | 3,55E+07 | 18,69 |
| Limão | 773 | kg | 1.330.000 | 1,03E+09 | 6,38E+06 | 4,80 |
| Ponkan | 1.520 | kg | 1.540.000 | 2,34E+09 | 1,45E+07 | 9,44 |
| Acerola | 43 | kg | 1.400.000 | 5,97E+07 | 3,71E+05 | 0,26 |
| Banana | 522 | kg | 3.830.000 | 2,00E+09 | 1,24E+07 | 3,24 |
| Água infiltrada | 16.306.080 | l | 5.000 | 8,15E+10 | 5,06E+08 | 101.280,00 |
| Total | | | | 9,78E+11 | 6,08E+09 | 102.042 |

De acordo com a tabela de avaliação emergética do cenário SPAE (tabela 16), os principais fluxos renováveis que dão suporte a este sistema são a chuva (36%) e o nitrogênio fixado da atmosfera (25%). A perda de solo (19,2%) apresenta contribuição significativa para a não renovabilidade do sistema. A uréia (5%) também contribui significativamente para o fluxo não renovável.

Em comparação ao cenário Atual, a importância da chuva e do nitrogênio fixado da atmosfera permanece, mas houve uma diminuição em seus valores. O aumento do suporte de recursos da economia foi o responsável por esta ligeira queda, o que geralmente ocorre na incorporação de insumos industriais a sistemas agrícolas. Ou seja, as fontes de energia naturais vão perdendo sua “importância”.

Tabela 16. Tabela de avaliação emergética do cenário SPAE do assentamento Gleba XV de Novembro

| Nota | Contribuições | Fração Renovável | Fluxo [unid./ha/ano] | Unid. | Intensidade Emergética [seJ/unid.] | Ref. | Energia Renovável [seJ/ha/ano] | Energia Não Renovável [seJ/ha/ano] | Energia Total [seJ/ha/ano] | % |
|-----------------------|------------------------|------------------|----------------------|-------|------------------------------------|------|--------------------------------|------------------------------------|----------------------------|--------------|
| Renováveis | | | | | | | 3,11E+15 | 0,00E+00 | 3,11E+15 | 57,6 |
| 1 | Sol | 1 | 5,57E+13 | J | 1,00E+00 | [a] | 5,57E+13 | 0,00E+00 | 5,57E+13 | 1,0 |
| 2 | Chuva | 1 | 6,00E+10 | J | 3,06E+04 | [b] | 1,84E+15 | 0,00E+00 | 1,84E+15 | 34,0 |
| 3 | Nitrogênio Atm | 1 | 9,81E+01 | kg | 7,73E+12 | [a] | 7,58E+14 | 0,00E+00 | 7,58E+14 | 14,0 |
| 4 | Minerais do solo | 1 | 9,81E+01 | kg | 4,74E+12 | [a] | 4,65E+14 | 0,00E+00 | 4,65E+14 | 8,6 |
| Não Renováveis | | | | | | | 0,00E+00 | 9,79E+14 | 9,79E+14 | 18,1 |
| 5 | Perda de solo | 0 | 7,89E+09 | J | 1,24E+05 | [b] | 0,00E+00 | 9,79E+14 | 9,79E+14 | 18,1 |
| Materiais | | | | | | | 2,93E+13 | 7,63E+14 | 7,93E+14 | 14,7 |
| 6 | Agrotóxico | 0 | 5,43E-01 | kg | 1,48E+13 | [b] | 0,00E+00 | 8,04E+12 | 8,04E+12 | 0,1 |
| 7 | Calcário | 0,01 | 1,57E+02 | kg | 1,00E+12 | [c] | 1,57E+12 | 1,56E+14 | 1,57E+14 | 2,9 |
| 8 | Nitrogenio | 0,01 | 1,37E+01 | kg | 7,73E+12 | [a] | 1,06E+12 | 1,05E+14 | 1,06E+14 | 2,0 |
| 9 | Fosforo | 0,01 | 1,36E+01 | kg | 6,55E+12 | [a] | 8,92E+11 | 8,83E+13 | 8,92E+13 | 1,7 |
| 10 | Potassio | 0,01 | 1,76E+01 | kg | 2,92E+12 | [a] | 5,16E+11 | 5,11E+13 | 5,16E+13 | 1,0 |
| 11 | Eleticidade | 0,5 | 2,01E+08 | J | 2,52E+05 | [a] | 2,53E+13 | 2,53E+13 | 5,06E+13 | 0,9 |
| 12 | Uréia | 0 | 4,86E+01 | kg | 6,38E+12 | [f] | 0,00E+00 | 3,10E+14 | 3,10E+14 | 5,7 |
| 13 | Aço | 0 | 1,46E+00 | kg | 1,13E+13 | [b] | 0,00E+00 | 1,65E+13 | 1,65E+13 | 0,3 |
| 14 | Plastico | 0 | 2,48E-02 | kg | 5,85E+12 | [g] | 0,00E+00 | 1,45E+11 | 1,45E+11 | 0,0 |
| 15 | Cimento | 0 | 2,35E-01 | kg | 2,07E+12 | [g] | 0,00E+00 | 4,87E+11 | 4,87E+11 | 0,0 |
| 16 | Vacinas, remédios | 0 | 1,06E+00 | US\$ | 3,30E+12 | [d] | 0,00E+00 | 3,49E+12 | 3,49E+12 | 0,1 |
| Serviços | | | | | | | 4,36E+12 | 5,12E+14 | 5,17E+14 | 9,6 |
| 17 | Mão-de-obra Local | 0,58 | 2,35E+07 | J | 3,18E+05 | [e] | 4,36E+12 | 3,12E+12 | 7,48E+12 | 0,1 |
| 18 | Mão-de-obra contratada | 0,00 | 1,20E+02 | US\$ | 3,30E+12 | [d] | 0,00E+00 | 3,97E+14 | 3,97E+14 | 7,3 |
| 19 | Serviços da dívida | 0 | 3,41E+01 | US\$ | 3,30E+12 | [d] | 0,00E+00 | 1,12E+14 | 1,12E+14 | 2,1 |
| Energia total | | | | | | | 3,15E+15 | 2,25E+15 | 5,40E+15 | 100,0 |

[a] Odum, 1996; [b] Brown e Ulgiati, 2004a; [c] Brandt-Williams, 2002; [d] Coelho et al., 2003; [e] este trabalho; [f] Cuadra e Rydberg, 2006; [g] Buranakarn, 1998 apud Buranakarn and Brown, 2002.

(i) O baseline utilizado é de 15,83E+24 seJ/ano.

(ii) O item "sol" não é contabilizado para evitar dupla contagem.

A Tabela 17 mostra os produtos e a quantidade de energia produzida pelo sistema no cenário SPAE. Comparado ao cenário Atual, o etanol e a rapadura aparecem como novos produtos, o que resultou uma maior quantidade de energia produzida.

Tabela 17. Produtos do Cenário SPAE e a quantidade de Energia Produzida (Ep)

| Produtos | Quant. | unid./ano | J/unid. | J/ano | J/ha/ano | unid./ha/ano |
|-----------------|------------|-----------|------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Álcool | 38.400 | l | 26.371.800 | 1,01E+12 | 6,29E+09 | 238,51 |
| Rapadura | 30.240 | kg | 15.440.000 | 4,67E+11 | 2,90E+09 | 187,83 |
| Leite | 47.286 | l | 8.874.320 | 4,20E+11 | 2,61E+09 | 293,70 |
| Abobrinha | 8 | kg | 500.000 | 4,18E+06 | 2,59E+04 | 0,05 |
| Quiabo | 6 | kg | 200.000 | 1,22E+06 | 7,57E+03 | 0,04 |
| Milho verde | 5 | kg | 5.780.000 | 2,68E+07 | 1,67E+05 | 0,03 |
| Abóbora seca | 4 | kg | 610.000 | 2,42E+06 | 1,50E+04 | 0,02 |
| Folhosas | 4 | kg | 350.000 | 1,56E+06 | 9,70E+03 | 0,03 |
| Mandioca | 19.621 | kg | 6.340.000 | 1,24E+11 | 7,73E+08 | 121,87 |
| Feijão | 7.230 | kg | 10.980.000 | 7,94E+10 | 4,93E+08 | 44,90 |
| Milho | 33.665 | kg | 14.760.000 | 4,97E+11 | 3,09E+09 | 209,10 |
| Soja | 2.036 | kg | 15.170.000 | 3,09E+10 | 1,92E+08 | 12,64 |
| Feijão de corda | 492 | kg | 10.980.000 | 5,40E+09 | 3,35E+07 | 3,06 |
| Café | 549 | kg | 6.930.000 | 3,80E+09 | 2,36E+07 | 3,41 |
| Abacaxi | 3.008 | kg | 1.900.000 | 5,72E+09 | 3,55E+07 | 18,69 |
| Limão | 773 | kg | 1.330.000 | 1,03E+09 | 6,38E+06 | 4,80 |
| Ponkan | 1.520 | kg | 1.540.000 | 2,34E+09 | 1,45E+07 | 9,44 |
| Acerola | 43 | kg | 1.400.000 | 5,97E+07 | 3,71E+05 | 0,26 |
| Banana | 522 | kg | 3.830.000 | 2,00E+09 | 1,24E+07 | 3,24 |
| Água infiltrada | 16.308.000 | l | 5.000 | 8,15E+10 | 5,06E+08 | 101.291,93 |
| Total | | | | 2,73E+12 | 1,70E+10 | 102.444 |

A tabela de avaliação emergética do cenário SIPAES pode ser vista na Tabela 18. O fluxo de energia da chuva corresponde a 33,6% de toda energia que suporta este sistema. O nitrogênio fixado da atmosfera (39,4%) apresentou maior contribuição ao sistema do que a chuva. Este fato não ocorreu nos outros cenários (Atual e SPAE) e o que o permitiu foi o uso de manejo com princípios da agroecologia deixando de usar fertilizantes químicos e utilizando o nitrogênio atmosférico fixado e disponível no solo. Além disso, este manejo mais ecológico significou menor energia perdida através do solo erodido (8,6%) da energia total do sistema.

Tabela 18. Tabela da síntese emergética do cenário SIPAES do assentamento Gleba XV de Novembro

| Nota | Contribuições | Fração Renovável | Fluxo [unid./ha/ano] | Unid. | Intensidade Emergética [seJ/unid.] | Ref. | Energia Renovável [seJ/ha/ano] | Energia Não Renovável [seJ/ha/ano] | Energia Total [seJ/ha/ano] | % |
|-----------------------|------------------------|------------------|----------------------|-------|------------------------------------|------|--------------------------------|------------------------------------|----------------------------|--------------|
| Renováveis | | | | | | | 3,96E+15 | 0,00E+00 | 3,96E+15 | 70,6 |
| 1 | Sol | 1 | 5,57E+13 | J | 1,00E+00 | [a] | 5,57E+13 | 0,00E+00 | 5,57E+13 | 1,0 |
| 2 | Chuva | 1 | 6,00E+10 | J | 3,06E+04 | [b] | 1,84E+15 | 0,00E+00 | 1,84E+15 | 32,7 |
| 3 | Nitrogênio Atm | 1 | 1,66E+02 | kg | 7,73E+12 | [a] | 1,28E+15 | 0,00E+00 | 1,28E+15 | 22,9 |
| 4 | Minerais do solo | 1 | 1,66E+02 | kg | 4,74E+12 | [a] | 7,87E+14 | 0,00E+00 | 7,87E+14 | 14,0 |
| Não Renováveis | | | | | | | 0,00E+00 | 4,69E+14 | 4,69E+14 | 8,4 |
| 5 | Perda de solo | 0 | 3,79E+09 | J | 1,24E+05 | [b] | 0,00E+00 | 4,69E+14 | 4,69E+14 | 8,4 |
| Materiais | | | | | | | 1,66E+13 | 6,48E+14 | 6,65E+14 | 11,9 |
| 6 | Formicida | 0 | 3,86E-05 | kg | 1,48E+13 | [b] | 0,00E+00 | 5,71E+08 | 5,71E+08 | 0,0 |
| 7 | Eletricidade | 0,5 | 2,01E+08 | J | 1,65E+05 | [a] | 1,66E+13 | 1,66E+13 | 3,31E+13 | 0,6 |
| 8 | Uréia | 0 | 9,18E+01 | kg | 6,62E+12 | [e] | 0,00E+00 | 6,08E+14 | 6,08E+14 | 10,8 |
| 9 | Aço | 0 | 1,46E+00 | kg | 1,13E+13 | [b] | 0,00E+00 | 1,65E+13 | 1,65E+13 | 0,3 |
| 10 | Plástico | 0 | 2,48E-02 | kg | 5,85E+12 | [f] | 0,00E+00 | 1,45E+11 | 1,45E+11 | 0,0 |
| 11 | Cimento | 0 | 2,35E-01 | kg | 2,07E+12 | [f] | 0,00E+00 | 4,87E+11 | 4,87E+11 | 0,0 |
| 12 | Vacinas, remédios. | 0 | 2,00E+00 | US\$ | 3,30E+12 | [c] | 0,00E+00 | 6,59E+12 | 6,59E+12 | 0,1 |
| Serviços | | | | | | | 2,08E+12 | 5,10E+14 | 5,12E+14 | 9,1 |
| 13 | Mão-de-obra Local | 0,71 | 2,56E+07 | J | 1,15E+05 | [d] | 2,08E+12 | 8,52E+11 | 2,94E+12 | 0,1 |
| 14 | Mão-de-obra Contratada | 0,00 | 1,20E+02 | US\$ | 3,30E+12 | [c] | 0,00E+00 | 3,97E+14 | 3,97E+14 | 7,1 |
| 15 | Serviços da dívida | 0 | 3,41E+01 | US\$ | 3,30E+12 | [c] | 0,00E+00 | 1,12E+14 | 1,12E+14 | 2,0 |
| Energia total | | | | | | | 3,98E+15 | 1,63E+15 | 5,61E+15 | 100,0 |

[a] Odum, 1996; [b] Brown e Ulgiati, 2004a; [c] Coelho et al., 2003; [d] este trabalho; [e] Cuadra e Rydberg, 2006; [f] Buranakarn, 1998 apud Buranakarn and Brown, 2002.

(i) O baseline utilizado é de 15,83E+24 seJ/ano.

(ii) O item "sol" não é contabilizado para evitar dupla contagem.

Os produtos do cenário SIPAES podem ser vistos na Tabela 19. Os produtos deste cenário são quase os mesmo do cenário SPAE, com exceção do composto orgânico e do aumento na quantidade de leite produzido, que contribuiu para o aumento a energia produzida pelo sistema.

Após a apresentação das tabelas de avaliação emergética e dos produtos dos cenários estudados é preciso fazer uma observação relacionada às tabelas de avaliação emergética dos três cenários, a contabilização do fluxo de nitrogênio fixado da atmosfera. Este fluxo apresentou de 25% a quase 40% da energia total que dá suporte aos sistemas, o que chama atenção, pois é um fluxo que não é normalmente contabilizado nas aplicações da metodologia emergética. Portanto, foi positivo a escolha de avaliar este

fluxo, porém é importante para o futuro avaliar qual a melhor forma de estimar este fluxo, talvez a maneira utilizada neste trabalho não seja a melhor.

Tabela 19. Produtos do Cenário SIPAES e a quantidade de Energia Produzida (Ep)

| | Quant. | Unid./ano | J/unid. | J/ano | J/ha/ano | unid./ha/ano |
|-------------------|------------|-----------|------------|----------|----------|--------------|
| Álcool | 38.400 | l | 26.371.800 | 1,01E+12 | 6,29E+09 | 238,51 |
| Rapadura | 30.240 | kg | 15.440.000 | 4,67E+11 | 2,90E+09 | 187,83 |
| Leite | 89.336 | l | 8.874.320 | 7,93E+11 | 4,92E+09 | 554,88 |
| Abobrinha | 8 | kg | 500.000 | 4,18E+06 | 2,59E+04 | 0,05 |
| Quiabo | 6 | kg | 200.000 | 1,22E+06 | 7,57E+03 | 0,04 |
| Milho verde | 5 | kg | 5.780.000 | 2,68E+07 | 1,67E+05 | 0,03 |
| Abóbora seca | 4 | kg | 610.000 | 2,42E+06 | 1,50E+04 | 0,02 |
| Folhosas | 4 | kg | 350.000 | 1,56E+06 | 9,70E+03 | 0,03 |
| Mandioca | 19.621 | kg | 6.340.000 | 1,24E+11 | 7,73E+08 | 121,87 |
| Feijão | 7.230 | kg | 10.980.000 | 7,94E+10 | 4,93E+08 | 44,90 |
| Milho | 33.665 | kg | 14.760.000 | 4,97E+11 | 3,09E+09 | 209,10 |
| Soja | 2.036 | kg | 15.170.000 | 3,09E+10 | 1,92E+08 | 12,64 |
| Feijão de corda | 492 | kg | 10.980.000 | 5,40E+09 | 3,35E+07 | 3,06 |
| Café | 549 | kg | 6.930.000 | 3,80E+09 | 2,36E+07 | 3,41 |
| Abacaxi | 3.008 | kg | 1.900.000 | 5,72E+09 | 3,55E+07 | 18,69 |
| Limão | 773 | kg | 1.330.000 | 1,03E+09 | 6,38E+06 | 4,80 |
| Ponkan | 1.520 | kg | 1.540.000 | 2,34E+09 | 1,45E+07 | 9,44 |
| Acerola | 43 | kg | 1.400.000 | 5,97E+07 | 3,71E+05 | 0,26 |
| Banana | 522 | kg | 3.830.000 | 2,00E+09 | 1,24E+07 | 3,24 |
| Composto Orgânico | 201.261 | kg | 22.185.800 | 4,47E+12 | 2,77E+10 | 1.250,07 |
| Água infiltrada | 77.280.000 | l | 5.000 | 3,86E+11 | 2,40E+09 | 480.000,00 |
| | | | | 7,88E+12 | 4,89E+10 | 482.662,87 |

Analisando a tabela de avaliação emergética para os três cenários, vale comentar um pouco sobre a contabilização da mão-de-obra. Esta é uma questão que ainda falta uma reflexão bem aprofundada, mas que não é objetivo deste trabalho. Portanto, alguns comentários gerais sobre o modo que foi feito neste trabalho é colocado a seguir.

Uma das principais questões se refere ao trabalho interno. Neste estudo, a família está dentro do sistema, porém aparece na tabela da avaliação emergética, situação que não é difícil de encontrar em outros trabalhos, porém provavelmente estudos a respeito de sistemas de pequena escala (principalmente agrícola). A questão é que no diagrama e na situação real a família está dentro do sistema, porém é necessária a contabilização da energia cedida por ela ao sistema. Outra forma seria não considerar a energia esforço do trabalho, mas a energia que a família utiliza para se manter, o inclui o estilo de vida.

Outra situação é sobre a mão-de-obra externa. Alguns trabalhos utilizam a energia cedida pelos trabalhadores ao sistema (esforço físico), outros porém utiliza o salário e os encargos trabalhistas pago aos trabalhadores. Este estudo considerou o pagamento dos salários (fluxo monetário), considerando que está se viabilizando o serviços prestados pelos trabalhadores. Porém, como na outra situação, é necessário estudos mais aprofundados nesta questão.

De forma complementar ao cálculo da emergia dos fluxos que atravessam as bordas do sistema e a construção das tabelas de avaliação emergética, foram elaboradas tabelas (Tabelas 20, 21 e 22) para cada cenário com os fluxos convertidos em unidades monetárias (emdólar) e os valores econômicos.

Tabela 20. Custos dos fluxos calculados em R\$, US\$ e EmUS\$ para o cenário Atual

| Contribuições | Dados de entrada | Unidade | Custo [R\$/ha/ano] | Custo [US\$/ha/ano] | Custo* [EmUS\$/ha/ano] |
|-----------------------|------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|------------------------|
| Renováveis | | | 0,00 | 0,00 | 961,40 |
| Sol | 5 | kWh/m ² /dia | 0 | 0 | 16,89 |
| Chuva | 1.200 | mm/ano | 0 | 0 | 556,36 |
| Nitrogênio Atm | 103 | kg/ha/ano | 0 | 0 | 240,63 |
| Minerais do solo | 103 | kg/ha/ano | 0 | 0 | 147,52 |
| Não Renováveis | | | 0,00 | 0,00 | 314,49 |
| Perda de solo | 18.513 | kg/ha/ano | 0 | 0 | 314,49 |
| Materiais | | | 88,62 | 48,16 | 133,74 |
| Calcário | 27.709 | kg/ano | 7,06 | 3,84 | 52,15 |
| Nitrogênio | 14 | kg/ha/ano | 13,22 | 7,19 | 32,89 |
| Fósforo | 15 | kg/ha/ano | 13,22 | 7,19 | 29,00 |
| Potássio | 18 | kg/ha/ano | 13,22 | 7,19 | 16,26 |
| Agrotóxico | 1 | kg/ha/ano | 39,66 | 21,56 | 2,48 |
| Vacinas, remédios | 1 | kg/ha/ano | 2,24 | 1,22 | 0,95 |
| Serviços | | | 0,00 | 0,00 | 4,47 |
| Mão-de-obra local | 9 | h/dia | 0 | 0 | 4,47 |
| Total | | | 88,62 | 48,16 | 1.414,09 |

* O custo em Emdolar é calculado dividindo a emergia total de cada fluxo pela relação emergia/dinheiro do Brasil

Tabela 21. Custos dos fluxos calculados em R\$, US\$ e EmUS\$ para o cenário SPAE

| Contribuições | Dados de entrada | unidade | Custo [R\$/ha/ano] | Custo [US\$/ha/ano] | Custo* [EmUS\$/ha/ano] |
|------------------------|------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|------------------------|
| Renováveis | | | 0,00 | 0,00 | 943,67 |
| Sol | 4,99 | kWh/m ² /dia | 0 | 0 | 16,89 |
| Chuva | 1.200 | l/m ² /ano | 0 | 0 | 556,36 |
| Nitrogênio Atm | 98 | kg/ha/ano | 0 | 0 | 229,64 |
| Minerais do solo | 98 | kg/ha/ano | 0 | 0 | 140,78 |
| Não Renováveis | | | 0,00 | 0,00 | 296,58 |
| Perda de solo | 17.459 | kg/ha/ano | 0 | 0 | 296,58 |
| Materiais | | | 296,07 | 160,91 | 240,24 |
| Agrotóxico | 87 | kg/ano | 38,49 | 20,92 | 2,44 |
| Calcário | 157 | kg/ha/ano | 6,44 | 3,50 | 47,61 |
| Nitrogenio | 14 | kg/ha/ano | 22,26 | 12,10 | 31,99 |
| Fosforo | 14 | kg/ha/ano | 22,26 | 12,10 | 27,04 |
| Potassio | 18 | kg/ha/ano | 22,26 | 12,10 | 15,63 |
| Eletricidade | 8982 | kWh/ano | 12,83 | 6,97 | 15,34 |
| Uréia | 7.824 | kg/ano | 121,49 | 66,03 | 93,95 |
| Aço | 1,46 | kg/ha/ano | 41,89 | 22,77 | 5,00 |
| Plástico | 0,02 | kg/ha/ano | 4,65 | 2,53 | 0,04 |
| Cimento | 0,24 | kg/ha/ano | 1,56 | 0,85 | 0,15 |
| Vacinas, remédios. | 1,06 | US\$/ha/ano | 1,94 | 1,06 | 1,06 |
| Serviços | | | 221,23 | 120,23 | 122,50 |
| Mão-de-obra Local | 11 | h/dia | 0 | 0 | 2,27 |
| Mão-de-obra contratada | 3 | Trabalhadores | 221,23 | 120,23 | 120,23 |
| Serviços da dívida | 34,08 | US\$/ha/ano | 62,70 | 34,08 | 34,08 |
| Total | | | 517,30 | 281,14 | 1.602,98 |

* O custo em Emdolar é calculado dividindo a emergia total de cada fluxo pela relação emergia/dinheiro do Brasil

Tabela 22. Custos dos fluxos calculados em R\$, US\$ e EmUS\$ para o cenário SIPAES

| Contribuições | Dados de entrada | unidade | Custo [R\$/ha/ano] | Custo [US\$/ha/ano] | Custo* [EmUS\$/ha/ano] |
|------------------------|------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|------------------------|
| Renováveis | | | 0,00 | 0,00 | 1.200,50 |
| Sol | 4,99 | kWh/m ² /dia | 0 | 0 | 16,89 |
| Chuva | 1.200 | l/m ² /ano | 0 | 0 | 556,36 |
| Nitrogênio Atm | 166 | kg/ha/ano | 0 | 0 | 388,86 |
| Minerais do solo | 166 | kg/ha/ano | 0 | 0 | 238,39 |
| Não Renováveis | | | 0,00 | 0,00 | 142,24 |
| Perda de solo | 8.373 | kg/ha/ano | 0 | 0 | 142,24 |
| Materiais | | | 294,14 | 159,86 | 201,40 |
| Formicida | 1 | kg/ano | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Eletricidade | 8982 | kWh/ano | 12,83 | 6,97 | 10,04 |
| Uréia | 14.781 | kg/ano | 229,52 | 124,74 | 184,18 |
| Aço | 1,46 | kg/ha/ano | 41,89 | 22,77 | 5,00 |
| Plastico | 0,02 | kg/ha/ano | 4,65 | 2,53 | 0,04 |
| Cimento | 0,24 | kg/ha/ano | 1,56 | 0,85 | 0,15 |
| Vacinas, remédios. | 2,00 | US\$/ha/ano | 3,67 | 2,00 | 2,00 |
| Serviços | | | 283,94 | 154,31 | 155,20 |
| Mao-de-obra Local | 12 | h/dia | 0 | 0 | 0,89 |
| Mão-de-obra Contratada | 3 | Trabalhadores | 221,23 | 120,23 | 120,23 |
| Serviços da dívida | 34,08 | US\$/ha/ano | 62,70 | 34,08 | 34,08 |
| Total | | | 578,07 | 314,17 | 1.699,34 |

* O custo em Emdolar é calculado dividindo a emergia total de cada fluxo pela relação emergia/dinheiro do Brasil

Os recursos da natureza não são contabilizados pela análise econômica, porém, são essenciais para funcionamento do sistema. Quando utilizamos a metodologia emergética, percebe-se que a maioria do valor em emdólares vem dos fluxos da natureza. Outra questão é que a maioria dos fluxos dos materiais da economia apresentou valor emdólar maior que o valor em dólar, o que permite dizer que, analisando de forma sistêmica, há um “subsídio” para a produção destes insumos.

Com isso cada fluxo, inclusive os recursos da natureza, passa a ter um valor em dinheiro. Este valor pode servir de base para cobrança de externalidades negativas (perda de solo, por exemplo) e pagamentos de serviços ambientais como a “produção” de água, uma vez que a análise econômica não atribui valor a esses fluxos.

7.2.3. Indicadores de Desempenho Emergético

Nesta etapa são colocados e discutidos os indicadores de desempenho emergéticos obtidos para os três cenários (Atual, SPAE e SIPAES). Os indicadores de cada cenário podem ser vistos na Tabela 23. Cabe lembrar que a discussão destes resultados é realizada através da comparação entre os valores dos indicadores emergéticos e das características de cada cenário, como o uso do solo e o manejo.

Tabela 23. Comparação dos Indicadores Emergéticos dos cenários Atual, SPAE e SIPAES

| Indicador | Cálculo | Atual | SPAE | SIPAES | Unidade |
|----------------------------------|---------------------------------|----------|----------|----------|---------|
| Transformidade | $Tr = Y/Ep$ | 767.966 | 317.712 | 114.637 | seJ/J |
| Energia Específica | $Y/Massa\ total$ | 4,57E+10 | 5,26E+10 | 1,16E+10 | seJ/kg |
| Razão de Rendimento Emergético | $EYR = Y/F$ | 10,23 | 4,15 | 4,77 | adimen. |
| Razão de Investimento Emergético | $EIR = F/I$ | 0,11 | 0,32 | 0,27 | adimen. |
| Razão de carga Ambiental | $ELR = (N+M_N+S_N)/(R+M_R+S_R)$ | 0,47 | 0,73 | 0,42 | adimen. |
| Renovabilidade | $\%R = 100(R+M_R+S_R/Y)$ | 68,30 | 58,37 | 70,98 | % |
| Razão de Intercâmbio de Energia | $EER = Y/[(\$)*(seJ/\$)]$ | 3,73 | 1,33 | 1,12 | adimen. |

A Transformidade (Tr) é a razão entre a energia total utilizada (Y) e a energia produzida pelo sistema (Ep). A Tr, além de ser e servir como fator de conversão (fator de intensidade emergética) para outros estudos, ela também é vista como um indicador de

qualidade do sistema. De maneira geral, quanto maior a Tr , maior a energia requerida pelo sistema.

A Tr calculada para o cenário Atual é maior que a do cenário SPAE. A inserção da microdestilaria significa a inserção de mais energia no sistema, portanto era de se esperar que a Tr aumentasse do cenário Atual para o SPAE. Como podemos ver na Figura 25, no cenário SPAE, a energia total (Y) é maior do que a do cenário Atual, porém, a energia produzida (Ep) é aproximadamente o dobro, o que faz a Tr ser menor. A alta Tr do cenário Atual indica que se poderia ter um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, principalmente dos recursos da natureza, ou seja, o sistema poderia produzir mais. Alguma das razões desta baixa produtividade não vem diretamente do manejo, mas de fatores como a dificuldade de comercialização, como foi colocado nos resultados da observação participante. Se o agricultor encontra dificuldades em vender seu produto, ele planta uma menor área.

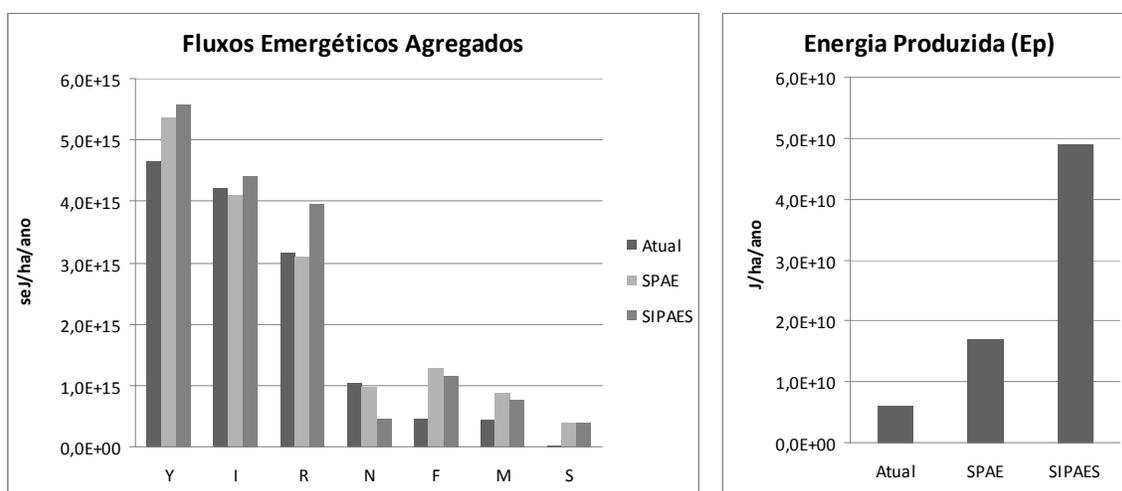


Figura 25. Fluxos energéticos agregados e energia produzida para os cenários Atual, SPAE e SIPAES

A Tr do cenário SIPAES foi bem menor que a Tr do cenário Atual e mais de duas vezes menor que a do cenário SPAE. Como podemos ver na Figura 25, a energia total do cenário SIPAES é um pouco maior que a do cenário SPAE, porém a quantidade de energia produzida é bem maior. Entre os cenários, Atual e SPAE, a diferença na quantidade de energia produzida é devido a produção de etanol e rapadura. O cenário SIPAES também produz etanol e rapadura, porem há também a produção de composto

orgânico. Os produtos podem ser vistos nas tabelas 15, 17 e 19. Portanto, pode-se dizer que o cenário SIPAES é mais eficiente no uso dos recursos da natureza e da economia.

O EYR é a razão entre a energia total utilizada (Y) e a energia adicionada ao sistema, ou seja, recursos da economia (F). Esta razão serve para entender em que medida um investimento permite a um processo exportar recursos locais, a fim de contribuir ainda mais para a economia. Quanto maior o EYR, maior a energia possível de se retirar por energia investida (adicionada) ao sistema.

A comparação entre o EYR dos três cenários aponta o cenário atual como o de maior razão de rendimento energético. Ou seja, este cenário tem um maior potencial para a exportação de recursos locais (produtos) com menor energia investida. Os cenários SPAE e SIPAES apresentaram EYR menores e próximas, porém menores que o cenário Atual.

Os sistemas agrícolas analisados por Odum (1996) apresentaram EYR menores que dois e os valores calculados neste trabalho estão acima desse valor. A contabilização dos fluxos de nitrogênio fixado da atmosfera e dos minerais do solo contribuiu para este fato. A energia total é maior, uma vez que o fluxo de recursos renováveis é maior devido a consideração da área de floresta, a qual utiliza destes fluxos de nitrogênio e minerais do solo.

Além disso, é importante colocar que no cálculo do EYR é considerado a energia total que suporta o sistema (Y), porém esta energia pode ser de origem renovável ou não. De acordo com Ortega (2010) é possível entender melhor o indicador EYR se este for dividido em função do suportes renovável e não-renovável (equação 1).

$$EYR = \frac{Y}{F} = \frac{R+N+F}{F} = 1 + \frac{R}{F} + \frac{N}{F} \quad (\text{equação 1})$$

A Tabela 24 mostra o EYR dos três cenários e os respectivos suportes, renovável e não-renovável. Esta tabela contém ainda uma coluna com a razão R/N, que equivale à razão entre o suporte renovável e o suporte não renovável. Esta é uma informação importante uma vez que é desejável que se tenha maior proporção de R do que de N. Comparando os cenários SPAE e SIPAES eles apresentam EYR semelhantes, porém o

cenário SIPAES apresentou maior suporte renovável, ou seja, tem potencial de exportar recursos locais, mais renováveis, para economia local do que o sistema no cenário SPAE.

Tabela 24. EYR em termos dos suportes renovável e não-renovável dos cenários atual, SPAE e SIPAES.

| Cenário | EYR ¹ | Suporte renovável (R/F) | Suporte não-renovável (N/F) | R/N |
|---------|------------------|-------------------------|-----------------------------|------|
| Atual | 10,23 | 6,96 | 2,28 | 3,06 |
| SPAE | 4,15 | 2,42 | 0,76 | 3,18 |
| SIPAES | 4,80 | 3,43 | 0,41 | 8,44 |

$$^1\text{EYR} = 1 + (\text{R/F}) + (\text{N/F})$$

O EIR é a razão entre os fluxos da economia (energia comprada) e os fluxos da natureza (energia gratuita). Quanto maior o EIR do sistema, maior sua dependência dos recursos da economia. O SPAE (EIR = 0,32) é o cenário com maior dependência dos recursos da economia, seguido pelo SIPAES (EIR = 0,26) e o cenário Atual (EIR = 0,11). A instalação da microdestilaria representa a inserção de recursos da economia e conseqüentemente o sistema (cenários SPAE e SIPAES) passam a depender destes recursos. O cenário SIPAES apresentou menor EIR devido às interações internas que possibilitam o não uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos e por isso não é preciso comprar estes insumos. Além disso, como podemos ver na Figura 25, o cenário SIPAES apresenta maior fluxo de recursos da natureza (I).

O próximo indicador de desempenho emergético a ser discutido é o ELR, Razão de Carga Ambiental. O ELR é a razão entre os fluxos não renováveis e os fluxos renováveis. Na forma modificada utilizada por Ortega et al (2002) nos fluxos renováveis entram as parcelas renováveis dos matérias e serviços da economia (M_R e S_R), assim como são contabilizadas as parcelas não renováveis destes mesmos fluxos (M_N e S_N). A carga ambiental calculada não se refere diretamente a poluição ou emissão de gases. Este indicador avalia a pressão que o sistema exerce no meio ambiente, relacionada ao uso dos recursos renováveis e não renováveis.

Como pode ser acompanhado na Tabela 23, o cenário SIPAES apresentou menor ELR (0,41) seguido pelo cenário Atual (0,43) e o SPAE (0,73). Cabe colocar que todos os ELR foram menores que 1, portanto os três cenários utilizam mais fluxos renováveis do que não renováveis, apresentando baixa carga ambiental. Porém quando se compara os cenários percebe-se que ao adicionar a microdestilaria a carga ambiental aumenta, pois

há maior consumo de recursos não renováveis. Mas, no sistema integrado (SIPAES) a pressão no meio ambiente devido à instalação da microdestilaria é compensada pela diminuição dos insumos para as plantações.

A Renovabilidade de um sistema (%R) é um dos indicadores de desempenho emergético mais utilizado e de mais fácil entendimento. Este indicador varia de 0 a 100% e diz qual a porcentagem da energia renovável em relação a toda energia utilizada do sistema. Assim como no ELR, são consideradas as porções renováveis dos fluxos de materiais e serviços da economia.

Dos três cenários analisados, o SIPAES foi o que apresentou maior renovabilidade (71%). O cenário Atual com 68% foi o segundo mais renovável e o SPAE obteve a pior renovabilidade (58%). Do cenário Atual para o cenário SPAE a %R caiu 10%, devido à implantação da microdestilaria de etanol, que é uma das principais diferenças entre estes dois cenários. Do cenário SPAE para o cenário SIPAES a %R aumentou 13%. Como podemos ver na Figura 25, dos fluxos agregados, levou a %R a aumentar foi um maior R e um menor N. Por trás destes valores estão as considerações para o cenário SIPAES que são a integração do sistema como um todo e o uso de manejo baseados nos princípios da agroecologia. Com isso, comparando com o SPAE o SIPAES tem menor perda de solo (menor N), menor uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos e maior uso dos fluxos de nitrogênio fixado da atmosfera e minerais do solo (maior R).

O último indicador a ser discutido é o EER (Razão de Intercambio de Energia). O EER é a razão entre a energia entregue (Y) e a energia recebida na transação comercial, ou seja, a energia do dinheiro recebido. Se o EER é maior que 1 pode-se dizer que há um prejuízo para o sistema, pois entrega-se mais energia do que se recebe. Se EER for menor que 1 o sistema tem lucro. Quando EER é igual a 1 pode-se dizer que em termos de energia o comércio é justo.

Pelos resultados obtidos, o cenário atual opera em prejuízo, pois fornece três vezes mais energia do que recebe nas transações comerciais. Apresentar EER maior que 1 é comum para os sistemas agrícolas, uma vez que estes produtos, não são bem valorizados pelo mercado, mas deveriam. O cenário SPAE apresentou EER de 1,33, o que indica que o sistema ainda entrega mais energia do que recebe. O SIPAES obteve EER bem próximo de 1, o que significa que a transação comercial é próxima de ser justa, ou seja, a energia entregue é bem próxima da energia recebida. A agroindustrialização contribuiu para um melhor EER do sistema nos cenários SPAE e

SIPAES, uma vez que os produtos gerados têm maior valor de comercialização. A diferença entre os cenários SPAE e SIPAES é a venda de adubo orgânico no SIPAES.

Portanto, de maneira geral, a implantação da microdestilaria de forma que seus subprodutos interajam com os outros elementos do sistema (cenário SIPAES) se mostrou o melhor cenário do ponto de vista ambiental. Além disso, o SIPAES é um cenário que considera a presença de agroindústria (produção de etanos e rapadura), diferentemente do cenário Atual, que obteve %R e ELR bem próximos aos obtidos pelo SIPAES.

Provavelmente, esta situação pode ocorrer com outros tipos de produção de energia vinda da biomassa, como o biodiesel. O que se mostra importante é a integração da parte agroindustrial com a pecuária e agricultura, potencializando os fluxos internos e diminuindo a necessidade de recursos externos.

7.2.5. Comparação dos cenários SPAE e SIPAES com a produção de etanol em larga escala

Além da comparação dos três cenários, os indicadores de desempenho emergético dos cenários em que há a produção de etanol, SPAE e SIPAES, são comparados com os indicadores de um sistema de produção de etanol de larga escala (extensa monocultura de cana-de-açúcar e grande parque industrial).

A importância desta comparação é posicionar os resultados obtidos neste trabalho com os resultados do que é comumente encontrado na produção de etanol brasileira. A produção de etanol em larga escala escolhida para a comparação foi uma usina de álcool do estado de São Paulo avaliada através da metodologia emergética por Consuelo e Ortega (2010). Uma das principais diferenças de concepção entre os cenários avaliados neste trabalho (SPAE e SIPAES) e a produção de etanol em larga escala é que nos cenários SPAE e SIPAES há a produção de alimentos e energia (álcool combustível) e na larga escala produz somente energia (etanol e em algumas usinas energia elétrica por co-geração). A comparação dos indicadores emergéticos é mostrada na Tabela 25.

Os cenários SPAE e SIPAES obtiveram Transformidades (Tr) maiores que a do sistema em larga escala, o que indica uma menor eficiência sistêmica dos cenários deste trabalho. Uma das razões é que os sistemas em larga escala são mais especializados e apresentam grande produtividade. Mesmo o sistema em larga escala utilizando mais

energia (principalmente materiais e serviços da economia), a grande quantidade de energia produzida faz a Tr não ser tão elevada.

Tabela 25. Comparação dos Indicadores Emergéticos dos cenários SPAE e SIPAES com a produção de etanol em larga escala.

| Indicador | Cálculo | Cenários | | Larga escala ^a | Unidade |
|----------------------------------|-----------------------------|----------|----------|---------------------------|---------|
| | | SPAE | SIPAES | | |
| Transformidade | $Tr = Y/Ep$ | 317.712 | 114.637 | 48.700 | seJ/J |
| Energia Específica | $Y/Massa\ total$ | 5,26E+10 | 1,16E+10 | - | seJ/kg |
| Razão de Rendimento Emergético | $EYR = Y/F$ | 4,15 | 4,77 | 1,57 | adimen. |
| Razão de Investimento Emergético | $EIR = F/I$ | 0,32 | 0,27 | - | adimen. |
| Razão de carga Ambiental | $ELR = (N+MN+SN)/(R+MR+SR)$ | 0,73 | 0,42 | 2,23 | adimen. |
| Renovabilidade | $\%R = 100(R+MR+SR/Y)$ | 58,37 | 70,98 | 30,90 | % |
| Razão de Intercâmbio de Energia | $EER = Y/[(\$)*(seJ/\$)]$ | 1,33 | 1,12 | 0,68 | adimen. |

^a Pereira e Ortega (2010)

Porém, a diferença dos valores das transformidades aqui comparadas provavelmente seria menor se as externalidades negativas da produção em larga escala, como a poluição dos lençóis freáticos e a diminuição da biodiversidade, fossem contabilizadas, uma vez que é energia perdida pelo sistema. Além disso, ao contrário da investigação de Pereira e Ortega (2010), este trabalho contabilizou os fluxos de nitrogênio fixado da atmosfera e dos minerais do solo, o que significa maior energia no sistema e conseqüentemente maior Tr.

Um dos indicadores de desempenho emergético desta comparação é a Razão de Carga Ambiental (ELR). A ELR calculada para os cenários SPAE e SIPAES é menor que a do sistema de larga escala. Ou seja, os sistemas nos cenários SPAE e SIPAES provocam menor pressão ao ecossistema do que o sistema da produção em larga escala, que provavelmente é devido ao grande uso de materiais e serviços da economia como: agrotóxicos, fertilizantes químicos, mecanização agrícola, entre outros.

A comparação entre as Renovabilidades (%R) mostra que nos cenários SPAE (58%) e SIPAES (71%) se utiliza, em média, duas vezes mais recurso renovável, em relação a energia total utilizada, do que a produção de etanol em larga escala (31%). Isto coloca os cenários SPAE e SIPAES com boas renovabilidades, considerando a %R do modelo vigente de produção de etanol (larga escala).

Os valores de EER dos cenários estudados são maiores que a do sistema de produção em larga escala. A razão entre a energia entregue e a energia recebida na transação comercial (energia do dinheiro) é melhor para a produção em larga escala do que para os cenários estudados. Pode-se dizer que no cenário SPAE há prejuízo, no cenário SIPAES a troca é justa e na produção em larga escala há lucro (recebe-se maior energia do que se entrega). Como na Transformidade, a contabilização das externalidades provavelmente faria com que os EERs dos sistemas estudados e o sistema de produção de larga escala fossem mais próximos.

Portanto, a comparação entre os cenários proposto e o sistema em larga escala evidenciou que o SPAE e o SIPAES apresentaram melhor performance, de acordo com a metodologia emergética. Além disso, o SPAE e o SIPAES produzem energia, alimentos e serviços ambientais, enquanto que a grande usina só produz etanol e energia elétrica em alguns casos.

7.3. Resultados da Viabilidade Econômica da Microdestilaria de Álcool Combustível

Na Tabela 26 podemos ver o fluxo de caixa do projeto da microdestilaria de etanol. No fluxo de caixa podemos acompanhar o que será gasto e recebido pelo projeto da agroindústria, microdestilaria de álcool combustível. Além disso, é colocado o fluxo de caixa líquido e o acumulado, que é utilizado para o cálculo de alguns indicadores econômicos.

A Tabela 27 mostra os indicadores da viabilidade econômica obtidos para a implantação da microdestilaria no grupo de agricultores do assentamento Gleba XV de Novembro, considerando o funcionamento 8 horas por dia.

O Ponto de Equilíbrio (PE) indica que 24,35% é o nível de utilização da capacidade produtiva da microdestilaria em que o custo total é igual à receita. Deste modo, produzindo etanol 8 h/dia utiliza-se 33% da capacidade total, valor acima do PE calculado, indicando que a unidade agroindustrial opera em região de lucro (receita maior que os custos). O PE pode ser visualizado no gráfico de ponto de equilíbrio (Figura 26) como o ponto do cruzamento da curva dos custos totais com a curva da receita.

Tabela 27. Indicadores financeiros da microdestilaria de etanol com 8 h/dia de produção.

| Descrição | Unidade | Valor Calculado |
|-----------------------------------|---------|-----------------|
| Tempo de retorno de capital (TRC) | anos | 3,32 |
| Ponto de Equilíbrio (PE) | % | 24,35 |
| Taxa interna de retorno (TIR) | % | 20% |
| Valor Presente Líquido (VPL) | R\$ | 118.088,48 |

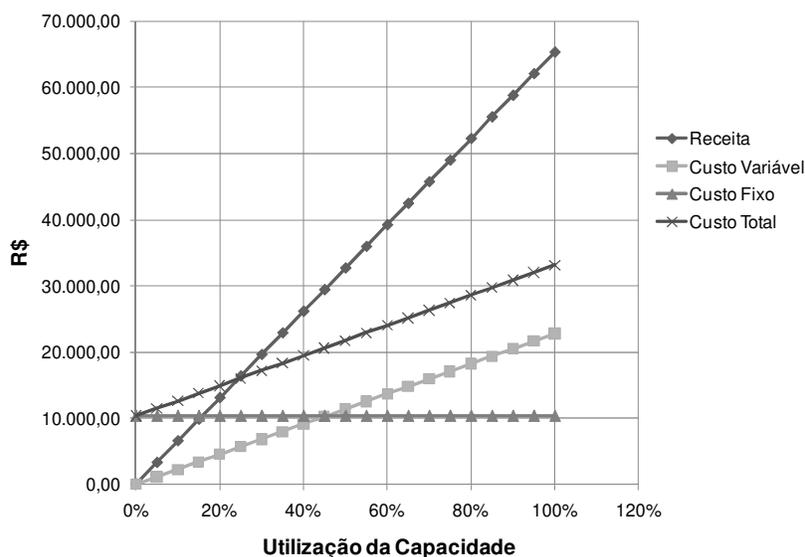


Figura 26. Gráfico do ponto de equilíbrio da análise financeira da microdestilaria no assentamento Gleba XV de Novembro

Um segundo indicador econômico calculado é o Tempo de Retorno de Capital (TRC). O TRC calculado foi de 3,32, o que indica que em aproximadamente 3 anos de funcionamento o capital investido é recuperado. Ou seja, com cuidados de manutenção, resta um bom tempo de vida útil dos equipamentos para gerar lucro.

O Valor Presente Líquido (VPL) calculado foi de R\$ 118.088,48. Quando o VPL calculado é positivo (maior que zero), indica que o valor gerado pela microdestilaria é capaz de cobrir o investimento inicial e ainda gera um excedente financeiro.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa de juros que satisfaz a equação $VPL = 0$. Ou seja, é a taxa de juros que faz com que o lucro do projeto seja nulo. Tanto no cálculo do VPL como na TIR foi utilizada uma taxa mínima de atratividade (TMA) de 6,92% ao

ano como taxa de desconto, referente ao rendimento da poupança no ano de 2009. A TIR calculada foi de 20%, três vezes maior que a taxa de juros considerada a mínima a qual o projeto deveria render para se fazer o investimento (6,92% ao ano). Portanto, de acordo com o VPL, a TIR calculados e a TMA considerada pode-se estar perante um projeto economicamente viável.

Além do cálculo dos indicadores econômico-financeiros para 8 horas de funcionamento por dia (33% da capacidade), decidiu-se fazer os cálculos considerando um turno de 8 horas a mais (16 h/dia), para saber como se comportaria os indicadores, além de ser uma situação possível de acontecer. A Tabela 28 expõe os indicadores financeiros obtidos para um funcionamento de 16 h/dia.

Tabela 28. Indicadores financeiros da microdestilaria de etanol com 16 h/dia de produção

| Descrição | Unidade | Valor Calculado |
|-----------------------------------|----------------|------------------------|
| Tempo de retorno de capital (TRC) | anos | 1,93 |
| Ponto de Equilíbrio (PE) | % | 11,90 |
| Taxa interna de retorno (TIR) | % | 50% |
| Valor Presente Líquido (VPL) | R\$ | 431.290,48 |

Comparando com a condição anterior (8 h/dia), o tempo necessário para recuperar o capital investido, o TRC, diminuiu de 3,32 para 1,93 anos. O ponto de equilíbrio também é menor, passou de 24,3% da capacidade instalada, operando em um turno, 11,9% para o funcionamento em dois turnos. O valor presente líquido (VPL) obtido para a nova condição de operação manteve-se positivo, porém com valor maior (R\$ 431.290,48). Por fim, a TIR do projeto aumentou de 20% para 50%. Portanto, operando em dois turnos de oito horas torna o projeto economicamente mais viável que operando somente 8 h/dia. Além disso, operar em dois turnos gera mais oportunidades de emprego e a possibilidade de envolver mais famílias no projeto, uma vez que será preciso mais cana-de-açúcar.

Além dos indicadores econômico-financeiros descritos, foi calculada a rentabilidade simples no intuito de gerar um indicador econômico mais próximo da maioria das pessoas. Foram calculadas as rentabilidades sem o financiamento e com o financiamento. O financiamento considerado foi o mesmo para os outros indicadores financeiros, o PRONAF Eco, com juros de 4% ao ano e três anos de carência. O resultado

para 8/dia de operação da microdestilaria é mostrada na Figura 29. Os resultados obtidos, 51% de lucro sem financiamento e 40% com financiamento, de forma bem simplificada é um bom retorno e pode ajudar a compor a renda do grupo de agricultores do assentamento Gleba XV de Novembro.

Tabela 29. Rentabilidade simples do projeto de microdestilaria de etanol com 8h/dia de produção.

| | Fórmula | Sem financiamento | Com financiamento |
|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Rentabilidade simples | (Receita - Custo)/Custo | 51,27% | 40,13% |

Para finalizar, é preciso acrescentar que a viabilidade econômica foi calculada somente para a produção de etanol através da microdestilaria. Porém, além do álcool combustível e do que já é produzido pelos agricultores no cenário SPAE existe a produção e comercialização de rapadura e no cenário SIPAES a fabricação e a venda de rapadura e composto orgânico. Ou seja, existe uma possível receita de R\$ 48.000,00 anuais referente a 32 toneladas de rapadura (ou açúcar mascavo) e de R\$ 24.000,00, relativo a 200 toneladas de composto orgânico. Além disso, tem o aumento da produtividade do gado leiteiro, devido à maior quantidade de alimento disponível para os animais.

8. CONCLUSÕES

Iniciando as conclusões é importante mencionar que o uso conjunto da metodologia emergética, da observação participante e da análise econômica permitiu responder aos questionamentos a respeito da sustentabilidade da inclusão de uma microdestilaria de álcool combustível no grupo de agricultores da Gleba XV de Novembro. Utilizando somente uma das ferramentas isto não seria possível, uma vez que a sustentabilidade é formada por um tripé (ambiental, econômico e social) e cada metodologia só conseguiria avaliar um dos elementos deste tripé.

A partir da metodologia emergética concluiu-se que a inclusão da microdestilaria no grupo de agricultores, sem a integração com outros componentes do sistema (cenário SPAE) fez a performance ambiental diminuir. Principalmente porque a renovabilidade (%R) caiu de 68% para 58%, a razão de carga ambiental (ELR) aumentou de 0,47 para 0,73 e a razão de investimento emergético (EIR) aumentou de 0,11 para 0,32.

Do outro lado, a implantação da microdestilaria de forma integrada (cenário SIPAES), fez com que a maioria dos indicadores de desempenho emergético conseguisse uma leve melhora. A %R aumentou de 68% para 71%, o ELR diminuiu, passou de 0,47 para 0,41. Além disso, o EER reduziu significativamente, de 3,73 para 1,12.

Logo, o SIPAES é um bom cenário, pois, considerando o que ocorre a inclusão de uma unidade industrial, a performance ambiental é melhor do que a performance ambiental da situação Atual. Porém, a inserção da microdestilaria de forma integrada é fundamental, pois permite deixar de usar ou reduzir o uso de fertilizantes químicos, o que leva a potencializar a produção de adubo orgânico e o uso do vinhoto como fonte de nutrientes para as plantas. Para isso, é necessário adotar técnicas de manejo agrícola que contenham uma visão sistêmica e integradora, como os princípios da agroecologia considerados neste trabalho.

Além disso, a partir da comparação entre os indicadores de desempenho emergético dos cenários SPAE e SIPAES com e os indicadores da produção em larga escala (Pereira e Ortega, 2010), conclui-se que os sistemas diversificados são mais sustentáveis, em média duas vezes mais do que o sistema atual, e que o sistema integrado de produção de alimentos, energia e serviços ambientais é o mais sustentável. Somado a isto, ao contrario dos sistemas familiares de produção de etanol mostrados neste trabalho, a produção de etanol em larga escala não produz alimentos.

De acordo com a análise econômico-financeira, o projeto da microdestilaria, operando 8 h/dia, apresentou uma taxa de retorno de capital satisfatória (TRC = 3,32 anos), um ponto de equilíbrio de 24% da capacidade instalada, abaixo da taxa de utilização (33%), um valor presente líquido positivo e uma taxa interna de retorno (TIR = 20%) acima da taxa de mínima de atratividade (6,92%). Portanto o projeto da microdestilaria é um investimento viável. Além disso, operando 16 h/dia os indicadores financeiros melhoraram, o que significa maior lucro, mais empregos e a possibilidade de agregar mais famílias em torno do projeto da microdestilaria.

Dentro da perspectiva social, conclui-se que a implantação da microdestilaria pode ajudar a melhorar a condição de vida do grupo de agricultores e a criar postos de trabalho no assentamento, o que pode resolver a preocupação, principalmente das mulheres e mães, da falta de oportunidades para os jovens do assentamento e a ida destes para outras cidades. Além do que, quando uma experiência tem sucesso ela pode servir de exemplo e catalisadora de novas experiências. Isso seria muito importante dentro da região do Pontal do Paranapanema, onde existe um grande número assentamentos rurais.

No entanto, como foi colocado na observação participativa, existe certa dificuldade na organização dos agricultores, que tem a necessidade de assistência técnica e administrativa para desenvolver novos projetos como a microdestilaria. Ou seja, apesar da busca por alternativas de desenvolvimento, a necessidade de apoio externo crítico dificulta o auto-desenvolvimento. Mas, de modo algum se pode diminuir a atitude destes agricultores que em meio a tantas dificuldades não desistem de buscar uma melhor condição de vida pra eles e para suas famílias.

De forma geral, conclui-se que a hipótese do trabalho “A implantação da microdestilaria e sua integração com as lavouras e o gado leiteiro podem ajudar a melhorar o desempenho ambiental, gerar mais renda às famílias e criar postos de trabalho no local” é verdadeira. A implantação da microdestilaria de forma integrada, apesar de pouco, melhorou a performance ambiental, se apresentou um investimento viável e satisfatório, e é capaz de gerar postos de trabalho além de ter potencial para melhorar a condição de vida e a auto-estima dos agricultores.

Além disso, vale colocar que o modo de produção demonstrado no cenário SIPAES deve servir como modelo para a produção de etanol, pois produz combustível sem competir por terra, com a produção de alimentos e sem prejudicar os serviços

ambientais das áreas naturais. Mesmo que não seja possível repetir este modelo de imediato, seus princípios podem e devem ser gradualmente aplicados e adaptados à necessidade dos outros sistemas de produção de álcool combustível existentes.

Finalmente, esta pesquisa deve ter continuidade para estudar o desempenho do modelo SIPAES, em pleno funcionamento depois de recuperar a qualidade da reserva legal, da área de preservação permanente e de ter desenvolvido áreas de sistemas agroflorestais ou de sistemas agrossilvipastoris.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABER, J.D.e MELILLO, J.M.. Terrestrial ecosystems.Academic Press. San Diego, 556 p. 2001

ABRAMOVAY, R. e CAMARANO, A. A. Êxodo rural, envelhecimento e masculinização no Brasil: panorama dos últimos 50 anos. Rio de Janeiro: IPEA, 1999.

ADAMS, W. M. The Future of Sustainability: Re-thinking Environment and Development in the Twenty-first Century. Report of the IUCN Renowned Thinkers Meeting, 29–31 January. 2006.

AGOSTINHO, F.D.R. Uso de análise emergética e sistema de informações geográficas no estudo de pequenas propriedades agrícolas. 226 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, faculdade de engenharia de Alimentos, Campinas. 2005

ALMEIDA, J. A Construção social de uma nova agricultura: tecnologia agrícola e movimentos sociais no sul do Brasil. Porto Alegre: Editora da Universidade (UFRGS), 1999. 214p.

ALTIERI, M. Agroecologia: A dinâmica produtiva da agricultura sustentável. - 2 ed. Editora Universidade/ UFRGS, Porto Alegre.110 p. 2000

ALTIERI, M. Agroecologia: Bases Científicas para uma agricultura sustentável. Editora Agropecuária, Guaíba. 592 p. 2002

BERGAMASCO, Sonia M.; NORDER, Luis Antonio Cabello. O que São Assentamentos Rurais. São Paulo: Brasiliense, 1996. 87 p.

BERGAMASCO, S.M. e NORDER, L.A.C. A alternativa dos assentamentos rurais: organização social, trabalho e política. Terceira Margem, São Paulo. 191 p. 2003.

BERLYN, G. P.; CHO, J. Light, Moisture, and Nutrient Use by Plants. In: ASHTON, M. S.; MONTAGNINI, F. (Org.). The Silvicultural Basis for Agroforestry System. Boca Raton: Crc Press,.p. 9-39. 1999.

BITTENCOURT, Gilson Alceu et al. Principais Fatores que Afetam o Desenvolvimento dos Assentamentos de Reforma Agrária no Brasil. Brasília: Projeto de Cooperação Técnica Incra/fao, 1998. 35 p.

BRANDT-WILLIAMS, S. L. Handbook of Emergy Evaluation: A Compendium of Data for Emergy Computation Issued in a Series of Folios. 2002. Folio no 4 - Emergy of Florida Agriculture. Center for Environmental Policy, Environmental Engineering Sciences, Univ. of Florida, Gainesville, 40pp. Disponível em: <<http://www.ees.ufl.edu/cep/>>. Acesso em mar. 2009.

BROWN, M.T. e ULGIATI, S. Emergy analysis and environmental accounting. Encyclopedia of Energy, 2, 329-354. 2004a.

BROWN, M.T. e ULGIATI, S. Energy quality, emergy, and transformity: H.T. Odum's contributions to quantifying and understanding systems. *Ecological Modelling*, Volume 178, Issues 1-2, 15 October, 201-213. 2004b

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

BUENO, O. C. et al. Mapa de Fertilidade dos Solos de Assentamentos Rurais do Estado de São Paulo: Contribuição ao Estudo de Territórios. Botucatu: Fepaf, 2007. 76 p.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia: alguns conceitos e princípios. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA. 2004. 24 p.

CAMPBELL, C.J. and LAHERRÉRE, J.H. The end of cheap oil. *Scientific American*, March. 78-83. 1998.

CAVALETT, O. Análise emergética da piscicultura integrada à criação de suínos e de pesque-pagues 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas. 2004.

COCHRANE, W... W. The Development of American Agriculture. University of Minnesota Press. 1979

COELHO, F. M. G. A arte das orientações técnicas no campo: concepções e métodos. Editora UFV, Viçosa. 139 p. 2005

COELHO, O., ORTEGA, E., COMAR, V. Balanço de Emergia do Brazil (Dados de 1996, 1989 e 1981). In: Engenharia Ecológica e Agricultura Sustentável. 2003. Enrique Ortega (Organizador). Disponível em <http://www.fea.unicamp.br/docentes/ortega/livro/index.htm>.

COMAR, M. V. Avaliação emergética de projetos agrícolas e agro-industriais: a busca do desenvolvimento sustentável. 1998. 197 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas. 1998.

CORTEZ, L. A. B.; LORA, E. E. S.; GÓMEZ, E. O. (Org.). Biomassa para energia. Campinas: Editora Unicamp, 2008. 736 p.

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

DIEESE. Departamento Intersindical de Estatísticas e Estudos Sócioeconômicos. Estatísticas do meio rural. São Paulo: Dieese, 2006. 276 p.

EHLERS, E. Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma. Livros da Terra, São Paulo. 1996.

FERNANDES, Bernardo Mançano; RAMALHO, Cristiane Barbosa. Luta pela terra e desenvolvimento rural no Pontal do Paranapanema (SP). *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 15, n. 43, p.239-254. 2001. Bimemstral.

FERNANDES, B. M. O MST e as reformas agrárias do Brasil. In: OSAL - Observatorio Social de América latina, ano IX, no. 24 . CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales: Argentina. 2008 . Disponible en: <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/osal/osal24/04mancano.pdf>. Acesso em 02 fev 2011.

FERRAZ, J. M. G. Reflexões sobre políticas de reforma agrária e sustentabilidade (Ecodesenvolvimento). 2003. Disponível em: <http://www.fea.unicamp.br/docentes/ortega/livro/C18-RefAgr-Gusman>.

FREYRE, Gilberto. Nordeste. 7. ed. São Paulo: Globas Editora, 2004. 255 p.

GEILFUS, F. 80 Herramientas para el Desarrollo Participativo - diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. IICA-GTZ, San Salvador. 1997

GONÇALVES, Dabiel Bertoli; FERRAZ, José Maria Gusman; SZMRECSANYI, Tamás. Agroindústria e Meio Ambiente. In: ALVES, Francisco et al. Certificação Socioambiental para a Agricultura: Desafios para o Setor Sucroalcooleiro. São Carlos: Edusfscar, 2008. Cap. 6, p. 230-293.

GÜNTHER, F. Ruralisation – Integrating settlements and agriculture to provide sustainability. Proceedings from the NJF seminar in Copenhagen. 2001.

HECHT, Susana B.. A Evolução do Pensamento Agroecológico. In: ALTIERI, Miguel. Agroecologia: Bases Científicas para uma Agricultura Sustentável. Guaíba: Agropecuária, 2002. Cap. 1, p. 21-52.

IBGE. Sinopse preliminar do censo demográfico 2000. Rio de Janeiro. V.7. 2000.

IPCC. Climate Change 2007: Synthesis Report, Summary for Policymakers. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. Disponível em http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_spm.pdf.

ITESP. Retrato da Terra: Perfil sócioeconômico balanço da produção agropecuária dos assentamentos do estado de São Paulo. Vol 9. São Paulo. Secretaria da Justiça e da Defesa da Cidadania. 1998.101 p.

ITESP. Pontal Verde: plano de recuperação ambiental nos assentamentos do Pontal do Panapanema. São Paulo. Secretaria da Justiça e da Defesa da Cidadania. 1999.72 p.

IAC. Boletim 200: Instruções Agrícolas para as principais culturas econômicas. Campinas. Instituto Agronomico de Campinas. 1998.396 p.

ITESP. Vozes da terra : histórias de vida dos assentados rurais de São Paulo. São Paulo. Secretaria da Justiça e da Defesa da Cidadania. 2005.255 p.

LA ROVERE, E.; TOLMASQUIM, M. (1984): “Sistemas integrados de produção de energia e alimentos - SIPEA”, em CNPq-FINEP-UNB-UNESCO-UNO “Proceedings of the International Seminar on Ecosystems, Food and Energy”, UNESCO, Escritório regional para a Ciência e Tecnologia, Montevideu, Uruguai. Páginas 55-77.

LEITE, S. Impactos regionais da reforma agrária no Brasil: aspectos políticos, econômicos e sociais. Em Seminário sobre Reforma agrária e Desenvolvimento Sustentável, Fortaleza. 2003.

LEITE, S. Et. al. Impacto dos assentamentos: um estudo sobre o meio rural brasileiro. Editora Unesp, São Paulo. 392 p. 2004.

LEITE, S.P. Mitos sobre a Reforma Agrária Brasileira. In: Artigos mensais do Observatório de Políticas Públicas para a Agricultura. No.1. CPDA, Curso de Pós- Graduação em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade; OPPA, Observatório de Políticas Públicas para a Agricultura. 2007 Disponível em: <<http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/brasil/cpda/mitos.pdf>>. Acesso em: 02 fev 2011

MARGARIDO, L. A. C. et al. Produção orgânica da cana-de-açúcar, açúcar mascavo, melado e rapadura: uma experiência. Extensão Rural e Desenvolvimento Sustentável, Porto Alegre, v. 1, n. 4, p.39-43, nov/dez 2005.

MARQUES, J. F; PAZZIANOTTO, C. B. Custos econômicos da erosão do solo: estimativa pelo método do custo de reposição de nutrientes: Simulação do custo econômico da erosão do solo . Comunicado Técnico 23 da Embrapa Meio Ambiente. 2004. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/analise_econ/>. Acesso em: 13 jun. 2009.

MEDEIROS, L. S. Dimensões da Questão Agrária: Um olhar a partir dos assentamentos rurais. Reforma Agrária: Revista da Associação Brasileira de Reforma Agrária - ABRA, São Paulo, v. 34, n. 02, p.125-134, 02 jul. 2007

ODUM, H. T. Environmental accounting: emergy and environmental decision making. New York: John Wiley & Sons. 363 p. 1996.

ODUM, H.T.; ODUM, E.C. A prosperous way down: principles and polices. Boulder. University Press of Colorado. 326 p. 2001.

ORTEGA, E. Contabilidade e diagnóstico de sistemas usando os valores dos recursos expressos em energia. Campinas. 2002a. Disponível em: <http://www.unicamp.br/fea/ortega/extensao/resumo.pdf>.

ORTEGA, E.; ANAMI, M. & DINIZ, G. Certification of food products using emergy analysis. Proceedings os III International Workshop Advances in Energy Studies, 227-237. 2002b.

ORTEGA, et al. Brazilian soybean production: emergy analysis with an expanded scope. Bulletin of Science, Technology e Society. Vol. 25 N.4 p.(323-334). SAGE Publications. Toronto. 2005.

PAIXÃO, Marcelo; ALVES, Francisco. Relações de Trabalho. In: ALVES, Francisco et al. Certificação Socioambiental para a Agricultura: Desafios para o Setor Sucroalcooleiro. São Carlos: Edusfscar, 2008. Cap. 5, p. 178-229.

PEREIRA, C. L.F.; Ortega, E. Sustainability assessment of large-scale ethanol production from sugarcane. Journal of Cleaner Production, Volume 18, Issue 1, January 2010, Pages 77-82

PIMENTEL, D.; HALL, C. Food and Energy resources. Academy Press Inc. Londres. 268 p.1984.

PFEIFFER, D. A. Eating Fossil Fuels. Disponível em: <http://www.fromthewilderness.com/free/ww3/100303_eating_oil.html>. Acesso em: 03 fev. 2011.

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Relatório de Desenvolvimento humano. 1996.

SCOLESE, E.. A reforma agrária. São Paulo: Publifolha, 2005

SANTOS, D. et al. Perdas de Solo e Produtividade de Pastagens Nativas Melhoradas sob Diferentes Práticas de Manejo. Revista Pab: Pesquisa Agropecuária Brasileira, Campinas, v. 33, n. 2, p.1-5, fev. 1998. Disponível em: <<http://www.sct.embrapa.br/pab/>>. Acesso em: 02 fev. 2011.

SEVILLA-GUZMAN, Eduardo. La agricultura industrializada en el contexto del neoliberalismo y la globalizacion economica. In: GUZMAN-CASADO, Gloria I.; GONZALES-DE-MOLINA, Manuel; SEVILLA-GUZMAN, Eduardo. Introduccion a la agroecologia como desarrollo rural sostenible. Madrid: Ediciones Mundi-prensa, 2000. Cap. 1, p. 21-60.

SILVA, M.A.M. A luta pela terra: experiência e memória. Editora UNESP. São Paulo. 134 p. 2005.

SOUZA, A. M. Análise Emergética do Assentamento Fazenda Ipanema: Reforma Agrária e Desenvolvimento Sustentável. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas. 2006.

SOUZA, S.P.; HESPANHOL, R.A.M. Assentamentos rurais e novas dinamicas socioeconomicas: O caso dos municípios de Rosana, Euclides da Cunha Paulista e Teodoro Sampaio – SP. In: Encontro dos Geografos de America Latina, 12, Montevideo. 2009. Disponível em: <<http://egal2009.com>> Acesso em 26 ago 2009.

STÉDILE, J. P. 1997. O MST e a questão agrária. Vozes. Rio de Janeiro. 322 p.

TECNOSIGNAL. Projeto UNIGEA: Unidade Geradora de Energia e Alimentos. Mentor: Marcelo Guimarães Mello. Disponível em: <<http://www.tecnosignal.com.br/microdestilaria.htm>>. Acesso em: 02 abr. 2010.

TSOSKOUNOGLU, M. et al. The end of cheap oil: Current status and prospects. Energy Policy, , volume 36; August 2008, 3797-3806.

ULGIATI, S. e BROWN, M.T. Emergy and Ecosystem Complexity. Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, Volume 14, Issue 1, January 2009, Pages 310-321

USI. Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica Independente: Módulo de Biorefinaria Social:Sistema contínuo amido/sacarose: Produção média 400L/10 hrs: Bioethanol 94^o-96^o GL. Porto Alegre. 2008. Disponível em:

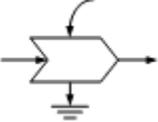
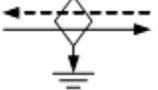
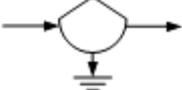
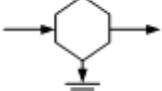
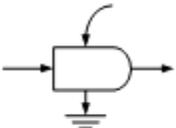
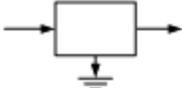
<http://www.usibiorefinarias.com.br/artigo_avaliacao_econ_microdestilaria_viii.pdf>.
Acesso em: 12 jun. 2010.

VERDEJO, M. E. Diagnóstico Rural Participativo: guia prático/DRP. Brasília: MDA/secretaria da agricultura familiar, 2006, 62p.

WCED. World Commission on Environment and Development, Our Common Future. Oxford University Press, Oxford. 1987.

10. ADENDOS

ANEXO 1. Símbolos utilizados nos diagramas ecossistêmicos

| | |
|---|--|
|  | Fluxo de Energia: Um fluxo cuja vazão é proporcional ao volume do estoque ou à qualidade da fonte que o produz. |
|  | Interação: Intersecção de dois fluxos para produzir uma saída em proporção a uma função de ambos ou controle de ação de um fluxo sobre outro. |
|  | Transação: Uma unidade que indica a venda de bens ou serviços (linha contínua) em troca de um pagamento em dinheiro (linha tracejada). |
|  | Depósito: Uma reserva energética dentro do sistema, que guarda uma quantidade de energia de acordo com o balanço de entrada e saída. |
|  | Consumidor: Unidade que transforma a qualidade da energia, armazena e retro-alimenta energia à etapa anterior (sistema autocatalítico) para melhorar o fluxo de energia que recebe. |
|  | Produtor: Unidade que coleta e transforma energia de baixa qualidade (baixa intensidade) em energia com qualidade superior. |
|  | Fonte: Fonte de energia externa. |
|  | Sumidouro de energia: Dispersão de energia potencial empregada no sistema. A energia potencial é utilizada para produzir trabalho e o custo dessa transformação é a degradação da energia, a qual deixa o sistema como energia de baixa intensidade. |
|  | Caixa: Símbolo de uso múltiplo que pode ser usado para representar uma unidade de consumo e produção dentro de um sistema maior, representando assim, um subsistema. |

Fonte: Adaptado de Odum (1996).

APÊNDICE 1. Notas de cálculo da tabela de avaliação emergética do cenário atual.

| Nota | Descrição |
|----------|--|
| 1 | Sol, J |
| | Insolação = 4,99 kWh/m ² /dia [a] |
| | Albedo = 15,00 (%) [a] |
| | conversão = 365 dias/ano |
| | conversão = 3600000 J/kWh |
| | conversão = 10000 m ² /ha |
| | Energia (J) = (kWh/m ² /dia)*((100-albedo)/100)*(365 dias/ano)*(3600000 J/kWh*(10000 m ² /ha)) |
| | Energia (J) = 5,57E+13 J/ha/ano |
| 2 | Chuva |
| | Chuva = 1200 mm/ano ou L/m ² /ano [b] |
| | conversão = 10000 m ² /ha |
| | conversão = 1 Kg/L |
| | Energia da chuva = 5000 J/Kg Energia Livre de Gibbs |
| | Energia(J) = (precipitação)*(10000m ² /ha)*(1Kg/L)*(energia da chuva) |
| | Energia(J) = 6,00E+10 J/ha/ano |
| 3 | Nitrogenio fixado da atmosfera |
| | N requerido = 20 g de N/Kg de m.s. [d] |
| | Produção de Materia Seca (m.s.) = 5.137,62 Kg/ha/ano [e] |
| | Conversão = 1000 g/kg |
| | N fixado anualmente = (N requerido * Produção m.s.)/ 1000 g/kg |
| | N fixado anualmente = 103 Kg N/ha/ano |
| 4 | Minerais do solo |
| | Minerais requeridos = 20 g de Minerais/ Kg de m.s. [d] |
| | Produção de Materia Seca (m.s.) = 5.137,62 Kg/ha/ano [e] |
| | Conversão = 1000 g/kg |
| | N fixado anualmente = (Minerais requerido * Produção m.s.)/ 1000 g/kg |
| | Minerais Absolvidos = 103 Kg/ha/ano |
| 5 | Perda de Solo |
| | Solo perdido = 18.512,76 Kg/ha/a [f] |
| | Média da matéria orgânica (m.o.) = 2 % [g] |
| | conversão = 5400 Kcal/Kg |
| | conversão = 4186 J/Kcal |

$$\text{Energia (J)} = (\text{Kg/ha/a}) * (\% \text{ m.o./100}) * (5400 \text{ Kcal/Kg}) (4186 \text{ J/Kcal})$$

$$\text{Energia (J)} = \mathbf{8,37E+09 \text{ J/ha/a}}$$

6 Calcário

$$\text{Quantidade} = \mathbf{172,11 \text{ Kg/ha/ano}} \quad [\text{h}]$$

7 Nitrogenio

$$\text{Quantidade} = \mathbf{14,04 \text{ Kg/ha/ano}} \quad [\text{h}]$$

8 Fosforo

$$\text{Quantidade} = \mathbf{14,61 \text{ Kg/ha/ano}} \quad [\text{h}]$$

9 Potassio

$$\text{Quantidade} = \mathbf{18,36 \text{ Kg/ha/ano}} \quad [\text{h}]$$

10 Agrotóxicos

$$\text{Quantidade} = \mathbf{0,55 \text{ Kg/ha/ano}} \quad [\text{h}]$$

11 Vacinas, Vermifugo, Carrapaticida e antibiotico

$$\text{Quantidade} = \mathbf{1,00 \text{ Kg/ha/ano}} \quad [\text{i}]$$

12 Mão-de-obra Local

$$\text{Tempo} = \mathbf{9 \text{ h/dia}} \quad [\text{j}]$$

$$\text{Energia gasta no dia} = \mathbf{225 \text{ Kcal/h}}$$

$$\text{conversão} = \mathbf{365 \text{ dias/ano}}$$

$$\text{conversão} = \mathbf{4186 \text{ J/Kcal}}$$

$$\text{Energia(J)} = (\text{horas/dia}) * (225 \text{ Kcal/hora}) * (365 \text{ dias/ano}) * (4186 \text{ J/Kcal})$$

$$\mathbf{\text{Energia(J)} = 1,92E+07 \text{ J/ha/ano}}$$

[a] Obtido no website <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>

[b] Obtido no website do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) <<http://www.inmet.gov.br>> Acesso em: Janeiro de 2010

[c] Obtido no website do Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura (CEPAGRI)-Unicamp <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes>> Acesso em: Janeiro de 2010

[d] Berlyn e Cho (1999), página 22.

[e] Estimado a partir do uso do solo definido no estudo, Aber e Melilo (2001) e Santos et al (1998)

[f] Calculado para este trabalho a partir do uso do solo, Marques e Pazzianotto (2004), Santos et al (1998), Cortez et al (2008) e Margarido et al (2005)

[g] Livro Pontal Verde. ITESP (1999)

[h] Calculado para este trabalho a partir do uso do solo, ITESP (1998) e IAC (1998)

[i] Estimado a partir do numero de animais (1,41 animais/ha)

[j] Consideração deste trabalho

APÊNDICE 2. Nota de cálculo da tabela de avaliação emergética do cenário SPAE

| Nota | Descrição |
|----------|---|
| 1 | Sol |
| | Insolação = 4,99 kWh/m ² /dia [a] |
| | Albedo = 15,00 (%) [a] |
| | conversão = 365 dias/ano |
| | conversão = 3600000 J/kWh |
| | conversão = 10000 m ² /ha |
| | Energia (J) = (kWh/m ² /dia)*((100-albedo)/100)*(365 dias/ano)*(3600000 J/kWh*(10000 m ² /ha) |
| | Energia (J) = 5,57E+13 J/ha/ano |
| 2 | Chuva |
| | Chuva = 1200 mm/ano ou L/m ² /ano [b] |
| | conversão = 10000 m ² /ha |
| | conversão = 1 Kg/L |
| | Energia da chuva = 5000 J/Kg Energia Livre de Gibbs |
| | Energia(J) = (precipitação)*(10000m ² /ha)*(1Kg/L)*(energia da chuva) |
| | Energia(J) = 6,00E+10 J/ha/ano |
| 3 | Nitrogenio fixado da atmosfera |
| | N requerido = 20 g de N/Kg de matéria seca [d] |
| | Produção de Materia Seca (MS) = 4902,96 Kg/ha/ano [e] |
| | Conversão = 1000 g/kg |
| | N fixado anualmente = (N requerido * Produção maeria Seca)/ 1000 g/kg |
| | N fixado anualmente = 98 Kg N/ha/ano |
| 4 | Minerais do solo |
| | Minerais requeridos = 20 g de Minerais/ Kg de matéria seca [d] |
| | Produção de Materia Seca (MS) = 4902,96 Kg/ha/ano [e] |
| | Conversão = 1000 g/kg |
| | N fixado anualmente = (Minerais requerido * Produção maeria Seca)/ 1000 g/kg |
| | Minerais Absolvidos = 98 Kg/ha/ano |
| 5 | Perda de Solo |
| | Solo perdido = 17458,74 Kg/ha/a [f] |
| | Média da matéria orgânica (m.o) = 2 % [g] |
| | conversão = 5400 Kcal/Kg |
| | conversão = 4186 J/Kcal |

$$\text{Energia (J)} = (\text{Kg/ha/a}) * (\% \text{ m.o./100}) * (5400 \text{ Kcal/Kg}) * (4186 \text{ J/Kcal})$$

$$\text{Energia (J)} = \mathbf{7,89E+09 \text{ J/ha/a}}$$

6 Electricidade

$$\text{Consumo de Energia} = \mathbf{8982 \text{ kWh/ano}} \quad [\text{h}]$$

$$\text{conversão} = 3600000 \text{ J/kWh}$$

$$\text{Energia (J)} = (\text{consumo de energia}) * 3600000$$

$$\text{Energia (J)} = \mathbf{2,01E+08 \text{ J/ha/ano}}$$

7 Controle de Pragas

$$\text{Consumo} = \mathbf{5,43E-01 \text{ Kg/ha/ano}} \quad [\text{i}]$$

8 Calcário

$$\text{Quantidade} = \mathbf{1,6E+02 \text{ Kg/ha/ano}} \quad [\text{j}]$$

9 Nitrogenio

$$\text{Quantidade} = \mathbf{1,4E+01 \text{ Kg/ha/ano}} \quad [\text{j}]$$

10 Fósforo

$$\text{Quantidade} = \mathbf{1,4E+01 \text{ Kg/ha/ano}} \quad [\text{j}]$$

11 Potassio

$$\text{Quantidade} = \mathbf{1,8E+01 \text{ Kg/ha/ano}} \quad [\text{j}]$$

12 Uréia

$$\text{Nº de animais} = 130 \text{ animais} \quad [\text{j}]$$

$$\text{Consumo diário} = 0,3 \text{ Kg/animal/dia} \quad [\text{h}]$$

$$\text{Dias} = 200 \text{ dias/ano} \quad [\text{k}]$$

$$\text{Quantidade} = (\text{nº animais}) * (\text{Consumo diário}) * (\text{dias})$$

$$\text{Consumo} = \mathbf{7,82E+03 \text{ Kg/ano}}$$

13 Aço

$$\text{Microdestilaria} = \mathbf{900,00 \text{ Kg}} \quad [\text{h}]$$

$$\text{Moenda} = \mathbf{800,00 \text{ Kg}} \quad [\text{h}]$$

$$\text{Galpão} = \mathbf{3.000,00 \text{ Kg}} \quad [\text{h}]$$

$$\text{Vida útil} = \mathbf{20,00 \text{ anos}} \quad [\text{k}]$$

$$\text{Fluxo} = \mathbf{1,46E+00 \text{ Kg/ha/ano}}$$

14 Plastico

$$\text{Quantidade} = \mathbf{80,00 \text{ Kg}} \quad [\text{h}]$$

$$\text{Vida útil} = \mathbf{20,00 \text{ anos}} \quad [\text{k}]$$

$$\text{Fluxo} = \mathbf{2,48E-02 \text{ Kg/ha/ano}}$$

15 Cimento

| | | |
|--------------|---------------------------|-----|
| Quantidade = | 758,00 Kg | [h] |
| Vida útil = | 20,00 anos | [k] |
| Fluxo = | 2,35E-01 Kg/ha/ano | |

16 Vacinas e medicamentos

| | | |
|-----------------|--------------------------------|-----|
| Nº de animais = | 130 animais | [j] |
| Consumo = | 1,0 dose/ animal/ano | [k] |
| Custo= | 1,30 USD/dose | |
| Quantidade = | (nº animais)*(Consumo)*(custo) | |
| Fluxo = | 1 US\$/ha/ano | |

17 Mão-de-obra Local

| | | |
|------------------------|---|-----|
| Tempo= | 11 h/dia | [k] |
| Energia gasta no dia = | 225 Kcal/h | |
| conversão = | 365 dias/ano | |
| conversão = | 4186 J/Kcal | |
| Energia(J) = | (horas/dia)*(225 Kcal/hora)*(365 dias/ano)*(4186J/Kcal) | |
| Energia(J) = | 2,35E+07 J/ha/ano | |

18 Mão-de-obra contratada

| | | |
|-----------------|-----------------------------|-----|
| trabalhadores = | 3,00 | [k] |
| Custo anual = | 11.872,80 R\$/ano | [l] |
| Fluxo = | 1,20E+02 US\$/ha/ano | |

19 Serviços da dívida

| | | |
|--------------|--------------------------|-----|
| Quantidade = | 201.907 R\$ | [m] |
| Vida útil = | 20 anos | |
| Fluxo = | 34,08 US\$/ha/ano | |

[a] Obtido no website <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>

[b] Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) <<http://www.inmet.gov.br>> Acesso em: Janeiro de 2010

[c] Obtido no website do Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI)-Unicamp <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes>> Acesso em: Janeiro de 2010

[d] Berlyn e Cho (1999), página 22.

[e] Estimado a partir do uso do solo definido no estudo, Aber e Melilo (2001) e Santos et al (1998)

[f] Calculado para este trabalho a partir do uso do solo, Marques e Pazzianotto (2004), Santos et al (1998), Cortez et al (2008) e Margarido et al (2005)

[g] Livro Pontal Verde. ITESP (1999)

[h] Estimado a partir de USI (2008)

[i] Calculado para este trabalho a partir do uso do solo, ITESP (1998) e IAC (1998)

[j] 1,41 animais/ha, estimado a partir de ITESP(1998)

[k] Consideração deste trabalho

[l] Valor do salário mínimo no ano de 2010

[m] O valor foi calculado na análise econômica deste trabalho e consiste no total da dívida a ser paga, incluídos os juros

APÊNDICE 3. Nota de cálculo da tabela de avaliação emergética do cenário SIPAES

| Nota | Descrição |
|----------|--|
| 1 | Sol |
| | Insolação = 4,99 kWh/m ² /dia [a] |
| | Albedo = 15,00 (%) [a] |
| | conversão = 365 dias/ano |
| | conversão = 3600000 J/kWh |
| | conversão = 10000 m ² /ha |
| | Energia (J) = (kWh/m ² /dia)*((100-albedo)/100)*(365 dias/ano)*(3600000 J/kWh*(10000 m ² /ha)) |
| | Energia (J) = 5,57E+13 J/ha/ano |
| 2 | Chuva |
| | Chuva = 1200,0 mm/ano ou L/m ² /ano [b] |
| | conversão = 10000 m ² /ha |
| | conversão = 1 Kg/L |
| | Energia da chuva = 5000 J/Kg Energia Livre de Gibbs |
| | Energia(J) = (precipitação)*(10000m ² /ha)*(1Kg/L)*(energia da chuva) |
| | Energia(J) = 6,00E+10 J/ha/ano |
| 3 | Nitrogenio fixado da atmosfera |
| | N requerido = 20 g de N/Kg de matéria seca [d] |
| | Produção de Matéria Seca = 8302,49 Kg/ha/ano [e] |
| | Conversão = 1000 g/kg |
| | N fixado anualmente = (N requerido * Produção maeria Seca)/ 1000 g/kg |
| | N fixado anualmente = 166 Kg N/ha/ano |
| 4 | Minerais do solo |
| | Minerais requeridos = 20 g de Minerais/ Kg de matéria seca [d] |
| | Produção de Matéria Seca = 8302,48547 Kg/ha/ano [e] |
| | Conversão = 1000 g/kg |
| | N fixado anualmente = (Minerais requerido * Produção maeria Seca)/ 1000 g/kg |
| | Minerais Absolvidos = 166 Kg/ha/ano |
| 5 | Perda de Solo |
| | Solo perdido = 8373,20 Kg/ha/a [f] |
| | Média da matéria orgânica = 2 % [g] |
| | conversão = 5400 Kcal/Kg |
| | conversão = 4186 J/Kcal |
| | Energia (J) = (Kg/ha/a)*(% m. ^o /100)*(5400 Kcal/Kg)(4186 J/Kcal) |
| | Energia (J) = 3,79E+09 J/ha/a |

6 Electricidade

| | | |
|----------------------|--------------------------------|-----|
| Consumo de Energia = | 8982 kWh/ano | [h] |
| conversão = | 3600000 J/kWh | |
| Energia (J) = | (consumo de energia) * 3600000 | |
| Energia (J) = | 2,01E+08 J/ha/ano | |

7 Formicida

| | | |
|-----------|---------------------------|-----|
| Consumo = | 6,21E-03 Kg/ha/ano | [i] |
|-----------|---------------------------|-----|

8 Uréia

| | | |
|------------------|--------------------------------------|-----|
| Nº de animais = | 246 animais | [j] |
| Consumo diário = | 0,3 Kg/animal/dia | [k] |
| Dias = | 200 dias/ano | |
| Quantidade = | (nº animais)*(Consumo diário)*(dias) | |
| Consumo = | 1,48E+04 Kg/ano | |

9 Aço

| | | |
|-------------------|---------------------------|-----|
| Microdestilaria = | 900,00 Kg | [h] |
| Moenda = | 800,00 Kg | [h] |
| Galpão = | 3.000,00 Kg | [h] |
| Vida útil = | 20,00 anos | [k] |
| Fluxo = | 1,46E+00 Kg/ha/ano | |

10 Plastico

| | | |
|--------------|---------------------------|-----|
| Quantidade = | 80,00 Kg | [h] |
| Vida útil = | 20,00 anos | [k] |
| Fluxo = | 2,48E-02 Kg/ha/ano | |

11 Cimento

| | | |
|--------------|---------------------------|-----|
| Quantidade = | 758,00 Kg | [h] |
| Vida útil = | 20,00 anos | [k] |
| Fluxo = | 2,35E-01 Kg/ha/ano | |

12 Vacinas e medicamentos

| | | |
|-----------------|--------------------------------|-----|
| Nº de animais = | 246 animais | [j] |
| Consumo = | 1,0 dose/ animal/ano | [k] |
| Custo= | 1,30 USD/dose | |
| Quantidade = | (nº animais)*(Consumo)*(custo) | |
| Quantidade = | 2,00 USD/ha/ano | |

13 Mão-de-obra Local

| | | |
|------------------------|-----------------|-----|
| Tempo= | 12 h/dia | [k] |
| Energia gasta no dia = | 225 Kcal/h | |

conversão = 365 dias/ano
 conversão = 4186 J/Kcal
 Energia(J) = (horas/dia)*(225 Kcal/hora)*(365 dias/ano)*(4186J/Kcal)
Energia(J) = 2,56E+07 J/ha/ano

14 Mão-de-obra contratada

trabalhadores = **3,00** [k]
 Custo anual = 11.872,80 R\$/ano [l]
 Fluxo = **1,20E+02 J/ha/ano**

15 Serviços da dívida

Quantidade = **201.907 R\$** [h]
 Vida útil = **20 anos**
 Fluxo = **34,08 US\$/ha/ano**

- [a] Obtido no website <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>
- [b] Obtido no website do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) <<http://www.inmet.gov.br>> Acesso em: Janeiro de 2010
- [c] Obtido no website do Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura (CEPAGRI)-Unicamp <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes>> Acesso em: Janeiro de 2010
- [d] Berlyn e Cho (1999), página 22.
- [e] Estimado a partir do uso do solo definido no estudo, Aber e Melilo (2001) e Santos et al (1998)
- [f] Calculado para este trabalho a partir do uso do solo, Marques e Pazzianotto (2004), Santos et al (1998), Cortez et al (2008) e Margarido et al (2005)
- [g] Livro Pontal Verde. ITESP (1999)
- [h] Estimado a partir de USI (2008)
- [i] Calculado para este trabalho a partir do uso do solo definido no estudo, ITESP (1998) e IAC (1998)
- [j] 2,82 animais/ha, dobro do estimado para cenário Atual a partir de ITESP (1998)
- [k] Consideração deste estudo
- [l] Valor do salário mínimo no ano de 2010
- [m] O valor foi calculado na análise econômica deste trabalho e consiste no total da dívida a ser paga, incluídos os juros

APÊNDICE 4. Estudo da contabilização dos materiais e serviços da economia na metodologia emergética

Durante a realização desta pesquisa, surgiram muitos questionamentos a respeito da metodologia emergética, principalmente o que diz respeito à quantificação dos recursos importados da economia pelo sistema, ou seja, os materiais e serviços. Muitos pesquisadores contabilizam estes fluxos de formas diferentes o que muitas vezes faz com que seja difícil de comparar os resultados e um trabalho com outro.

Além disso, a concepção teórica reflete muito a percepção econômica e social do pesquisador, por exemplo, pode-se colocar a diferença entre os sistemas agrícolas do hemisfério sul e os sistemas agrícolas predominantes no hemisfério norte. Ou seja, muitas vezes, os questionamentos são diferentes e as necessidades metodológicas também.

Portanto o que se segue é um estudo, considerando o sistema do cenário SIPAES, analisados neste trabalho, sobre diferentes formas de contabilizar os materiais e serviços da economia. As formas escolhidas para se contabilizar os recursos da economia foram:

- (a) **Somente Materiais:** neste caso foi contabilizado somente o fluxo dos insumos e dos materiais que compõem os equipamentos e a infra-estrutura. O diagrama resumido, considerando somente os materiais e mão-de-obra como recursos da economia, pode ser visualizado na figura A, e a tabela da avaliação emergética referente a este diagrama na tabela A.

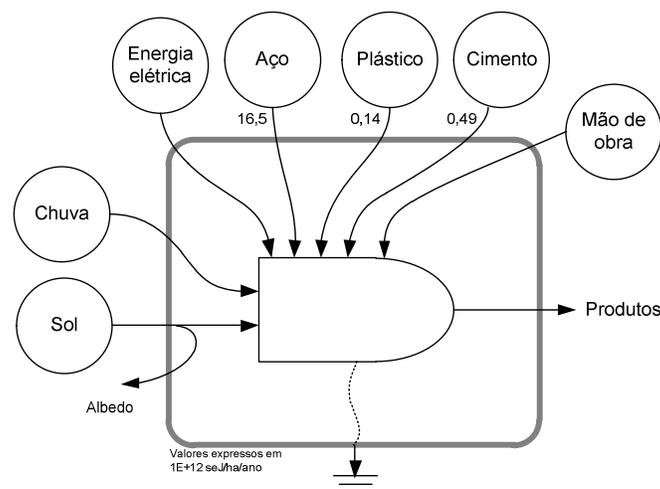


Figura A. Diagrama considerando somente materiais como forma valorar a entrada de equipamentos e infra-estrutura.

Tabela A. Tabela da avaliação emergética do cenário SIPAES considerando somente os materiais como forma valorar a entrada de equipamentos e infra-estrutura.

| Nota | Contribuições | Fração Renovável | Fluxo [unid./ha/ano] | Unid. | Intensidade Emergética [seJ/unid.] | Ref. | Energia Renovável [seJ/ha/ano] | Energia Não Renovável [seJ/ha/ano] | Energia Total [seJ/ha/ano] | % |
|-----------------------|------------------------|------------------|----------------------|-------|------------------------------------|------|--------------------------------|------------------------------------|----------------------------|--------------|
| Renováveis | | | | | | | 4,19E+15 | 0,00E+00 | 4,19E+15 | 76,7 |
| 1 | Sol | 1 | 5,57E+13 | J | 1,00E+00 | [a] | 5,57E+13 | 0,00E+00 | 5,57E+13 | 1,0 |
| 2 | Chuva | 1 | 6,00E+10 | J | 3,06E+04 | [b] | 1,84E+15 | 0,00E+00 | 1,84E+15 | 33,6 |
| 3 | Nitrogênio Atm | 1 | 1,66E+02 | kg | 1,30E+13 | [d] | 2,16E+15 | 0,00E+00 | 2,16E+15 | 39,4 |
| 4 | Mínerais do solo | 1 | 1,66E+02 | kg | 8,72E+11 | [d] | 1,45E+14 | 0,00E+00 | 1,45E+14 | 2,6 |
| Não Renováveis | | | | | | | 0,00E+00 | 4,69E+14 | 4,69E+14 | 8,6 |
| 5 | Perda de solo | 0 | 3,79E+09 | J | 1,24E+05 | [b] | 0,00E+00 | 4,69E+14 | 4,69E+14 | 8,6 |
| Materiais | | | | | | | 2,53E+13 | 6,35E+14 | 6,60E+14 | 12,1 |
| 6 | Formicida | 0 | 3,86E-05 | kg | 2,49E+13 | [b] | 0,00E+00 | 9,61E+08 | 9,61E+08 | 0,0 |
| 7 | Eleticidade | 0,5 | 2,01E+08 | J | 2,52E+05 | [b] | 2,53E+13 | 2,53E+13 | 5,06E+13 | 0,9 |
| 8 | Uréia | 0 | 9,18E+01 | kg | 6,38E+12 | [g] | 0,00E+00 | 5,86E+14 | 5,86E+14 | 10,7 |
| 9 | Aço | 0 | 1,46E+00 | kg | 1,13E+13 | [b] | 0,00E+00 | 1,65E+13 | 1,65E+13 | 0,3 |
| 10 | Plástico | 0 | 2,48E-02 | kg | 5,85E+12 | [h] | 0,00E+00 | 1,45E+11 | 1,45E+11 | 0,0 |
| 11 | Cimento | 0 | 2,35E-01 | kg | 2,07E+12 | [h] | 0,00E+00 | 4,87E+11 | 4,87E+11 | 0,0 |
| 12 | Vacinas, | 0 | 2,04E+00 | US\$ | 3,30E+12 | [e] | 0,00E+00 | 6,73E+12 | 6,73E+12 | 0,1 |
| Serviços | | | | | | | 8,61E+13 | 5,80E+13 | 1,44E+14 | 2,6 |
| 13 | Mão-de-obra Local | 0,79 | 2,56E+07 | J | 1,12E+05 | [f] | 1,12E+05 | 6,09E+11 | 6,09E+11 | 0,0 |
| 14 | Mão-de-obra Contratada | 0,60 | 5,12E+07 | J | 2,80E+06 | [i] | 8,61E+13 | 5,74E+13 | 1,43E+14 | 2,6 |
| Energia total | | | | | | | 4,30E+15 | 1,16E+15 | 5,47E+15 | 100,0 |

[a] Odum, 1996; [b] Brown e Ulgiati, 2004; [c] Odum et al., 2000; [d] Brandt-Williams, 2002; [e] Coelho et al., 2003; [f] este trabalho; [g] Quadra e Rydberg, 2006; [h] Buranakarn, 1998 apud Buranakarn and Brown, 2002; [i] Brown, 2003.

(i) O baseline utilizado é de 15,83E+24 seJ/ano.

(ii) O item "sol" não é contabilizado para evitar dupla contagem.

- (b) **Materiais e custo dos equipamentos e insumos:** foram contabilizados os fluxos de insumos (energia elétrica, por exemplo), materiais que compõe os equipamentos e a infra-estrutura (principalmente aço) e o valor pago para que ocorresse a entrada dos insumos e da infra-estrutura no sistema. Neste caso as transformidades utilizadas não podem conter o valor da mão-de-obra e do que foi gasto em sua compra. O diagrama que representa os fluxos considerados pode ser visto na figura B, e a tabela de avaliação emergética para as considerações descritas acima é mostrada na tabela B.

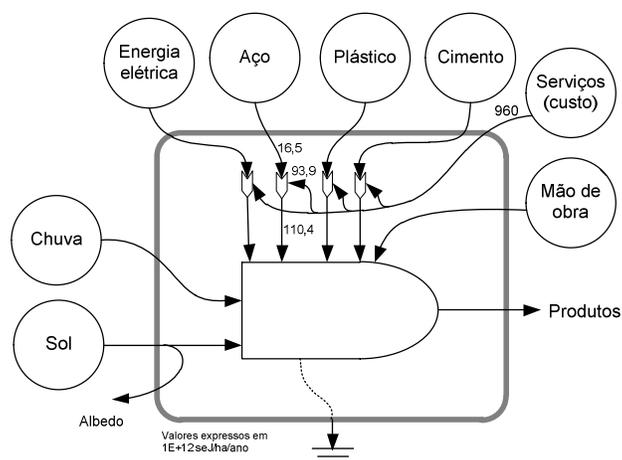


Figura B. Diagrama considerando os materiais que compõem os equipamentos e o investimento (custo) necessário pra adquiri-los

Tabela B. Tabela da avaliação emergética do cenário SIPAES considerando os materiais que compõem os equipamentos e o investimento (custo) necessário pra adquiri-los

| Nota | Contribuições | Fração Renovável | Fluxo [unid./ha/ano] | Unid. | Intensidade Emergética Ref. [seJ/unid.] | Energia Renovável [seJ/ha/ano] | Energia Não Renovável [seJ/ha/ano] | Energia Total [seJ/ha/ano] | % |
|-----------------------|------------------------|------------------|----------------------|-------|---|--------------------------------|------------------------------------|----------------------------|--------------|
| Renováveis | | | | | | 4,20E+15 | 0,00E+00 | 4,20E+15 | 65,2 |
| 1 | Sol | 1 | 5,57E+13 | J | 1,00E+00 [a] | 5,57E+13 | 0,00E+00 | 5,57E+13 | 0,9 |
| 2 | Chuva | 1 | 6,00E+10 | J | 3,06E+04 [b] | 1,84E+15 | 0,00E+00 | 1,84E+15 | 28,5 |
| 3 | Vento | 1 | 1,36E+09 | J | 2,45E+03 [c] | 3,34E+12 | 0,00E+00 | 3,34E+12 | 0,1 |
| 4 | Nitrogênio Atm | 1 | 1,66E+02 | Kg | 1,30E+13 [d] | 2,16E+15 | 0,00E+00 | 2,16E+15 | 33,5 |
| 5 | Minerais do solo | 1 | 1,66E+02 | Kg | 8,72E+11 [d] | 1,45E+14 | 0,00E+00 | 1,45E+14 | 2,3 |
| Não Renováveis | | | | | | 0,00E+00 | 4,69E+14 | 4,69E+14 | 7,3 |
| 6 | Perda de solo | 0 | 3,79E+09 | J | 1,24E+05 [b] | 0,00E+00 | 4,69E+14 | 4,69E+14 | 7,3 |
| Materiais | | | | | | 2,53E+13 | 6,35E+14 | 6,60E+14 | 10,3 |
| 7 | Controle de Pragas | 0 | 3,86E-05 | kg | 2,49E+13 [b] | 0,00E+00 | 9,61E+08 | 9,61E+08 | 0,0 |
| 8 | Eletricidade | 0,5 | 2,01E+08 | J | 2,52E+05 [b] | 2,53E+13 | 2,53E+13 | 5,06E+13 | 0,8 |
| 9 | Uréia | 0 | 9,18E+01 | kg | 6,38E+12 [g] | 0,00E+00 | 5,86E+14 | 5,86E+14 | 9,1 |
| 10 | Aço | 0 | 1,46E+00 | kg | 1,13E+13 [b] | 0,00E+00 | 1,65E+13 | 1,65E+13 | 0,3 |
| 11 | Plástico | 0 | 2,48E-02 | kg | 5,85E+12 [h] | 0,00E+00 | 1,45E+11 | 1,45E+11 | 0,0 |
| 12 | Cimento | 0 | 2,35E-01 | kg | 2,07E+12 [h] | 0,00E+00 | 4,87E+11 | 4,87E+11 | 0,0 |
| 13 | Vacinas, remedios | 0 | 2,04E+00 | US\$ | 3,30E+12 [e] | 0,00E+00 | 6,73E+12 | 6,73E+12 | 0,1 |
| Serviços | | | | | | 8,82E+13 | 1,02E+15 | 1,11E+15 | 17,2 |
| 13 | Mão-de-obra Local | 0,67 | 2,56E+07 | J | 1,25E+05 [f] | 2,14E+12 | 1,05E+12 | 3,19E+12 | 0,0 |
| 14 | Mão-de-obra Contratada | 0,60 | 5,12E+07 | J | 2,80E+06 [i] | 8,61E+13 | 5,74E+13 | 1,43E+14 | 2,2 |
| 15 | Serviços Materiais | 0,00 | 2,91E+02 | US\$ | 3,30E+12 [e] | 0,00E+00 | 9,60E+14 | 9,60E+14 | 14,9 |
| Energia total | | | | | | 4,31E+15 | 2,12E+15 | 6,43E+15 | 100,0 |

[a] Odum, 1996; [b] Brown e Ulgiati, 2004; [c] Odum et al., 2000; [d] Brandt-Williams, 2002; [e] Coelho et al., 2003; [f] este trabalho; [g] Cuadra e Rydberg, 2006; [h] Buranakarn, 1998 apud Buranakarn and Brown, 2002; [i] Brown, 2003.

(i) As intensidades emergéticas para os materiais (M) não incluem mão-de-obra e serviços. Esses valores foram incluídos separadamente no item serviços materiais.

(ii) O baseline utilizado é de 15,83E+24 seJ/ano.

(iii) O item "sol" não é contabilizado para evitar dupla contagem.

(c) **Somente Investimento:** o fluxo do equipamento da infra-estrutura é contabilizado como investimento, ou seja, dinheiro gasto com a compra do equipamento e construção do galpão. Neste caso, é utilizada a razão energia por dinheiro para transformar o fluxo para seJ. O diagrama que representa estas considerações é mostrado na figura C, e a tabela da avaliação emergética que aplica estas considerações ao cenário SIPAES é visto na tabela C.

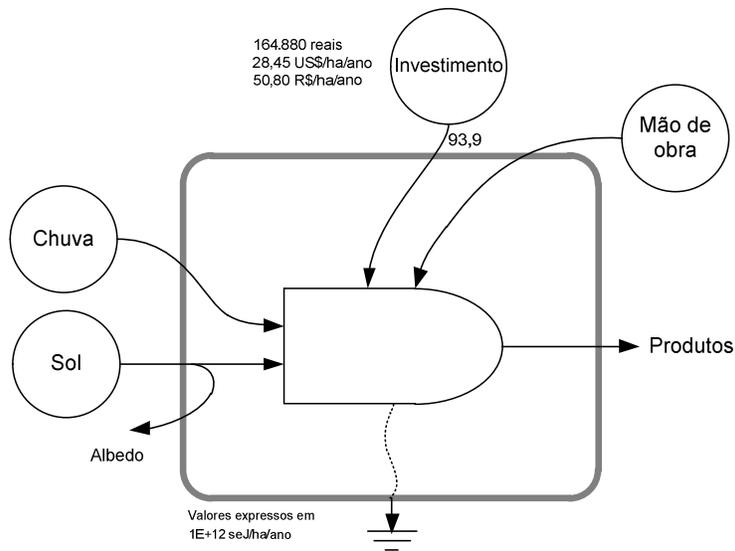


Figura C. Diagrama considerando investimento como forma valorar a entrada de equipamentos e infra-estrutura.

Tabela C. Tabela da avaliação emergética do cenário SIPAES considerando investimento como forma valorar a entrada de equipamentos e infra-estrutura.

| Nota | Contribuições | Fração Renovável | Fluxo [unid./ha/ano] | Unid. | Intensidade Emergética [seJ/unid.] | Ref. | Energia Renovável [seJ/ha/ano] | Energia Não Renovável [seJ/ha/ano] | Energia Total [seJ/ha/ano] | % |
|-----------------------|----------------------------|------------------|----------------------|-------|------------------------------------|------|--------------------------------|------------------------------------|----------------------------|--------------|
| Renováveis | | | | | | | 4,20E+15 | 0,00E+00 | 4,20E+15 | 75,6 |
| 1 | Sol | 1 | 5,57E+13 | J | 1,00E+00 | [a] | 5,57E+13 | 0,00E+00 | 5,57E+13 | 1,0 |
| 2 | Chuva | 1 | 6,00E+10 | J | 3,06E+04 | [b] | 1,84E+15 | 0,00E+00 | 1,84E+15 | 33,1 |
| 3 | Vento | 1 | 1,36E+09 | J | 2,45E+03 | [c] | 3,34E+12 | 0,00E+00 | 3,34E+12 | 0,1 |
| 4 | Nitrogênio Atm | 1 | 1,66E+02 | Kg | 1,30E+13 | [d] | 2,16E+15 | 0,00E+00 | 2,16E+15 | 38,9 |
| 5 | Minerais do solo | 1 | 1,66E+02 | Kg | 8,72E+11 | [d] | 1,45E+14 | 0,00E+00 | 1,45E+14 | 2,6 |
| Não Renováveis | | | | | | | 0,00E+00 | 4,69E+14 | 4,69E+14 | 8,5 |
| 6 | Perda de solo | 0 | 3,79E+09 | J | 1,24E+05 | [b] | 0,00E+00 | 4,69E+14 | 4,69E+14 | 8,5 |
| Materiais | | | | | | | 2,53E+13 | 6,18E+14 | 6,43E+14 | 11,6 |
| 7 | Agrotóxicos | 0 | 3,86E-05 | kg | 2,49E+13 | [b] | 0,00E+00 | 9,61E+08 | 9,61E+08 | 0,0 |
| 8 | Eletricidade | 0,5 | 2,01E+08 | J | 2,52E+05 | [b] | 2,53E+13 | 2,53E+13 | 5,06E+13 | 0,9 |
| 9 | Uréia | 0 | 9,18E+01 | kg | 6,38E+12 | [g] | 0,00E+00 | 5,86E+14 | 5,86E+14 | 10,6 |
| 13 | Vacinas, vermícidase, etc. | 0 | 2,04E+00 | US\$ | 3,30E+12 | [e] | 0,00E+00 | 6,73E+12 | 6,73E+12 | 0,1 |
| Serviços | | | | | | | 8,82E+13 | 1,52E+14 | 2,40E+14 | 4,3 |
| 14 | Mão-de-obra Local | 0,78 | 2,56E+07 | J | 1,08E+05 | [f] | 2,14E+12 | 6,15E+11 | 2,76E+12 | 0,0 |
| 15 | Mão-de-obra Contratada | 0,60 | 5,12E+07 | J | 2,80E+06 | [i] | 8,61E+13 | 5,74E+13 | 1,43E+14 | 2,6 |
| 16 | Custo de Equipamento | 0,00 | 2,84E+01 | US\$ | 3,30E+12 | [e] | 0,00E+00 | 9,39E+13 | 9,39E+13 | 1,7 |
| Energia total | | | | | | | 4,31E+15 | 1,24E+15 | 5,55E+15 | 100,0 |

[a] Odum, 1996; [b] Brown e Ulgiati, 2004; [c] Odum et al., 2000; [d] Brandt-Williams, 2002; [e] Coelho et al., 2003; [f] este trabalho; [g] Cuadra e Rydberg, 2006; [h] Buranakarn, 1998 apud Buranakarn and Brown, 2002; [i] Brown, 2003.

(ii) O baseline utilizado é de 15,83E+24 seJ/ano.

(iii) O item "sol" não é contabilizado para evitar dupla contagem.

(d) **Energia específica para os equipamentos:** neste caso primeiramente foram calculadas as energias específicas (seJ/kg) para os equipamentos, a energia por equipamento (seJ/microdestilaria) e a energia da infra-estrutura (galpão). Depois se utilizou estes valores no estudo. A tabela de avaliação emergética para o cálculo da energia de uma unidade de microdestilaria (o equipamento) pode ser visualizado na tabela D. A energia específica e a energia do equipamento são mostrados na tabela E. A tabela de avaliação emergética do cenário SIPAES considerando as energias específicas da microdestilaria e do galpão, previamente calculadas, pode ser vista na tabela F e o digrama desta situação na figura D.

Tabela D. Tabela de avaliação emergética da fabricação de uma microdestilaria (equipamento).

| Nota | Item | Valor | Unidade | Intensidade emergética | Referência | Energia (seJ) | Energia (seJ/ano) | % |
|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------------|------------------------|------------------------|------------|---------------|-------------------|-------------|
| CONTRIBUIÇÃO DA NATUREZA | | | | | | | | |
| 1 | Chuva | 1.500,00 | mm/m ² /ano | 3,06E+04 | [a] | 2,75E+15 | 2,75E+15 | 0,10 |
| PERDA DOS ESTOQUES DA NATUREZA | | | | | | | | |
| 2 | Perda do solo | 0,00 | kg/ha/ano | 1,24E+05 | [a] | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00 |
| MATERIAIS DA ECONOMIA | | | | | | | | |
| Construção civil e mobília | | | | | | | 4,06E+16 | 1,52 |
| 3 | Terreno (1000 m2) | 50.000,00 | R\$ | 5,04E+12 | [b] | 1,48E+17 | 1,48E+16 | 0,55 |
| 4 | Areia | 5.000,00 | kg | 8,60E+12 | [c] | 4,30E+16 | 4,30E+15 | 0,16 |
| 5 | Cimento | 500,00 | kg | 2,07E+12 | [c] | 1,04E+15 | 1,04E+14 | 0,00 |
| 6 | Tijolo | 12.400,00 | kg | 3,89E+12 | [c] | 4,82E+16 | 4,82E+15 | 0,18 |
| 7 | Cal virgem | 500,00 | Kg | 6,38E+12 | [c] | 3,19E+15 | 3,19E+14 | 0,01 |
| 8 | Madeiramento | 660,00 | Kg | 8,80E+11 | [c] | 5,81E+14 | 5,81E+13 | 0,00 |
| 9 | Aço (vergalhão) | 200,00 | Kg | 1,13E+13 | [d] | 2,25E+15 | 2,25E+14 | 0,01 |
| 10 | Telha de barro | 3.240,00 | Kg | 3,89E+12 | [c] | 1,26E+16 | 1,26E+15 | 0,05 |
| 11 | Desesas de Engenharia | 3.000,00 | R\$ | 5,04E+12 | [b] | 8,89E+15 | 8,89E+14 | 0,03 |
| 12 | Mão de obra (pedreiro e ajudante) | 21.240,00 | R\$ | 5,04E+12 | [b] | 6,30E+16 | 6,30E+15 | 0,24 |
| 13 | Lavabo, privada e ducha | 60,00 | Kg | 5,42E+12 | [e] | 3,25E+14 | 3,25E+13 | 0,00 |
| 14 | Mesa com quatro cadeiras | 44,00 | Kg | 8,40E+05 | [e] | 3,70E+07 | 3,70E+06 | 0,00 |
| 15 | Arquivo | 20,00 | Kg | 1,13E+13 | [d] | 2,25E+14 | 2,25E+13 | 0,00 |
| 16 | Notebook e impressora | 2.500,00 | R\$ | 5,04E+12 | [b] | 7,41E+15 | 7,41E+14 | 0,03 |
| 17 | Hidraulica e elétrica | 3.890,00 | Kg | 9,49E+12 | [c] | 3,69E+16 | 3,69E+15 | 0,14 |
| 18 | Acabamento e imprevistos | 10.000,00 | R\$ | 5,04E+12 | [b] | 2,96E+16 | 2,96E+15 | 0,11 |
| Maquinaria fixa | | | | | | | 7,66E+15 | 0,29 |
| 19 | Torno | 2.500,00 | Kg | 1,13E+13 | [f] | 2,83E+16 | 2,83E+15 | 0,11 |
| 20 | Laminadora | 3.000,00 | Kg | 1,13E+13 | [d] | 3,38E+16 | 3,38E+15 | 0,13 |
| 21 | Dobradeira | 320,00 | Kg | 1,13E+13 | [d] | 3,60E+15 | 3,60E+14 | 0,01 |
| 22 | Ponte rolante com guincho | 50,00 | Kg | 1,13E+13 | [d] | 5,63E+14 | 5,63E+13 | 0,00 |
| 23 | Kit de ferramentas (2) | 20,00 | Kg | 1,13E+14 | [f] | 2,25E+15 | 2,25E+14 | 0,01 |
| 24 | Maquinas de solda (3) | 24,00 | Kg | 1,13E+14 | [f] | 2,70E+15 | 2,70E+14 | 0,01 |
| 25 | Cortadora de mão | 8,50 | Kg | 1,13E+14 | [f] | 9,57E+14 | 9,57E+13 | 0,00 |
| 26 | Parafusadeira de mão | 2,36 | Kg | 1,13E+14 | [f] | 2,66E+14 | 2,66E+13 | 0,00 |
| 27 | Lixadeira de mão | 2,10 | Kg | 1,13E+14 | [f] | 2,36E+14 | 2,36E+13 | 0,00 |
| 28 | Rebitadeira manual | 1,60 | Kg | 1,13E+14 | [f] | 1,80E+14 | 1,80E+13 | 0,00 |
| 29 | Pistola de pintura | 0,50 | Kg | 1,13E+13 | [d] | 5,63E+12 | 5,63E+11 | 0,00 |
| 30 | Bancada de trabalho (madeira) | 43,00 | Kg | 8,40E+05 | [e] | 3,61E+07 | 3,61E+06 | 0,00 |
| 31 | Fresadora | 32,00 | Kg | 1,13E+14 | [f] | 3,60E+15 | 3,60E+14 | 0,01 |
| 32 | Esmerilhadeira manual | 2,00 | Kg | 1,13E+14 | [f] | 2,25E+14 | 2,25E+13 | 0,00 |
| Materiais variáveis | | 8.645,64 | Kg | | | | 2,16E+17 | 8,08 |
| 33 | Chapas de aço Inox | 5.400,00 | Kg | 1,13E+13 | [d] | 6,08E+16 | 6,08E+16 | 2,27 |
| 34 | Válvulas | 12,00 | Kg | 1,13E+13 | [f] | 1,35E+14 | 1,35E+14 | 0,01 |
| 35 | Bomba com motor de 0,5 cavalos | 120,00 | Kg | 1,13E+13 | [d] | 1,35E+15 | 1,35E+15 | 0,05 |
| 36 | Tanque PVC fermentador 1000L (3) | 180,00 | Kg | 9,49E+12 | [c] | 1,71E+15 | 1,71E+15 | 0,06 |
| 37 | Tanque PVC etanol 2500L | 170,40 | Kg | 9,49E+12 | [c] | 1,62E+15 | 1,62E+15 | 0,06 |

| | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------|-------------------|---------------------------|-----|----------|-----------------|---------------|
| 38 | Tanque PVC vinhaça 5000L | 336,00 | Kg | 9,49E+12 | [c] | 3,19E+15 | 3,19E+15 | 0,12 |
| 39 | Visores (3, vidro) | 9,00 | Kg | 1,32E+13 | [e] | 1,19E+14 | 1,19E+14 | 0,00 |
| 40 | Sacarímetro (metal e vidro) | 1,80 | Kg | 1,13E+13 | [f] | 2,03E+13 | 2,03E+13 | 0,00 |
| 41 | Alcoômetro - % GL | 1,80 | Kg | 1,13E+13 | [f] | 2,03E+13 | 2,03E+13 | 0,00 |
| 42 | Phmetro: PH | 9,00 | Kg | 1,13E+13 | [f] | 1,01E+14 | 1,01E+14 | 0,00 |
| 43 | Controlador de temperatura | 3,00 | Kg | 1,13E+13 | [f] | 3,38E+13 | 3,38E+13 | 0,00 |
| 44 | Refratômetro - teor de Brix | 2,64 | Kg | 1,13E+13 | [f] | 2,97E+13 | 2,97E+13 | 0,00 |
| 45 | Moenda | 2.400,00 | Kg | 1,13E+13 | [d] | 2,70E+16 | 2,70E+16 | 1,01 |
| 46 | Transporte | 24.000,00 | R\$ | 5,00E+12 | [b] | 1,20E+17 | 1,20E+17 | 4,49 |
| SERVIÇOS DA ECONOMIA | | | | | | | | |
| Serviços instalação | | | | | | | 4,45E+14 | 0,02 |
| 47 | Registrar firma | 1.500,00 | R\$ | 5,04E+12 | [b] | 4,45E+15 | 4,45E+14 | 0,02 |
| Serviços anuais | | | | | | | 6,20E+17 | 23,19 |
| 48 | Gerente técnico (1) | 42.000,00 | R\$ | 5,04E+12 | [b] | 1,25E+17 | 1,25E+17 | 4,66 |
| 49 | Secretaria (1) | 14.400,00 | R\$ | 5,04E+12 | [b] | 4,27E+16 | 4,27E+16 | 1,60 |
| 50 | Mecânico (1) | 24.000,00 | R\$ | 5,04E+12 | [b] | 7,12E+16 | 7,12E+16 | 2,66 |
| 51 | Ajudante (1) | 12.000,00 | R\$ | 5,04E+12 | [b] | 3,56E+16 | 3,56E+16 | 1,33 |
| 52 | Custos administrativos | 86.856,00 | R\$ | 5,04E+12 | [b] | 2,58E+17 | 2,58E+17 | 9,63 |
| 53 | Serviços de Engenharia | 24.000,00 | R\$ | 5,04E+12 | [b] | 7,12E+16 | 7,12E+16 | 2,66 |
| 54 | Contabilidade | 6.000,00 | R\$ | 5,04E+12 | [b] | 1,78E+16 | 1,78E+16 | 0,67 |
| Impostos anuais | | | | | | | 8,12E+17 | 30,35 |
| 55 | IPTU | 50,00 | R\$ | 5,04E+12 | [b] | 1,48E+14 | 1,48E+14 | 0,01 |
| 56 | ICMS | 162.000,00 | R\$ | 5,04E+12 | [b] | 4,80E+17 | 4,80E+17 | 17,96 |
| 57 | IPI | 45.000,00 | R\$ | 5,04E+12 | [b] | 1,33E+17 | 1,33E+17 | 4,99 |
| 58 | PIS | 2.839,60 | R\$ | 5,04E+12 | [b] | 8,42E+15 | 8,42E+15 | 0,31 |
| 59 | COFINS | 11.358,38 | R\$ | 5,04E+12 | [b] | 3,37E+16 | 3,37E+16 | 1,26 |
| 60 | Pagto. Juros e Principal (BNDES) | 32.000,00 | R\$ | 5,04E+12 | [b] | 9,49E+16 | 9,49E+16 | 3,55 |
| 61 | Imposto de Renda | 10.800,00 | R\$ | 5,04E+12 | [b] | 3,20E+16 | 3,20E+16 | 1,20 |
| 62 | CSL | 9.720,00 | R\$ | 5,04E+12 | [b] | 2,88E+16 | 2,88E+16 | 1,08 |
| Acumulo interno | | | | | | | 9,75E+17 | 36,46 |
| 63 | Depreciação | 11.331,85 | R\$ | 5,04E+12 | [b] | 3,36E+16 | 3,36E+16 | 1,26 |
| 64 | Propriedade intelectual (patente) | 100.000,00 | R\$ | 5,04E+12 | [b] | 2,96E+17 | 2,96E+17 | 11,08 |
| 65 | Lucro | 217.572,84 | R\$ | 5,04E+12 | [b] | 6,45E+17 | 6,45E+17 | 24,12 |
| TOTAL | | | | | | | 2,67E+18 | 100,00 |
| Produto | | Unidade/ano | kg/unidade | Peso Total (anual) | | | | |
| Microdestilaria | | 6 | 8.645,64 | 51.873,84 | | | | |

[a] Odum (1996); [b] Coelho et al. (2003); [c] Brown e Buranakarn(2003); [d] Brown e Ulgiati (2004a); [e] Buranakarn (1998); [f] Odum et al. (1987).

Tabela E. Emergia total e emergia por microdestilaria

| | |
|--|-----------------|
| Emergia Total (seJ/ano) | 2,67E+18 |
| Emergia Total (seJ/kg) | 5,16E+13 |
| Emergia por Microdestilaria | 4,46E+17 |
| Emergia pelo valor da venda | 2,97E+12 |
| EER (Razão de Intercâmbio de Emergia) | 1,002 |

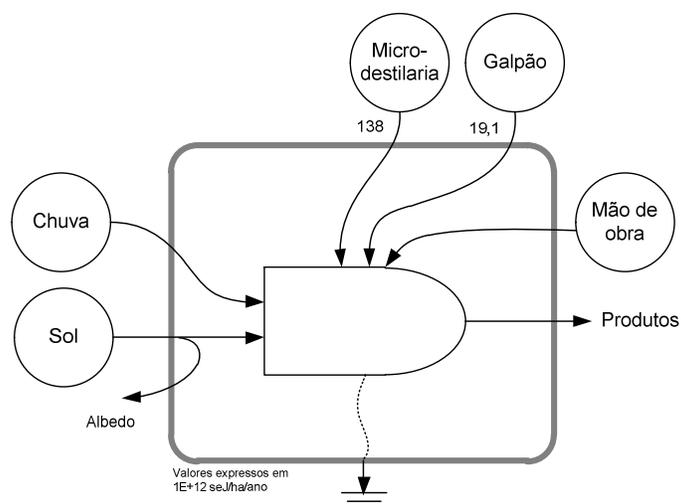


Figura D. Diagrama considerando as energias específicas da microdestilaria e do galpão.

Tabela F. Tabela da avaliação emergética do cenário SIPAES considerando as energias específicas da microdestilaria e do galpão.

| Nota | Contribuições | Fração Renovável | Fluxo [unid./ha/ano] | Unid. | Intensidade Emergética [seJ/unid.] | Ref. | Energia Renovável [seJ/ha/ano] | Energia Não Renovável [seJ/ha/ano] | Energia Total [seJ/ha/ano] | % |
|-----------------------|----------------------------|------------------|----------------------|-------|------------------------------------|------|--------------------------------|------------------------------------|----------------------------|--------------|
| Renováveis | | | | | | | 4,20E+15 | 0,00E+00 | 4,20E+15 | 74,8 |
| 1 | Sol | 1 | 5,57E+13 | J | 1,00E+00 | [a] | 5,57E+13 | 0,00E+00 | 5,57E+13 | 1,0 |
| 2 | Chuva | 1 | 6,00E+10 | J | 3,06E+04 | [b] | 1,84E+15 | 0,00E+00 | 1,84E+15 | 32,7 |
| 3 | Vento | 1 | 1,36E+09 | J | 2,45E+03 | [c] | 3,34E+12 | 0,00E+00 | 3,34E+12 | 0,1 |
| 4 | Nitrogênio Atm | 1 | 1,66E+02 | Kg | 1,30E+13 | [d] | 2,16E+15 | 0,00E+00 | 2,16E+15 | 38,4 |
| 5 | Minerais do solo | 1 | 1,66E+02 | Kg | 8,72E+11 | [d] | 1,45E+14 | 0,00E+00 | 1,45E+14 | 2,6 |
| Não Renováveis | | | | | | | 0,00E+00 | 4,69E+14 | 4,69E+14 | 8,4 |
| 6 | Perda de solo | 0 | 3,79E+09 | J | 1,24E+05 | [b] | 0,00E+00 | 4,69E+14 | 4,69E+14 | 8,4 |
| Materiais | | | | | | | 2,53E+13 | 7,75E+14 | 8,01E+14 | 14,3 |
| 7 | Agrotóxicos | 0 | 3,86E-05 | kg | 2,49E+13 | [b] | 0,00E+00 | 9,61E+08 | 9,61E+08 | 0,0 |
| 8 | Eletricidade | 0,5 | 2,01E+08 | J | 2,52E+05 | [b] | 2,53E+13 | 2,53E+13 | 5,06E+13 | 0,9 |
| 9 | Uréia | 0 | 9,18E+01 | kg | 6,38E+12 | [g] | 0,00E+00 | 5,86E+14 | 5,86E+14 | 10,4 |
| 10 | Equipamentos | 0 | 3,11E-04 | Unid. | 4,46E+17 | [b] | 0,00E+00 | 1,38E+14 | 1,38E+14 | 2,5 |
| 12 | Construção | 0 | 3,11E-04 | Unid. | 6,15E+16 | [h] | 0,00E+00 | 1,91E+13 | 1,91E+13 | 0,3 |
| 13 | Vacinas, vermícidias, etc. | 0 | 2,04E+00 | US\$ | 3,30E+12 | [e] | 0,00E+00 | 6,73E+12 | 6,73E+12 | 0,1 |
| Serviços | | | | | | | 8,82E+13 | 5,80E+13 | 1,46E+14 | 2,6 |
| 13 | Mão-de-obra Local | 0,77 | 2,56E+07 | J | 1,09E+05 | [f] | 2,14E+12 | 6,47E+11 | 2,79E+12 | 0,0 |
| 14 | Mão-de-obra Contratada | 0,60 | 5,12E+07 | J | 2,80E+06 | [i] | 8,61E+13 | 5,74E+13 | 1,43E+14 | 2,6 |
| Energia total | | | | | | | 4,31E+15 | 1,30E+15 | 5,61E+15 | 100,0 |

[a] Odum, 1996; [b] Brown e Ulgiati, 2004; [c] Odum et al., 2000; [d] Brandt-Williams, 2002; [e] Coelho et al., 2003; [f] este trabalho; [g] Cuadra e Rydberg, 2006; [h] Buranakarn, 1998 apud Buranakarn and Brown, 2002; [i] Brown, 2003.

(ii) O baseline utilizado é de 15,83E+24 seJ/ano.

(iii) O item "sol" não é contabilizado para evitar dupla contagem.

Na tabela G podemos ver alguns indicadores de desempenho emergético do cenário SIPAES nas diferentes maneiras de se avaliar os equipamentos e construções. Comparando as renovabilidades (%R) pode-se notar que há uma variação de até 11%. Considerar a energia dos materiais dos equipamentos e a energia do dinheiro pago por eles foi o resultou em menor renovabilidade, uma vez que houve maior contribuição dos recursos da economia. Por sua vez, as renovabilidades do sistema obtidas considerando só o investimento, ou só os materiais, bem como calcular as energias específicas foram muito próxima e as de maior valor também, diminuindo a insustentabilidade da economia do sistema.

Contabilizando a energia específica dos equipamentos se mostrou a com maior potencial em ser a mais correta, uma vez que nesta há possibilidade de melhorar os cálculos, uma vez que este trabalho é considerado um estudo inicial. Portanto, o caminho sugerido a seguir é aperfeiçoar a avaliação emergética não só da microdestilaria, mas de outros equipamentos.

Tabela G. Alguns indicadores de desempenho emergético do cenário SIPAES nas diferentes formas de avaliação dos equipamentos e infra-estrutura.

| | Materiais e custo dos equipamentos e insumos | Somente Investimento | Somente materiais | Energias específicas para os equipamentos | Unid. |
|-----|--|----------------------|-------------------|---|---------|
| EYR | 3,64 | 6,10 | 6,80 | 5,92 | adimen. |
| EIR | 0,38 | 0,20 | 0,17 | 0,20 | adimen. |
| ELR | 0,53 | 0,33 | 0,30 | 0,33 | adimen. |
| %R | 67,00 | 77,23 | 78,75 | 76,70 | % |

Tr = Y/Qp; EYR = Y/F; EIR = F/I; ELR = (N+MN+SN)/(R+MR+SR); %R = 100(R+MR+SR/Y)