



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**Caracterização e avaliação do grau de sustentabilidade de assentamentos rurais no Ceará utilizando Avaliação Emergética e Sistema de Informações Geográficas**

**JULIANA SERIO**

**Prof. Dr. Enrique Ortega Rodriguez**  
Orientador

CAMPINAS  
Fevereiro - 2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA FEA – UNICAMP

Se67c Serio, Juliana  
Caracterização e avaliação do grau de sustentabilidade de assentamentos rurais no Ceará utilizando avaliação emergética e sistema de informações geográficas / Juliana Serio. -- Campinas, SP: [s.n.], 2010.

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

1. Agricultura familiar. 2. Ceará. 3. Sustentabilidade. 4. Emergia. I. Ortega Rodriguez, Enrique. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

Titulo em inglês: Characterization and assessment of the sustainability of family farms in Ceara using emergy analysis and geographic information system

Palavras-chave em inglês (Keywords): Family farm, Ceara, Sustainability, Emergy

Titulação: Doutora em Engenharia de Alimentos

Banca examinadora: Enrique Ortega Rodriguez

Luis Alberto Ambrósio

Feni Dalano Roosevelt Agostinho

Consuelo de Lima Fernandez Pereira

Raimundo Wilane de Figueiredo

Data de defesa: 23/02/2010

Programa de Pós Graduação: Programa em Engenharia de Alimentos



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**Caracterização e avaliação do grau de sustentabilidade de assentamentos rurais no Ceará utilizando Avaliação Emergética e Sistema de Informações Geográficas**

Tese apresentada à Comissão Examinadora como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas.

**Juliana Serio**  
Doutoranda em Engenharia de Alimentos

**Prof. Dr. Enrique Ortega Rodrigues**  
Orientador

CAMPINAS  
Fevereiro - 2010



## **BANCA EXAMINADORA**

---

---

**Dr. Enrique Ortega Rodriguez**  
Orientador – DEA/FEA/UNICAMP

---

**Dr. Luis Alberto Ambrósio**  
Membro – Instituto de Zootecnia

---

**Dr. Feni Dalano Roosevelt Agostinho**  
Membro – Pós-doutorando FEA/UNICAMP

---

**Dra. Consuelo de Lima Fernandez Pereira**  
Membro – ECOCERT BRASIL

---

**Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo**  
Membro – Depto. Eng. de Alimentos  
Universidade Federal do Ceará

---

**Dr. Mario Vito Comar**  
Suplente – Instituto de Meio Ambiente e Desenvolvimento

---

**Dra. Sônia Maria P. Pereira Bergamasco**  
Suplente - FEAGRI/UNICAMP

---

**Dr. José Maria Gusman Ferraz**  
Suplente – EMBRAPA/CNPMA

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por Juliana Serio aprovado pela Comissão Julgadora em 23/02/2010.



## AGRADECIMENTOS

---

A Deus,

Aos meus pais, pela confiança e todo o apoio oferecido.

Ao Prof. Dr. Enrique Ortega, pela orientação.

A todos os membros da banca, pelas valiosas críticas e sugestões para melhorar o trabalho.

Ao meu marido Fernando, pela paciência, companherismo e apoio durante todo o curso e principalmente na conclusão deste trabalho.

À Talita pela amizade e descontração.

Ao Depto. de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, em especial professor Dr. Adunias Teixeira, Omar e ao colega Alexandre Costa pelas orientações e apoio no desenvolvimento do trabalho.

Aos amigos do Laboratório de Engenharia Ecológica (LEIA/UNICAMP), Alexandre, Otávio, Lucas, Marcos Watanabe, Fábio, Raul, John, Ari, Teldes, Marlei, Sayoko e Selene, pelos momentos compartilhados e pelas horas de descontração.

Aos demais professores e funcionários da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp pelo aporte necessário para a realização deste trabalho.

Ao CNPq pela bolsa de Doutorado.

A todos aqueles que de alguma forma torceram, contribuíram ou simplesmente acompanharam essa jornada.





“Um homem precisa viajar. Por sua conta, não por meio de histórias, imagens, livros ou TV. Precisa viajar por si, com seus olhos e pés, para entender o que é seu. Para um dia plantar as suas próprias árvores e dar-lhes valor (...) Um homem precisa viajar para lugares que não conhece para quebrar essa arrogância que nos faz ver o mundo como o imaginamos, e não simplesmente como é ou pode ser. Que nos faz professores e doutores do que não vimos, quando deveríamos ser alunos, e simplesmente ir ver”.

**(Amyr Klink - Navegador brasileiro)**



# SUMÁRIO

---

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS .....	4
2.1 Objetivos Gerais.....	4
2.2 Objetivos específicos .....	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	5
3.1 Teoria Sistêmica .....	5
3.2 Agricultura Sustentável .....	6
3.3 Agroecossistemas e Biodiversidade.....	11
3.4 Agricultura Familiar no Brasil e a Segurança Alimentar nos Assentamentos .....	13
3.5 O bioma caatinga .....	21
3.6 Ecounidades.....	25
3.7 Metodologias de apoio para caracterização e diagnóstico de pequenos sistemas agrícolas. ....	28
3.7.1 Sistema de Informações Geográficas (SIG) e geoprocessamento. ....	28
3.7.2 Avaliação Emergética .....	31
4. METODOLOGIA.....	35
4.1 Caracterização da área de estudo.....	35
4.2 Geração de bases de dados. ....	38
4.2.1 Classificações das imagens digitais .....	39
4.2.2 Mapa de declividade a partir dos dados SRTM .....	40
4.3 Perda de solo .....	42
4.3.1 Fator chuva (R) .....	43
4.3.2 Fator erodibilidade (K).....	43
4.3.3 Fatores comprimento e grau de declive (LS) .....	44
4.3.4 Fator uso e manejo (C) e prática conservacionista (P) .....	44
4.4 Avaliação Emergética.....	44
4.4.1 Caracterização do sistema analisado.....	45
4.4.2 Elaboração do Diagrama Sistêmico, montagem da Tabela de Avaliação Emergética. ....	45
4.4.3 Cálculo dos Índices Emergéticos e interpretação dos resultados, avaliando a situação ambiental do sistema. ....	47
4.5..... Estimativa da capacidade de carga usando a Potência Emergética Renovável. ....	51
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	53
5.1 Localização da área de estudo .....	53
5.1.1 Caracterização geral dos assentamentos.....	54
5.1.2 Assentamento A .....	56
5.1.3 Assentamento B.....	57
5.1.4 Assentamento C.....	57
5.1.5 Tipologia.....	57

5.2 Caracterização sócio-econômica e avaliação do nível de segurança alimentar nos assentamentos.	58
5.3 Geração de bases de dados .....	68
5.4 Perdas de solo.....	69
5.4.1 Fator chuva (R) .....	70
5.4.2 Fator erodibilidade (K).....	70
5.4.3 Fatores comprimento e grau de declive (LS) .....	71
5.4.4 Fator uso e manejo (C) e prática conservacionista (P) .....	71
5.5 Avaliação Emergética.....	76
5.5.1 Discussão dos índices emergéticos.....	86
5.6 Considerações sobre um Modelo de Ecounidades.....	95
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	103
7. CONCLUSÕES .....	104
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105
9. ADENDOS.....	121
ANEXO A – Perguntas incluídas no Suplemento de Segurança Alimentar da PNAD 2004 referentes à escala EBIA. ....	121
ANEXO B – Questionários de avaliação da segurança alimentar (SEGALL CORRÊA et al., 2004) .....	122
ANEXO C – Símbolos utilizados na construção dos diagramas sistêmicos.....	126
Apêndice 1 - Cálculo das médias e desvio padrão - faixas salariais dos assentados.....	127
Apêndice 2 - Cálculo das médias e desvio padrão - escolaridade dos assentados .....	128
Apêndice 3 - Dados brutos do Assentamento A .....	129
Apêndice 4 – Dados brutos do Assentamento B.....	131
Apêndice 5 – Dados brutos do Assentamento C.....	133

## LISTA DE FIGURAS

---

FIGURA 01: LOCALIZAÇÃO DO ESTADO DO CEARÁ. FONTE: INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ - IPECE.	24
FIGURA 02: ESQUEMA ILUSTRANDO AS ETAPAS REALIZADAS. ....	42
FIGURA 03: DIAGRAMA GERAL DE FLUXOS DE ENERGIA EM UM SISTEMA AGRÍCOLA. ADAPTADO DE ORTEGA (2002). ....	46
FIGURA 04: REPRESENTAÇÃO DE UM SISTEMA PRODUTIVO CONSIDERANDO A PORÇÃO RENOVÁVEL E NÃO RENOVÁVEL DOS RECURSOS DA ECONOMIA. ADAPTADO DE ORTEGA (2002).....	48
FIGURA 05: LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO. ....	53
FIGURA 06: IMAGEM DE SATÉLITE QUE COMPREENDE OS ASSENTAMENTOS ESTUDADOS. FONTE: GOOGLE EARTH 2007. ....	54
FIGURA 07: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA FAIXA ETÁRIA POR ASSENTAMENTO .....	59
FIGURA 08: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO TEMPO DE ESTUDO DOS ASSENTADOS POR ASSENTAMENTO. ....	60
FIGURA 09: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA DISTRIBUIÇÃO DA RENDA POR FAMÍLIA ASSENTADA. ....	62
FIGURA 10: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS NÍVEIS DE SEGURANÇA ALIMENTAR PELA DISTRIBUIÇÃO DE RENDA DOS ASSENTADOS..	65
FIGURA 11: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS NÍVEIS DE SEGURANÇA ALIMENTAR E AS FAIXAS DE RENDA DAS FAMÍLIAS ASSENTADAS.	66
FIGURA 12: IMAGEM DO MODELO DE ELEVAÇÃO DIGITAL DA REGIÃO DAS MICRO BACIAS. ....	69
FIGURA 13: DISTRIBUIÇÃO DOS TIPOS DE SOLOS ENCONTRADOS NA REGIÃO DAS MICRO BACIAS.....	70
FIGURA 14: MAPA DE DECLIVIDADE PARA AS MICRO BACIAS QUE ABRANGEM OS ASSENTAMENTOS EM ESTUDO. ....	71
FIGURA 15: MAPA DE CLASSIFICAÇÃO PARA AS MICRO BACIAS QUE ABRANGEM OS ASSENTAMENTOS EM ESTUDO. ....	72
FIGURA 16: MAPA DO POTENCIAL PERDA DE SOLO PARA AS MICRO BACIAS QUE ABRANGEM OS ASSENTAMENTOS EM ESTUDO. ....	74
FIGURA 17: MAPA DO POTENCIAL PERDA DE SOLO (SEGUNDO CLASSIFICAÇÃO TABELA 10).....	75
FIGURA 18: DIAGRAMA SISTÊMICO GERAL DOS ASSENTAMENTOS. ....	76
FIGURA 19: INDICADORES ASSENTAMENTO A: DIAGRAMA DE FLUXO DE ENERGIA AGREGADO (OS FLUXOS DE ENERGIA DEVEM SER MULTIPLICADOS POR E+13 SEJ/HA.ANO). ....	79
FIGURA 20: INDICADORES ASSENTAMENTO B: DIAGRAMA DE FLUXO DE ENERGIA AGREGADO (OS FLUXOS DE ENERGIA DEVEM SER MULTIPLICADOS POR SEJ/HA.ANO).....	79
FIGURA 21: TRANSFORMIDADE PARA OS ASSENTAMENTOS.....	86
FIGURA 22: RENOVABILIDADE PARA OS ASSENTAMENTOS. ....	87
FIGURA 23: ÍNDICES EMERGÉTICOS EYR, EIR E ELR PARA OS ASSENTAMENTOS A, B E C.....	89
FIGURA 24: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO EER PARA OS ASSENTAMENTOS. ....	91
FIGURA 25: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS FLUXOS EMERGÉTICOS AGREGADOS DOS ASSENTAMENTOS. ....	92
FIGURA 26: DIAGRAMA SISTÊMICO DE ECUNIDADES.....	96



## LISTA DE TABELAS

---

TABELA 01: ESQUEMA DE ORGANIZAÇÃO DE UMA TABELA DE CÁLCULO DOS FLUXOS DE ENERGIA. ....	46
TABELA 02: ÍNDICES EMERGÉTICOS MODIFICADOS. ADAPTADO DE ORTEGA (2002). ....	48
TABELA 03: CLASSIFICAÇÃO DOS ASSENTAMENTOS. ....	58
TABELA 04: DISTRIBUIÇÃO POR FAIXAS ETÁRIA DOS ASSENTADOS. ....	58
TABELA 05: ESCOLARIDADE MÉDIA DOS ASSENTADOS. ....	60
TABELA 06: RENDA MÉDIA DAS FAMÍLIAS ASSENTADAS. ....	62
TABELA 07: NÍVEL DE SEGURANÇA ALIMENTAR NAS FAMÍLIAS ASSENTADAS. ....	64
TABELA 08: TIPOS DE SOLOS ENCONTRADOS NAS MICRO-BACIAS. ....	71
TABELA 09: CLASSIFICAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO PARA AS MICRO BACIAS QUE ABRANGEM OS ASSENTAMENTOS EM ESTUDO. ....	73
TABELA 10: CLASSIFICAÇÃO DO GRAU DE EROSIÃO. ....	74
TABELA 11: CLASSIFICAÇÃO DO GRAU DE EROSIÃO PARA AS MICRO-BACIAS QUE ABRANGEM OS ASSENTAMENTOS EM ESTUDO. ....	75
TABELA 12: AVALIAÇÃO EMERGÉTICA DE SISTEMA DE PRODUÇÃO DO SISTEMA A (FLUXOS EMERGÉTICOS EM 10E+13SEJ/HA.ANO)	78
TABELA 13: ENERGIA TOTAL PRODUZIDA PELO ASSENTAMENTO A. ....	79
TABELA 14: ÍNDICES EMERGÉTICOS PARA O ASSENTAMENTO A. ....	80
TABELA 15: AVALIAÇÃO EMERGÉTICA DE SISTEMA DE PRODUÇÃO DO SISTEMA B (FLUXOS EMERGÉTICOS EM 10E+13SEJ/HA.ANO)	81
TABELA 16: ENERGIA TOTAL PRODUZIDA PELO ASSENTAMENTO B. ....	82
TABELA 17: ÍNDICES EMERGÉTICOS PARA O ASSENTAMENTO B. ....	83
TABELA 18: AVALIAÇÃO EMERGÉTICA DE SISTEMA DE PRODUÇÃO DO SISTEMA C (FLUXOS EMERGÉTICOS EM 10E+13SEJ/HA.ANO)	84
TABELA 19: ENERGIA TOTAL PRODUZIDA PELO ASSENTAMENTO C. ....	85
TABELA 20: ÍNDICES EMERGÉTICOS PARA O ASSENTAMENTO C. ....	86
TABELA 21: ÁREA DE SUPORTE PARA O BALANÇO EMERGÉTICO DOS ASSENTAMENTOS. ....	93





## RESUMO

---

No Brasil, o modelo de exploração agropecuário adotado por algumas comunidades rurais tende a reproduzir um modelo agrícola altamente dependente de insumos externos e degradantes para o ambiente. A preocupação com a conservação dos recursos naturais tem se tornado cada vez mais importante, devido à má ocupação do solo e do uso inadequado dos recursos ambientais. Com isso, o planejamento das áreas rurais, aliado ao planejamento ambiental, tem ocupado lugar de destaque na identificação de riscos potenciais de degradação. Esta pesquisa pretendeu caracterizar e obter indicadores capazes de mensurar o impacto sócio-ambiental, a viabilidade e a sustentabilidade em sistemas de agricultura familiar, situados no Estado do Ceará. Para auxiliar no processo de caracterização das áreas estudadas empregou-se Sistemas de Informações Geográficas e a metodologia emergética, que possibilitou a geração de mapas temáticos de solo, topografia do terreno, classificação do uso e ocupação e encontrar os índices emergéticos para os sistemas. O uso integrado de ferramentas de análise combinadas é vantajoso, pois permite estudar o sistema por vários aspectos, além de possibilitar o estudo mais completo. Os resultados encontrados a partir da caracterização dos recursos naturais da região como o potencial de perda de solo como sendo o ponto mais crítico, principalmente pela existência de áreas descobertas de vegetação; para o nível de segurança alimentar variaram: para a segurança alimentar (SA), de 9,2% a 1,5%; na insegurança leve (IL) 26,1% a 7,7%; na insegurança moderada (IM) 12,3% a 3,7% e a insegurança grave (IG) 4,6% a 0%. Os assentamentos mostraram-se potencialmente sustentáveis (%R = 50,21 (A), 45,65 (B) e 55,57(C); baixo impacto ambiental (ELR<2), variando de 0,8 a 1,19; dependem dos recursos da economia (EYR= 2,27, 1,99 e 2,61). Os índices emergéticos apontam para a importância de se adotar práticas agrícolas que dependam cada vez menos de recursos não renováveis, porém para que os assentamentos se mantenham a longo prazo é importante desenvolver novas práticas que garantam a manutenção das famílias, estimulem a produção e agreguem valor aos produtos comercializados.

**Palavras-chaves:** agricultura familiar, Ceará, sustentabilidade, emergia.



## ABSTRACT

---

In Brazil, the operational model adopted by some agricultural rural communities tends to reproduce a model of agriculture is highly dependent on external inputs and extremely degrading to the environment. Concern about the conservation of natural resources has become increasingly important, due to poor land use and inappropriate use of environmental resources. The planning of rural areas, combined with environmental planning, has occupied a prominent place in the identification of potential degradation. Developed countries have in family agriculture a mainstay of its economic dynamism and a healthy distribution of national wealth and these, at some point in history, promoted the reform and enhancement of family agriculture. This study intended to characterize and to obtain indicators of measuring the environmental, viability and sustainability of family farming systems, located in the State of Ceara. The characterization of the study areas we used the GIS tool and the emergy methodology, which enabled the generation of thematic maps of soil, topography, grading the use and occupation and find the emergy indices for systems. The integrated use of tools combined analysis is advantageous because it allows us to study the system in various aspects, and providing the most thorough study and evaluate the emergy efficiency of the system. The results from the characterization of the region's natural resources to end the potential and soil loss as the most critical, especially by the existence of uncovered areas of vegetation; to the level of food security varied: food safety (SA), 9.2% and 1.5%, in light insecurity (IL) 26.1% and 7.7%, moderate in uncertainty (IM) 12.3% and 3.7% and serious food insecurity (GI) 4.6% and 0%. The settlements shown to be potentially sustainable (%R = 50,21 (A), 45,65 (B) e 55,57(C); low environmental impact (ELR <2), ranging from 0.8 to 1.19; depend on the economic system (EYR= 2,27, 1,99 e 2,61). The emergy indices showed the importance of adopting practices that rely less and less non-renewable resources, but that the systems are maintained long-term importance of developing new practices to ensure the maintenance of families, encourage production and add value to products marketed.

**Key-words:** family farms, Ceara, sustainability, emergy.



## 1. INTRODUÇÃO

---

*“A agricultura familiar é um universo profundamente heterogêneo, seja em termos de disponibilidade de recursos, acesso ao mercado, capacidade de geração de renda e acumulação” (BUAINAIN et al., 2003).*

É fundamental acabar com a identificação automática entre agricultura familiar e pobreza para que a sociedade brasileira possa discutir um tema estratégico, que se relaciona com a questão da segurança alimentar, do uso e ocupação do solo e estratégias mercadológicas.

Historicamente, a agricultura familiar enfrenta um quadro macroeconômico adverso, que ao invés do conjunto de políticas públicas promover o desenvolvimento rural e local, propiciou o esvaziamento do campo e inibiu o desenvolvimento local, em favor das grandes metrópoles e cidades médias.

Assegurar o direito elementar de acesso ao alimento não é considerar apenas, a questão de garantir que os mesmos cheguem até a população rural, mas também de definir e operacionalizar políticas públicas direcionadas a assegurar a auto-suficiência produtiva dos pequenos produtores.

Contudo, a sustentabilidade dos grupos de agricultores familiares só é possível por meio da adoção de sistemas que se fundamentem no valor energético real, na recuperação da natureza e no aproveitamento racional dos recursos renováveis e do trabalho de boa qualidade da população rural (ORTEGA, 2003).

Para promover a estabilidade, produtividade e equilíbrio, os agrossistemas devem permitir relações funcionais complementares entre os organismos vivos e seu ambiente e priorizar os processos fundamentais do ecossistema, como fluxo de energia, ciclagem dos nutrientes e manutenção da diversidade do habitat (GLIESSMAN et al., 2007).

Por outro lado, a alta produção dos sistemas agro químicos, traz consigo uma redução da diversidade de organismos e plantas cultivadas (ALTIERI, 1999) e exige o aporte contínuo de recursos energéticos externos não renováveis, maximizando a produtividade das culturas o que

permite a retirada de quantidades elevadas de biomassa (ODUM & BARRETT, 2007). Este tipo de sistema acarreta elevados custos e prejuízos ambientais, tais como erosão do solo, redução da biodiversidade, aumento da vulnerabilidade das culturas às pragas, doenças e diminuição da ciclagem de nutrientes (FRANCO et al., 2002; XAVIER et al., 2006; AGOSTINHO et al., 2008).

No nordeste brasileiro, existe uma grande concentração de assentamentos. Em particular, o Estado do Ceará concentra assentamentos rurais que apresentam uma forte expansão e diversificação na forma de uso do espaço físico. Em muitos deles, o uso e a ocupação das terras tem sido incompatíveis com a sua aptidão, registrando entre outros, graves problemas de degradação ambiental. O aumento da degradação dos recursos naturais nestas áreas tem gerado uma crescente preocupação por parte da comunidade científica e dos órgãos governamentais, uma vez que a tendência à desertificação já se torna clara em algumas áreas.

No Ceará, muitos estudos que priorizam a adoção e manutenção da biodiversidade relacionada com a qualidade do solo, indicam que as condições são semelhantes ou melhores do que a condição natural do ambiente de caatinga (ANDRADE et al., 2004; OTUTUMI et al., 2004; AGUIAR et al., 2006; XAVIER et al., 2006; MAIA et al., 2006; 2007; 2008). Mesmo assim, o estudo desses sistemas de produção ainda precisa ser aprofundado

Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar os assentamentos em estudo e buscando indicadores de sustentabilidade, a fim de que juntamente com os outros trabalhos existentes possam ser traçados planos alternativos para que estes sistemas alcancem uma maior produtividade preservando o bioma em que estão inseridos.

Para isso, foi necessário o emprego de metodologias que avaliassem os sistemas de maneira rápida e eficiente, levando em conta, além dos recursos da economia humana, a contribuição dos produtos e serviços da natureza e os impactos ambientais, tais como: a caracterização da micro bacia, por meio do emprego do Sistema de Informações Geográficas; a avaliação do grau de segurança alimentar das famílias e o emprego da avaliação emergética que apresenta os indicadores de sustentabilidade do sistema.

Vale ressaltar, que a construção alternativa de uma "agricultura sustentável" implica novos conceitos e objetivos que busquem conciliar a segurança alimentar da população, questões

econômicas, preservação dos recursos naturais e o fortalecimento do mercado local.

Neste contexto, a partir do conceito de ecounidades como fundamento básico para conservação de biomas, este trabalho apresenta a idéia de se redesenhar a estrutura das pequenas comunidades agrícolas utilizando-as como células de funcionamento dos agro ecossistemas. Essa visão permite o estudo sistêmico do desenvolvimento e a adaptação de tecnologias destinadas a interromper os processos de degradação, a recuperar áreas degradadas e a torná-las ecológica e economicamente competitivas.

Com isso, a observação, demonstração e avaliação dos sistemas pode gerar novos indicadores que permitam a mensuração de determinados aspectos da realidade desta parcela da sociedade, mesmo que seja por meio de um determinado ponto de vista e metodologia, de forma que possam contribuir com essa complexa realidade dos assentamentos rurais.

## **2. OBJETIVOS**

---

### **2.1 Objetivos Gerais**

O objetivo do presente trabalho foi caracterizar o comportamento sistêmico de unidades de agricultura familiar (assentamentos) situadas na região do semi-árido nordestino, através do uso combinado da Avaliação Emergética e o Sistema de Informações Geográficas.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Caracterização da área de estudo por meio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), pesquisa exploratória, direta, indireta e participativa;
- Classificar os níveis de segurança alimentar das famílias nos assentamentos;
- Obter os índices emergéticos para os sistemas estudados;
- Apresentar os resultados para os assentados e discutir experiências de agricultura familiar, fundamentadas nos princípios da agroecologia e segurança alimentar;
- Propor uma nova configuração para cadeia produtiva de alimentos (da agricultura familiar), tendo como base o conceito de ecounidades, fortalecendo a produção e o mercado da região.



### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

---

#### **3.1 Teoria Sistêmica**

A teoria de sistemas foi proposta em 1940 pelo biólogo Ludwig von Bertalanffy (BERTALANFFY, 1973). Segundo ele a teoria de sistemas, não apenas identifica partes ou elementos, mas sim, foca esforços no sentido de compreender os arranjos e as relações entre as partes que conectam, conduzem e rearranjam o sistema como um todo.

Um sistema é uma forma lógica de apreensão da realidade. A formulação de sistemas, não busca um “reflexo” do mundo real, mas sim a descrição ou destaque daqueles “traços” da realidade, cujo conjunto permite a percepção de uma condição de ordem e a proposição de uma forma operativa voltada para um dado objetivo. As entidades estudadas podem ser tanto pessoas, máquinas, objetos, informações ou mesmo outro sistema, no caso, subsistema. Essas mesmas podem ser inerentes (internas) ao sistema ou transientes (em movimento) a ele. O sistema estabelece uma fronteira e tudo que é externo a ele é chamado de meio ambiente do sistema (BERTALANFFY, 1973).

Odum (1988) definiu ecossistema como um conjunto de fatores bióticos e abióticos, em que ocorre uma interação entre os organismos vivos e o meio ambiente físico, com a formação de fluxos de energia e uma ciclagem de materiais entre as partes vivas e não vivas.

As simplificações e tipificações das situações encontradas no ambiente são denominadas modelos, pois facilitam o estudo dos ecossistemas, que em geral são complexos e de difícil análise e compreensão (ODUM, 1994).

A concepção dos limites de um sistema depende do enfoque do pesquisador, e o posicionamento da hierarquia energética é dado pela transformidade, que operacionalmente relaciona os compartimentos e os seus limites com a posição energética nesta hierarquia (ODUM, 1995).

No caso de um sistema ambiental, os componentes naturais são alterados e controlados pelo homem através de informações, estruturas sociais, simbolismos, dinheiro, poder político e guerras, ordenando assim, o ecossistema, para a obtenção de maiores recursos para ele

próprio (ODUM, 1994).

O enfoque sistêmico proporciona um quadro multidimensional, no qual diferentes disciplinas interagem, implicando que a sustentabilidade dos recursos naturais deve ser entendida como um modelo capaz de analisar as complexas interações (instituições organizacionais do meio ambiente, decisões públicas, regulamentos, normas, atribuição de valor) entre os subsistemas e o sistema ambiental (MOTA et al., 2001).

Nos ecossistemas, os organismos fotossintetizadores captam e transformam energia solar em energia potencial, que é armazenada como biomassa (GLIESSMAN, 2001). Essa energia é a força da interação entre os componentes do sistema, responsável pelo funcionamento desse ou de outro sistema. À medida que a energia é usada para realizar trabalho, grande parte sofre degradação, transforma-se em energia térmica, outra parte é convertida, para formas de maior organização, em menor quantidade (GLIESSMAN, 2001; ORTEGA, 2003).

Em agroecossistemas, ocorre a manipulação da captação e fluxo de energia, uma vez que o interesse humano é voltado para formas particulares de biomassa, que podem ser usadas como alimento, ração, fibra e combustível (ODUM, 1969). Esses agro ecossistemas, do mais simples ao mais sofisticado, requerem aporte de energia, necessário, devido à remoção pesada de energia pela colheita. O aporte torna-se cada vez maior à medida que se almeja elevar os índices de produtividade (GLIESSMAN, 2001).

Partindo de um enfoque sistêmico, a agroecologia adota o agrossistema como uma unidade de análise, tendo como propósito, dentre outros, proporcionarem as bases científicas (princípios, conceitos e metodologias) para apoiar o processo de transição do atual modelo de agricultura convencional para estilos de agriculturas sustentáveis (CAPORAL & COSTABEBER, 2007).

### **3.2 Agricultura Sustentável**

A concepção de desenvolvimento sustentável tem suas raízes fixadas na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo, em julho de 1972 (BRUNACCI & PHILIPPI Jr., 2005).

Desde então, começaram a surgir as mais variadas definições e explicações sobre o conceito de “Desenvolvimento Sustentável” e, aos poucos, a expressão foi se tornando uma espécie de *slogan*, cujo significado pode variar de acordo com o contexto em que ela está sendo empregada. Essa elasticidade permitiu abrigar as mais diferentes visões acerca do crescimento econômico e da utilização dos recursos naturais, gerando uma série de dúvidas, não apenas conceituais, mas principalmente, relativas às implicações práticas dessa noção (EHLERS, 1996).

Em 1983 foi criada a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que teve o trabalho de visitar inúmeros países para realizar um diagnóstico dos problemas ambientais. Esse trabalho resultou em um relatório em 1987, conhecido como Relatório Brundtland (FAGNANI, 1997).

Segundo esse relatório (WCED, 1987 p.43), Desenvolvimento Sustentável “é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações em satisfazer suas necessidades”. Essa definição clássica contém dois conceitos chave: (a) o conceito de “necessidade”, em particular as necessidades essenciais dos países pobres para que os mesmos possam ter condições mínimas de vida; (b) a idéia de “limitação” sobre a capacidade ambiental em satisfazer as necessidades atuais e futuras.

A Constituição Brasileira de 1988 no artigo 225 fala da inserção do conceito de desenvolvimento sustentável em seu texto:

*“Todos têm o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.*

Devido à complexidade, a abstração, a grande amplitude muitas vezes conflituosa do termo sustentabilidade e da falta de implantação de metodologias capazes de medir o grau de sustentabilidade de um padrão de desenvolvimento, atualmente, pode-se encontrar uma grande diversidade de significados para o termo Desenvolvimento Sustentável como, por exemplo: para Setti et al. (2000) é definido como o uso racional dos recursos naturais de forma a evitar

comprometer o capital ecológico do planeta.

O aproveitamento de forma duradoura dos recursos naturais só é possível por meio da transição de um modelo convencional para um modelo sustentável de produção, ou seja, estabelecer formas mais produtivas e igualitárias, mas também, melhores formas de convivência social e de relação com a natureza. A agricultura é uma atividade que depende, necessariamente, dos recursos naturais e dos processos ecológicos (FERNANDÉZ & GARCIA, 2001).

A sustentabilidade, de acordo com Sachs (1990), constitui-se num conceito dinâmico que leva em conta as necessidades crescentes das populações num contexto internacional em constante expansão. Para o autor, a sustentabilidade tem como base cinco dimensões principais, que são a sustentabilidade social, a econômica, a ecológica, a geográfica e a cultural. A sustentabilidade social está vinculada a uma melhor distribuição de renda com redução das diferenças sociais. A sustentabilidade econômica está vinculada ao fluxo constante de inversões públicas e privada, além da destinação e administração correta dos recursos naturais. A sustentabilidade ecológica está vinculada ao uso efetivo dos recursos existentes nos diversos ecossistemas e, como um dos resultados, mínima deterioração ambiental. A sustentabilidade geográfica está ligada a uma espacialização rural-urbana mais equilibrada. A sustentabilidade cultural procura a realização de mudanças em harmonia com a continuidade cultural vigente.

Para Gliessman (2003), a agricultura sustentável deve ainda, incorporar valores humanos básicos, valorizar as comunidades rurais em seus aspectos humanos e culturais, considerando no mesmo patamar, tanto a diversidade cultural quanto a biodiversidade vegetal e animal. Portanto, a sustentabilidade de um agrossistema só é alcançada, quando se consegue, por meio de um enfoque interdisciplinar, o equilíbrio entre os componentes sociais, econômicos e políticos. Assim, qualquer definição de agricultura sustentável deve observar o sistema inteiro, valorizar os componentes humanos tanto quanto os ecológicos (LEFF, 2002).

Segundo Ramos (2003), muitos estudiosos procuraram dar maior operacionalidade ao conceito de desenvolvimento sustentável, que passou a ser sinônimo de “economicamente viável, socialmente justo e ambientalmente correto”; já numa visão mais reducionista, a estratégia de desenvolvimento sustentável visa apenas promover a harmonia entre os seres humanos e a natureza.

Ehlers (1996) destaca o papel das tendências mais radicais como um caminho para a agricultura sustentável, onde grupos de organizações não-governamentais podem ser vistas como uma possibilidade de promover transformações estruturais na economia, na sociedade e nas relações com os recursos naturais, passando pela pesquisa, pelos hábitos de consumo alimentar e pela revisão das relações entre os diversos grupos.

De acordo com Ortega (2002), o desenvolvimento sustentável é um desafio conceitual, teórico e político e a grande questão é encontrar um sistema econômico baseado em recursos renováveis onde, segundo observações de Odum (1996), deverá haver ciclos de produção lenta e pulsos de consumo

No entanto, toda a complexidade da questão que envolve a sustentabilidade aumenta a necessidade e a importância de ações de todos os setores envolvidos com o tema para buscar soluções integradas e sustentáveis em longo prazo.

Algumas características básicas deste novo padrão de agricultura sustentável são destacadas por Ehlers (1996):

- A conservação dos recursos naturais, como solo, a água e a biodiversidade;
- A diversificação no uso da terra;
- A rotação de culturas e a integração da produção animal e vegetal;
- A valorização dos processos biológicos;
- A economia dos insumos;
- O cuidado com a saúde dos agricultores e a produção de alimentos com elevada qualidade nutritiva e em quantidades suficientes para atender à demanda global.

Vários sistemas que possuem as características acima conseguem equilibrar uma alta produtividade com a conservação ambiental, mas seria precipitado julgar que esses sistemas poderiam substituir, em curto prazo, o papel da agricultura convencional, principalmente quanto ao volume de produção. Além disso, seria ingênuo achar que, repentinamente, grandes levas de produtores substituiriam sistemas rentáveis no curto prazo por sistemas mais complexos e que só trariam resultados em longo prazo. Além disso, a sustentabilidade agrícola, embora de

reconhecida importância em todo mundo, tem pouca participação na definição de políticas econômicas. Ela não é medida por nenhum indicador comumente empregado, nenhuma convenção lhe atribui valor e nenhuma definição amplamente aceita a descreve. Quando uma maior preocupação com a sustentabilidade ambiental é deixada de lado na política econômica, parecem lógicas as distorções que a ameaçam (ALTIERI, 2000).

Para alguns analistas, a crise ecológica atual significa uma novidade radical na história da humanidade, novidade esta no sentido do caráter global e irreversível das alterações causadas à ecossfera pelas práticas produtivas baseadas no excessivo consumo de recursos naturais (CAPORAL & COSTABEBER, 2007)

Assim, enquanto no passado o fator limitante no consumo de recursos naturais era primordialmente uma questão energética, em termos de capacidade de intervenção, o que ocorre atualmente é que o fator limitante é a quantidade disponível de determinados recursos naturais (PHILIPPI Jr. & MALHEIROS, 2005).

Para Altieri (2000), a produção sustentável em um agro ecossistema deriva do equilíbrio entre plantas, solos, nutrientes, luz solar, umidade e outros organismos coexistentes. A agroecologia engloba orientações de como fazer isso, cuidadosamente, sem provocar danos desnecessários ou irreparáveis.

Desta forma, a agricultura sustentável trata de uma nova abordagem que integra os princípios agronômicos, ecológicos e socioeconômicos a 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 em agro ecossistemas com uma dependência mínima de insumos agro químicos e energéticos externos. O objetivo é trabalhar sistemas agrícolas complexos onde as interações ecológicas e sinergismos entre os componentes biológicos criem a fertilidade do solo, a produtividade e a proteção das culturas (ALTIERI, 2000).

Considerando regiões frágeis, como o semi-árido, Veiga (2001) destaca que o desenvolvimento sustentável do Nordeste Brasileiro é condicionado pela solução conjunta de problemas naturais, sociais e econômicos. Até pouco tempo, devido à obscuridade e à

complexidade destes problemas, foi praticamente impedida à criação de soluções para a utilização sustentável dos recursos naturais e manutenção da qualidade de vida da região.

É necessário o entendimento de que condições climáticas adversas, por se tratarem de fenômenos naturais, não podem ser combatidas. Segundo a Articulação no Semi-Árido (ASA), a água não é o único fator determinante da vida do semi-árido. Experiências de convivência do povo nordestino com as secas mostram que: a) os ecossistemas da região formam um ambiente singular e representam potenciais promissores; b) a organização social pode representar forte oposição às tradicionais estruturas de dominação política, hídrica e agrária; c) toda família pode, sem grandes custos, dispor de água limpa para beber e cozinhar e, com o mínimo de assistência técnica e crédito, plantar e criar ovinos, abelhas e galinhas. Enfim, o semi-árido é viável quando existem vontades individuais, coletivas e políticas nesse sentido (ASA, 2006).

### **3.3 Agroecossistemas e Biodiversidade**

Os benefícios em curto prazo obtidos na agricultura e silvicultura são produzidos pela redução nas diversidades de espécies e genética, evidenciada pela propagação de variedades especializadas de alto rendimento sobre grandes áreas de cultivos e florestas (ALTIERI, 1999; ODUM & BARRETT, 2007). Entretanto, a superdependência a um pequeno número de variedades, assim como a perda do patrimônio genético ambiental ocasiona sérios problemas que representam uma ameaça ao funcionamento de sistemas ecológicos e a integridade da biodiversidade (ALTIERI, 1999). No Brasil, alguns locais que no passado possuíam alta diversidade de espécies vêm sendo reduzidos devido alguns empreendimentos, como os agro pastoris e atividades extrativistas e industriais. Com isso, perde-se habitats de espécies que em muitos casos ainda não foram satisfatoriamente estudados (MARTINS et al., 2007).

A perda da biodiversidade, provocada pela degradação das terras, afeta também a sobrevivência e manutenção das populações humanas que vivem nas áreas atingidas. No ano de 2004, a região Nordeste do Brasil apresentava cerca de 181.000 km<sup>2</sup> de suas áreas gravemente afetadas pela desertificação, ocasionando prejuízos econômicos que chegam a 100 milhões de dólares anuais (LACERDA & LACERDA, 2004). No estado do Ceará, estima-se que 53% das

terras apresentam algum nível de degradação ambiental (SÁ et al., 2004). Como consequência, observa-se baixa produtividade das atividades agrícolas, pastoris e madeireiras, queda na qualidade de vida e acentuado êxodo rural (ARAÚJO FILHO & CARVALHO, 2001).

A tentativa de reversão deste quadro exige conhecer mecanismos ecológicos e evolutivos para restauração da biodiversidade destes ambientes, que possibilite a construção de modelos de produção agrícola integrados ao ambiente, minimize os efeitos da degradação ambiental e promovam o desenvolvimento econômico. Neste sentido, alguns sistemas produtivos como Sistemas Agroflorestais (SAFs), representam alternativas viáveis porque promovem maior equilíbrio do ecossistema manejado a partir do aumento da diversidade de espécies cultivadas em que culturas tradicionais são consorciadas com componentes arbóreos e/ou animais, com melhor aproveitamento dos componentes do agro ecossistema, no tempo e no espaço (NAIR, 1993).

Os SAFs constituem estratégias agroecológicas para restaurar a diversidade agrícola no tempo e no espaço, pois potencializam a biodiversidade, os processos ecológicos e a valorização do conhecimento local (ALTIERI, 2004). Esses são sistemas de produção adaptáveis às diferentes regiões e contribuem para uma produção mais estável, o que possibilita amenizar as adversidades encontradas pela agropecuária (BREMAN & KESSLER, 1997).

Um modelo de produção agrossilvipastoril para o semi-árido nordestino é proposto por Araújo Filho e Carvalho (2001), visando manter níveis elevados de biodiversidade assim como promover interação entre as três atividades (agrícola, silvícola e pastoril) para manter um fluxo de energia entre as áreas destinadas a cada atividade na mesma propriedade. Por essa proposta, a manutenção da biodiversidade é possibilitada pela utilização de técnicas de pastoreio conservadoras, evitando superpastejo e técnicas de policulturas, que favoreçam a preservação de espécies nativas dentro da área destinada a agricultura (sistemas agro florestais). Este tipo de prática, além de preservar a biodiversidade do agro ecossistema no ambiente semi-árido, proporciona maior resistência da atividade agrossilvipastoril frente às variações climáticas da região (ARAÚJO FILHO & CARVALHO, 2001). Sistemas agrossilvipastoris, mencionados acima, produzem 4,1 e 4,5 t/ha/ano de biomassa que é incorporada ao solo, nas áreas agrícolas e pastoris, respectivamente, enquanto que em áreas onde toda a vegetação é derrubada e queimada para a implantação das culturas, a produção anual de biomassa incorporada ao solo é, em média,



1,5 t /ha (MAIA et al., 2007).

Altieri (1999) lembra que existem sistemas agrícolas tradicionais que apresentam elevada diversidade biológica, comparável com ecossistemas naturais. Para o mesmo autor esse tipo de agricultura indica quais princípios poderiam ser usados para melhor aproveitamento da luz do sol, dos nutrientes do solo, da precipitação e dos recursos bióticos. Em agro ecossistemas que visam manutenção da biodiversidade são observados dois componentes de diversidade: o planejado, proporcionado ao incluir diversas culturas, vegetação nativa e animais na área agrícola, e o associado, incluindo organismos do solo, herbívoros, carnívoros e decompositores que colonizam o agro ecossistema e o ambiente que o rodeia, favorecidos pelo manejo e estrutura desempenhados pelo agricultor (ALTIERI, 1999). No entanto, os sistemas agrícolas tradicionalmente utilizados no semi-árido cearense não se enquadram totalmente nesta definição, uma vez que, normalmente, empregam práticas de agricultura itinerante como desmatamentos e queimadas que somadas a curtos períodos de pousio causam degradação dos ecossistemas (ARAÚJO FILHO, 2002).

### **3.4 Agricultura Familiar no Brasil e a Segurança Alimentar nos Assentamentos**

Dentre os principais estudos envolvendo a agricultura familiar destaca-se a teoria de Chayanov que é centrada na afirmação de que a unidade de produção familiar na agricultura é regida por princípios gerais de funcionamento interno que a tornam diferente da unidade de produção capitalista. De acordo com esses princípios a empresa familiar não se organiza sobre a base de extração e apropriação do trabalho alheio, ou seja, da mais-valia. Sendo assim, a fonte do trabalho que aciona o capital envolvido no seu processo de produção é o próprio proprietário dos meios de produção (WANDERLEY, 1998). Para Chayanov (1992), sendo a mão-de-obra um elemento de organização de qualquer processo produtivo, o caráter familiar é um dos principais fatores de organização da unidade econômica camponesa. Diferentemente do trabalhador assalariado, o camponês é um sujeito criando sua própria existência, sendo que o seu principal objetivo econômico é organizar o ano de trabalho para atender, primeiramente, a demanda da família, e se possível, poupar ou investir capital.

Lamarche (1993) afirma que a idéia de agricultura familiar repousa sobre a identidade entre família e exploração, onde a unidade de produção é um grupo familiar em que os membros estão ligados por laços de parentesco biológico ou simbólico, um grupo que se constitui e se renova tendo como base as relações familiares. Sendo assim, a exploração familiar assegura a subsistência do grupo e representa um patrimônio cuja transmissão é o objetivo principal das estratégias de reprodução do grupo familiar.

No Brasil a agricultura familiar é constituída principalmente por pequenas e médias unidades que representam a imensa maioria (85%) dos produtores rurais. São cerca de 4,1 milhões de estabelecimentos familiares, que detém 30% das terras e respondem por 40% da produção global brasileira (INCRA, 2000). Em alguns produtos básicos da dieta do brasileiro, como o feijão, arroz, milho, mandioca, hortaliças e pequenos animais, chega a ser responsável por 60% da produção (MAPA, 2004).

Os assentamentos rurais representam uma forma importante de democratização do acesso a terra no Brasil. Atualmente, eles desempenham um importante papel no espaço rural brasileiro devido à contribuição social e econômica na geração de emprego, na diminuição do êxodo rural, no aumento da oferta de alimentos, nos incrementos da produção agropecuária e na elevação do nível de renda com conseqüente melhoria da qualidade de vida dos trabalhadores rurais (BERGAMASCO et al., 2000).

Com a venda de suas mercadorias, o produtor familiar é também chamado de pequeno produtor mercantil, já que a agricultura camponesa se reproduz nas sociedades capitalistas modernas como uma pequena produção mercantil. Mesmo nas condições modernas de produção, suas características de reprodução ainda se baseiam na valorização dos recursos de que dispõe no estabelecimento familiar e que assim, destinam-se a assegurar a sobrevivência da família no presente e no futuro. Essa dupla preocupação, ou seja, a integração ao mercado e a garantia do consumo, vem afirmar que o campesinato brasileiro não se restringe apenas à obtenção da alimentação familiar, só acontecendo esse fato quando as portas forem efetivamente fechadas (WANDERLEY, 1999).

A agricultura familiar, ao longo dos anos, permaneceu como um setor importante da agricultura, mesmo enfrentando fortes restrições ao seu funcionamento, como o próprio acesso a

terra, ou ainda, a fragilidade do acesso a recursos financeiros além do modelo de modernização conservadora a que foi submetida (WANDERLEY, 1995).

Com as transformações sofridas após décadas, surge a idéia de uma ‘agricultura sustentável’ que demonstra a crescente insatisfação com a agricultura moderna, indicando o desejo social de práticas que, simultaneamente, conservem os recursos naturais e forneçam produtos mais saudáveis, sem comprometer os níveis tecnológicos já alcançados de segurança alimentar. Resulta de emergentes pressões sociais por uma agricultura que não prejudique o meio ambiente e a saúde (BRASIL - MMA, 1999).

Nos anos 70 e 80, as transformações que estavam ocorrendo na agricultura brasileira eram analisadas como similares àquelas ocorridas nos países capitalistas avançados, tanto em seus aspectos positivos como nos negativos. Nos anos 70, sustentava-se que a chamada “questão agrícola” havia sido superada pelo processo de modernização baseado na mecanização e na utilização de variedades selecionadas de sementes e de insumos químicos. Nos anos 80, sustentava-se que este processo de modernização aprofundara a integração da agricultura com os capitais industriais, comerciais e financeiros que a envolvem, formando o que foi chamado de “complexos agroindustriais” (BUIANAIN et al., 2003).

Na década de 90, a redução relativa do crescimento do emprego rural estritamente agrícola em contraposição ao aumento do emprego rural não-agrícola é apresentada como mais uma evidência de que “... a criação de empregos não-agrícolas nas zonas rurais é, portanto, a única estratégia possível capaz de, simultaneamente, reter essa população rural pobre nos seus atuais locais de moradia e ao mesmo tempo, elevar o seu nível de renda” (GRAZIANO da SILVA, 1999, p. 26).

Buiainain et al. (2003) destacam que, com efeito, nos últimos anos, o argumento do novo rural vinha sendo utilizado para justificar a necessidade de abandonar políticas agrárias e agrícolas voltadas para os setores mais fragilizados da produção familiar, em benefício de políticas de geração de empregos rurais não-agrícolas, limitando-se o apoio às atividades propriamente agrícolas das famílias rurais, àquelas consideradas competitivas por ocuparem nichos de mercado, de produtos especiais de alto valor agregado, cuja produção requer o uso intensivo de mão-de-obra.

Para Guanzioli et al. (2001), fatos como estes e a história mostram claramente que, apesar de todas as mudanças ocorridas e das oportunidades perdidas, ainda se faz necessário no país, como condição para a eliminação da pobreza e de suporte essencial a um processo de redistribuição dinâmica da renda, um projeto de desenvolvimento rural apoiado na produção familiar.

A preservação e o fortalecimento político da agricultura familiar, associados às características intrínsecas e à importância estrutural do núcleo familiar, formam a base para o estabelecimento de futuros sistemas agroecológicos. A real sustentabilidade, como dimensão completa, está fortemente relacionada à aquisição de estabilidade ecológica, a qual pode ser obtida em sistemas mais complexos de policultura, os mais afeitos e adequados à gestão agroecológica. A agricultura familiar tem grande potencial para a agroecologia, não somente no âmbito específico do sistema de produção em si, mas no domínio dos seus atributos culturais amplos (SILVEIRA, 2006).

Veiga (2001) defende uma posição que vai neste sentido, ou seja, de que é preciso formular políticas de desenvolvimento rural integrado que contemplem os diversos aspectos de uma mesma realidade: políticas agrárias e agrícolas para o fortalecimento da agricultura familiar juntamente com políticas de geração de novas oportunidades de empregos rurais não-agrícolas. Além disso, esse conjunto de políticas tenderia a ter uma distribuição espacial bem determinada, dado que há regiões onde predominam as atividades agrícolas e rurais não-agrícolas derivadas da agricultura e regiões onde claramente a dinâmica econômica nos espaços rurais não é mais determinada pelas atividades agrícolas.

De acordo com o relatório do Ministério do Meio Ambiente - MMA (1999), a noção de 'agricultura sustentável' envolve diversos dilemas teóricos e práticos, fazendo com que proliferem as tentativas de conceituá-la. Deixando de lado as nuances, pode-se dizer que todas transmitem a visão de um sistema produtivo de alimentos que garanta:

- A manutenção, em longo prazo, dos recursos naturais e da produtividade agrícola;
- O mínimo de impactos adversos ao ambiente;
- Retornos adequados aos produtores;

- Melhoria da produção com um mínimo de insumos externos;
- Satisfação das necessidades humanas de alimentos e renda;
- Atendimento às necessidades sociais das famílias e das comunidades rurais.

Os estudos confirmam que, em todas as regiões, a agricultura familiar explora de forma intensiva os recursos escassos disponíveis e que é possível gerar níveis de renda agropecuária superior ao nível de reprodução da família. Naturalmente que nem sempre este potencial se realiza, seja em razão das severas restrições de recursos enfrentados pelos agricultores familiares particularmente na Região Nordeste, que abrangem principalmente, várias regiões ocupadas por assentamentos rurais; seja por causa das condições macroeconômicas negativas e da ausência/deficiências das políticas públicas que deveriam, pelo menos, contrabalançar os efeitos negativos das políticas e da conjuntura macroeconômica (VEIGA, 2001; LINHARES, 2002; BUIANAIN et al., 2003).

Leite et al. (2004) afirmam que a Região Nordeste abrange uma das maiores áreas ocupadas por assentamentos rurais, sendo impossível imaginar qualquer solução para tão profunda chaga social vivida por esta região, que não dependa da atividade agropecuária, inclusive em ecossistemas de extrema fragilidade.

Para Ferraz (2003), a maioria dos modelos de exploração agropecuários adotados por assentados rurais tende a reproduzir o modelo agrícola da revolução verde, altamente dependente de insumos externos e muito degradantes para o ambiente. Esta tendência ocorre por vários motivos, dentre os quais a formação dos técnicos que lhes prestam assistência técnica, as exigências para acesso a financiamento bancário. Da mesma forma, o modelo de comercialização é idêntico ao adotado pelo agricultor empresarial.

Este conjunto de informações confirma que o universo dos agricultores familiares é extremamente diferenciado e que, enquanto uma parte dos estabelecimentos gera um nível de renda sustentável, outra parte enfrenta crescentes dificuldades associadas principalmente à falta de recursos, principalmente terra e capital (LEITE et al., 2004).

Ainda segundo Leite et al. (2004), o desempenho da agricultura familiar reflete um conjunto amplo de condicionantes, desde a disponibilidade de recursos, a inserção

socioeconômica, a localização geográfica, as oportunidades e a conjuntura econômica, as instituições e valores culturais da família, do grupo social e até mesmo do país. Apesar da importância desses fatores, pode-se considerar, com certo grau de simplificação, que os quatro principais condicionantes do desenvolvimento rural são os incentivos que os produtores têm para investir e produzir, a disponibilidade de recursos, particularmente terras, água, mão-de-obra, capital e tecnologia, que determinam o potencial de produção, o acesso aos mercados, insumos, informações e serviços que influem de forma decisiva na capacidade efetiva de produção e, finalmente, as instituições, que influenciam as decisões dos agentes e inclusive sua capacidade, possibilidade e disposição para produzir.

Toscano (2003) enfatiza que todos os países desenvolvidos têm na agricultura familiar um sustentáculo do seu dinamismo econômico e de uma saudável distribuição da riqueza nacional. Todos eles, em algum momento da história, promoveram a reforma agrária e a valorização da agricultura familiar. O bom desempenho e o fortalecimento da agricultura familiar estão na dependência da capacidade de articulação dos diversos setores sociais envolvidos e comprometidos com essa realidade, tais como: movimentos sociais, diversos ministérios, governos estaduais e municipais, agentes financeiros, ONGs e outros.

Portugal & Contini (1998) afirmaram que as pesquisas voltadas para a agricultura familiar deveriam dar prioridade para os seguintes aspectos:

- Inovações adequadas às circunstâncias e potencialidades dos agricultores, tomando em consideração seu nível educacional, suas instituições, sua racionalidade, seu limitado acesso a insumos e serviços e, principalmente, seus recursos disponíveis no estabelecimento. Ou seja, a priorização da geração de tecnologias “de processo” sobre as “de produto”;
- Inovações que permitam o uso racional dos recursos naturais e capacitem os agro ecossistemas a manter a sustentabilidade dos seus níveis de produtividade, mesmo quando sujeito a choques ambientais maiores, não-freqüentes e relativamente imprevisíveis;
- Maior inserção do agricultor no mercado (“pós-porteira”), de modo a

proporcionar-lhe uma visão mais objetiva do contexto econômico e das estratégias de valorização dos seus produtos, permitindo-lhe uma base mais segura para iniciar um processo de verticalização;

- Enfoque sistêmico como instrumento metodológico fundamental, priorizando a pesquisa em meio real e ligando o agricultor e o extensionista como parceiros ativos em todas as etapas do processo (EMBRAPA, 1998 apud Portugal & Contini, 1998).

Apesar de muitos agricultores familiares terem sido expropriados e expulsos da terra pelas mudanças ocorridas devido à “modernização conservadora” do campo, quer seja pela dificuldade de competir com os padrões produtivos “impostos” pela revolução verde como também pelo endividamento por empréstimos no sistema financeiro, acredita-se que grande parte das famílias, ao voltarem para o campo via programa de assentamentos rurais, tem se preocupado com uma das atividades básicas para a sobrevivência, que é a produção de auto-consumo, concretizando assim, ou pelo menos em parte, a sua segurança alimentar (DOMBEK, 2006).

A possibilidade da produção de alimento, dentro da agricultura familiar, é apresentado como uma das formas para garantir a segurança alimentar. Contudo, a insegurança alimentar se manifesta principalmente pela dificuldade no acesso aos mesmos, na indisponibilidade de renda que é determinada principalmente, pela falta de trabalho e/ou baixa remuneração de certos empregos, ou ainda da impossibilidade de acesso aos meios produtivos para assim provê-los (CONSEA, 2004).

O conceito que associa pobreza com renda insuficiente para comprar determinada cesta de bens essenciais, é criticado porque não inclui outras dimensões da vida humana. No entanto, isto ocorre justamente porque é difícil atribuir valores para algumas dessas dimensões (CONSEA, 2004).

As famílias que buscam os assentamentos rurais têm no acesso a terra uma primeira conquista o objetivo principal, base para todas as outras. As origens dessas famílias são diversas: encontram-se posseiros com longa história de ocupação de terra, filhos de produtores familiares empobrecidos, sem acesso a terra para garantir sua independência; parceiros; pequenos

produtores atingidos por obras públicas, como as famílias atingidas por construções de barragens; seringueiros, que passaram a resistir ao desmatamento; assalariados rurais; populações de periferias urbanas, eventualmente com origem rural ou não, mas dispostos à ocupação; aposentados, que buscam no acesso a terra um complemento de sua renda (LEITE et al., 2004).

A agricultura familiar apresenta um padrão de desenvolvimento a partir da inclusão social, combinando os objetivos da segurança alimentar e o uso sustentável dos recursos naturais, com a preservação do patrimônio natural, nele incluído a biodiversidade e a múltipla função do espaço rural (MALUF & REIS, 2005).

Alguns autores consideram ainda que, a produção de alimentos tende a contribuir inclusive na segurança econômica que o agricultor (assentado ou não) necessita, por vezes, para se lançar em novos projetos e aumentar sua produção comercial, podendo funcionar como uma verdadeira poupança para a família (MALUF&REIS, 2005; ANDRADE, 2002; NORDER, 1997).

Em seus trabalhos, autores como NORDER (1997) e ANDRADE (2002), os pequenos agricultores, ao transformarem essa produção em valores monetários e somando-os à renda familiar, concluíram que a produção de alimentos para o consumo da comunidade contribui para que as famílias mais pobres superem a condição de estarem abaixo da linha de pobreza.

Vale ressaltar que o sucesso produtivo dos assentados depende de outras condições tais como proximidade com a água, declive, inserção do conjunto de assentamentos próximos (ou não) dos mercados consumidores, resíduos dos cultivos anteriores e de seus hábitos para o plantio ou criação de determinado produto (WHITAKER, 2003).

A criação de pequenos animais e o cultivo de pomares e hortas caseiras, além da produção de arroz, feijão, milho, mandioca e leite no meio rural, podem contribuir para diminuir ou minimizar a insegurança alimentar, porém não é raro verificar que este tipo de produção é colocado à margem da “cultura principal” da propriedade, ou ainda, ser tratado como “trabalho feminino”. De fato, normalmente estas produções se concretizam com maior facilidade pela presença e trabalho das mulheres (SANTOS & FERRANTE, 2003).

Algo muito comum entre os pequenos produtores são as trocas de alimentos e/ou



doações de produtos agrícolas oriundos de suas produções. Isto tem uma forte dimensão simbólica e ocorre, principalmente, entre vizinhos, conhecidos e familiares, pois se referem a laços de amizade e vizinhança/proximidade (NEVES, 1981).

### **3.5 O bioma caatinga**

O termo Caatinga é originário da língua tupi e significa mata branca. É um bioma único, pois apesar de estar localizado em área de clima semi-árido, apresenta grande variedade de paisagens, riqueza biológica e endemismo. Embora esteja bastante alterada, a caatinga contém uma grande variedade de tipos de vegetação com elevado número de espécies e também remanescentes de vegetação ainda bem preservada (ARAÚJO FILHO, 2002).

O bioma Caatinga é o mais negligenciado dos biomas brasileiros, nos mais diversos aspectos, embora foi um dos mais ameaçados devido às centenas de anos de uso inadequado e insustentável dos solos e recursos naturais (ARAÚJO FILHO, 2002).

A Caatinga ocupa quase 10% do território nacional, com 736.833 km<sup>2</sup>, abrangendo os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Sergipe, Alagoas, Bahia, sul e leste do Piauí e norte de Minas Gerais. Região de clima Semi-Árido e solo raso e pedregoso, embora relativamente fértil, o bioma é rico em recursos genéticos dada a sua alta biodiversidade. O aspecto agressivo da vegetação contrasta com o colorido diversificado das flores emergentes no período das chuvas, cujo índice pluviométrico varia entre 300 e 800 milímetros anualmente (WWF, 2007). Fernandes (2000) considera duas fitofisionomias básicas para a caatinga: caatinga arbórea e caatinga arbustiva. Ultimamente, as caatingas têm sido classificadas como savana-estépica, hierarquizadas em diversas tipologias (IBGE, 1992).

O clima do Nordeste é um dos mais complexos do país, devido a grande área, com diferentes fisionomias de relevo, e especialmente a associação de dois sistemas climáticos formados pelos alísios do Nordeste e Sudeste, o que propicia chuvas em diversos períodos do ano e em diferentes quantidades.

Alterações na caatinga tiveram início com o processo de colonização do Brasil, inicialmente como consequência da pecuária bovina, associada à práticas agrícolas rudimentares

(PESSOA et al., 2008). Ao longo do tempo, outras formas de uso da terra foram sendo adotadas, diversificação da agricultura e da pecuária, aumento da extração de lenha para produção de carvão, caça e outras (ZANETTI, 1994).

O modelo de desenvolvimento no semi-árido brasileiro tem sido baseado na exploração madeireira predatória como fonte de energia, associada à pecuária extensiva por meio de superpastoreio e a uma agricultura intensiva com práticas de desmatamento e queimadas. As conseqüências desse modelo se fazem sentir principalmente nos recursos naturais renováveis da caatinga. Assim, já se observa perdas drásticas na diversidade da flora e da fauna, aceleração dos processos de erosão e declínio da fertilidade do solo (ARAÚJO FILHO & BARBOSA, 2000; NUNES et al., 2008).

De acordo com Araújo Filho (2002), a problemática sócio-econômica de grande parte da população residente nos domínios semi-árido da Caatinga, sem dúvida, contribuiu enormemente para esta degradação, uma vez que a exploração dos recursos naturais é a principal fonte de subsistência desta população.

Para Ribeiro et al. (2008), as condições adversas do meio ambiente, aliadas ao desenvolvimento de atividades econômicas ainda bastante rudimentares, concomitante com a falta de planejamento compatível com os recursos disponíveis e a extrema vulnerabilidade do sistema produtivo, se constituem em aspectos desfavoráveis à produção agrícola e ao manejo dos recursos de uma região, fato este peculiar também à região da caatinga.

Sampaio et al. (1993) afirmam que, não obstante a fragilidade natural do ecossistema, a Caatinga possui uma certa resistência às perturbações antrópicas, como os processos de corte e de queima, sistematicamente aí aplicados. Estudos têm revelado que a queima provoca redução drástica do volume de copa, bem como da densidade das espécies presentes, enquanto que o simples corte afeta pouco a densidade das espécies nas áreas assim exploradas. No entanto, a relação entre os processos que ocorrem na comunidade vegetal é reversível, de forma que a flora de uma determinada região é fruto de um processo de seleção natural. Ainda de conformidade com esses autores, nem todas as espécies de uma comunidade deverão responder de forma comum e uniforme a cada modificação do ambiente que ocupam.

A caatinga legalmente protegida possui menos de 1% de sua área em reservas. Recentemente, o governo brasileiro iniciou ações para conservar melhor sua biodiversidade. Áreas de extremo interesse biológico foram selecionadas sobrepondo informações de diferentes organismos (Silva et al., 2004), e ecorregiões foram propostas para o Bioma da Caatinga combinando dados bióticos e abióticos (VELLOSO et al., 2002).

O Estado do Ceará está situado próximo à linha do Equador, possui uma área de 148.825 km<sup>2</sup>, correspondente a 1,7% da área do território brasileiro e 9,4% da área da região Nordeste (Figura 01). Divide-se em 184 municípios, sendo a capital do Estado a cidade de Fortaleza. Seu relevo é compreendido por planícies litorâneas, zonas intermediárias do sertão e serras, com uma vegetação predominantemente constituída de plantas xerófilas, sendo a caatinga o principal bioma do Estado (COGERH, 2006).



Figura 01: Localização do Estado do Ceará. Fonte: Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE.

O clima é quente e úmido na região litorânea, com temperaturas médias em torno de 26°C; semi-árido no sertão, com temperaturas médias de 27°C e frio e úmido nas regiões serranas (temperatura média de 22°C). Também caracteriza o clima cearense uma precipitação pluviométrica média anual de 775 mm (400 mm no sertão e 1200 mm no litoral e serras) e uma umidade relativa do ar de 82% no litoral e inferior a 70% no sertão. Os solos do estado, embora férteis em termos de características químicas, apresentam limitações de escassez de recursos hídricos, de profundidade, de pedregosidade e de relevo. Em áreas específicas, encontram-se condições favoráveis para o aproveitamento econômico (COGERH, 2006).

Pelas dificuldades encontradas em relação a distribuição de chuvas e qualidade de solo, a diversidade de produtos agrícolas nessa região é menor que em outras regiões, ainda assim vários produtos são citados como plantados nas comunidades rurais da região, dentre eles: feijão e milho constituindo-se produtos básicos, produzidos por todos, com duplo caráter (venda e consumo); o algodão, produto tradicional da região; abóbora, banana e melancia (LEITE et al., 2004).

### **3.6 Ecounidades**

Um reflexo direto do crescimento da população humana e da expansão das áreas ocupadas por atividades agrícolas ou industriais é a diminuição e a fragmentação da área ocupada por vegetação nativa, aumentando os riscos de perda da biodiversidade local e a ameaça de extinção global de espécies (SOBRINHO & FALCÃO, 2006).

Nas regiões cuja paisagem foi fortemente alterada pela ocupação humana, a restauração de áreas degradadas se constitui uma importante estratégia para conservação e recuperação da diversidade biológica e, nos últimos anos, constata-se um grande incremento no número de estudos que buscam compreender e superar os obstáculos à recuperação. Em consequência disso, o grau de degradação de um ecossistema afeta sua capacidade de autorenovação que depende de fatores como a frequência, distribuição espacial, intervalo de retorno, área e intensidade dos distúrbios a que foi submetido (ARAÚJO & BARBOSA, 2000).

Dentro do processo de preservação e conservação de um planejamento regional, a definição de ecorregiões representa o primeiro passo, envolvendo a seleção e desenho de redes ecossistêmicas necessárias à conservação da diversidade de espécies, comunidades ecológicas e sistemas ecológicos em cada região distinta (PESSOA et al., 2008).

A tomada de consciência da crise do meio ambiente nas últimas décadas tem causado a união de diversos esforços da comunidade científica e outros diversos órgãos da sociedade para novas alternativas do que se pode chamar de eco desenvolvimento (FERNANDÉZ & GARCIA, 2001).

No Brasil, importantes esforços têm sido feitos nos últimos anos para conhecer as

diversas ecorregiões do país e suas respectivas necessidades de conservação para que de forma estruturada possam ser definidas ações que tenham como propósito a reestruturação das características de cada bioma e a valorização da cultura regional (BRASIL-MMA, 1999).

O conceito de ecorregiões foi inicialmente desenvolvido por biólogos, ecólogos e conservacionistas do mundo inteiro a partir dos anos 40 e consolidado para a América do Norte por Robert G. Bailey (1976, 1995), sendo, portanto, naquele país é conhecido como "Sistema Bailey" para zoneamento ecológico.

Uma ecorregião pode ser definida por: “uma unidade relativamente grande de terra ou água contendo um conjunto distinto de comunidades naturais que compartilham grande parte de suas espécies, dinâmicas e condições ambientais” (WWF-Brasil, 2007), ou ainda, “um conjunto de comunidades naturais, geograficamente distintas, que compartilham a maioria das suas espécies, dinâmicas e processos ecológicos, e condições ambientais similares, que são fatores críticos para a manutenção de sua viabilidade em longo prazo” (DINERSTEIN et al., 1995).

Ecorregião é, portanto, uma extensa área que engloba sistemas biológicos, que podem ser diversos entre si, mas que se diferenciam de outros por possuírem processos bióticos característicos (ex.: padrões de distribuição de composição e resiliência) e abióticos (ex.: clima, história geomorfológica) que os conectam de alguma maneira (VELLOSO et al., 2002).

Para Velloso et al. (2002), o processo de definição de ecorregiões depende de um consenso científico para identificar, dentro de uma determinada área sob estudo, os sistemas ecológicos que definem as ecorregiões e suas fronteiras, aqui definidas como interfaces que demarcam as mudanças nos processos ecológicos.

Segundo Bailey (1998), as ecorregiões devem ter tamanhos e características adequados para assegurar a evolução dos processos ecológicos e fornecerem uma unidade geográfica ecologicamente mais relevante para organizar e priorizar nossos esforços de planejamento de conservação.

Classificar ecorregiões como unidades geográficas de planejamento incentiva a considerar diversas espécies e tipos de comunidades naturais ao mesmo tempo, uma vez que são constituídas por distintos conjuntos de comunidades naturais inter-relacionadas. Com isso,

fornece uma excelente base para o desenvolvimento de estratégias que permitam garantir a diversidade e variabilidade genética e ecológica (COSTA et al., 2007a).

No Brasil, estudos de representatividade ecológica para os ecossistemas brasileiros estão sendo realizados pelo Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA juntamente com Ministério do Meio Ambiente - MMA e a organização não-governamental *World Wildlife Fund* - WWF Brasil, a partir de 1998, tomando-se como referência biogeográfica os biomas e ecorregiões, baseando-se em mapas de flora e fauna, em imagens de satélite e mapas de relevo, hidrografia, solo, geologia, precipitação e outros fatores físicos (COSTA et al., 2007a).

Assim, o estabelecimento de ecorregiões busca refletir a verdadeira distribuição da biodiversidade e por isso são muito úteis para a definição de planos de desenvolvimento sustentável e de conservação, assegurando a eficácia de ações (VELLOSO et al., 2002).

Dentre as unidades de análise para o planejamento e implantação de ações de conservação da biodiversidade em grandes escalas espaciais, o de ecorregião tem se revelado adequado, ainda que muitas ações sejam aplicadas no local. Esta escala abrange a maior parte dos processos ecológicos e evolutivos que sustentam a biodiversidade e permite a identificação de áreas críticas a serem conservadas, administradas ou recuperadas para que as metas da conservação sejam alcançadas (VELLOSO et al., 2002).

Para que aconteça um planejamento para uma gestão ecossistêmica, faz-se necessário obter informações básicas sobre a natureza e distribuição dos ecossistemas ali presentes. Desenvolver tal informação precisa-se ir além dos fatores que o definem e compõem, como também, depois disso, faz-se necessário compreender os padrões e processos que ocorrem entre os componentes sociais, físicos e biológicos (LEITE et al., 2004).

Para tal é necessário obter dados a respeito da distribuição e interações de organismos e o ambiente, incluindo a demografia das espécies, o desenvolvimento e sucessão das comunidades, bem como os efeitos da atividade humana e de uso e ocupação do solo (FERNANDÉZ & GARCIA, 2001).

O estudo e a compreensão dessas áreas com suas diferentes características permitem

uma classificação quanto a sua capacidade e disponibilidade para produzir diferentes bens e serviços.

Neste contexto, podemos afirmar que há pelo menos duas razões pelas quais uma perspectiva regional do ecossistema é necessária:

(1) obter dados detalhados a serem agregados podendo ser utilizados em vários níveis de interpretação;

(2) para fornecer um quadro de referência necessária para integrar plenamente e interpretar as informações.

Atualmente o uso de mapas temáticos baseados em classificação de tipos climáticos, vegetação, associações, grupos e solo se encontram dentro das metas para a conservação da biodiversidade e têm sido amplamente utilizados na caracterização de áreas e no processo de tomada de decisão. A coleta e compilação dos melhores dados disponíveis sobre a distribuição da biota (zoogeografia de espécies da fauna e flora), aspectos abióticos (geomorfológicos, topográficos, etc.) e sócio-econômicos e energéticos devem ser organizados de modo a gerar mapas incorporando as componentes espaciais para uma melhor reposta nos processos decisórios (RIBEIRO et al., 2008).

Ribeiro et al. (2008) ainda destacam para a importância do uso de ferramentas de geoprocessamento como o Sistema de Informação Geográfica (SIG), englobando o sensoriamento remoto, a digitalização de imagens e dados, a automação de tarefas cartográficas, dentre outras.

### **3.7 Metodologias de apoio para caracterização e diagnóstico de pequenos sistemas agrícolas.**

#### **3.7.1 Sistema de Informações Geográficas (SIG) e geoprocessamento.**

O geoprocessamento pode ser entendido como a utilização de técnicas matemáticas e computacionais para tratar dados obtidos de objetos ou fenômenos geograficamente identificados ou extrair informações desses objetos ou fenômenos, quando eles são observados por um sistema sensor. As ferramentas utilizadas para realizar o geoprocessamento compõem um conjunto



denominado Sistema de Informação Geográfica (SIG). Este, por sua vez, é formado por um conjunto de aplicativos com finalidade de adquirir, armazenar, combinar, reclassificar, cruzar e recuperar informações georreferenciadas (CALIJURI & RÖHM, 1994).

O sensoriamento remoto tem por objetivo estudar objetos ou regiões na superfície da Terra sem entrar diretamente em contato com os mesmos. Estes objetos de interesse, vegetação, culturas agrícolas, solos, formações rochosas, corpos de água, entre outros, são denominados de alvos. Estas informações de interesse são obtidas basicamente através do estudo da interação da radiação eletromagnética emitida por fontes naturais (ex: Sol) ou artificiais (ex: Radar) com estes alvos (ERBERT, 2001).

Para Sano & Assad (1998), tais informações também podem ser obtidas por métodos convencionais, envolvendo questionários aplicados diretamente aos produtores. Afirmaram, também, que esses métodos são de aplicação demorada e onerosa e, em função da subjetividade decorrente da avaliação por enquête, podem levar a erros que frequentemente induzem os usuários a questionar os dados.

Assad & Sano (1993), afirmam que o SIG é uma importante ferramenta no estudo de potencialidades do meio ambiente, uma vez que sua utilização permite o zoneamento de áreas de forma eficiente, substituindo os métodos tradicionais de análise, que quase sempre são mais onerosos e de manipulação difícil.

Para ser capaz de realizar estas operações e ainda dispor de entrada e saída de dados em diversos formatos, o SIG normalmente integra diversos outros sistemas como processamento digital de imagens, análise estatística, análise geográfica e digitalização, tendo como ponto central um banco de dados (ROCHA, 2003).

Rocha (2003) chama a atenção para a importância do tomador de decisão, pois o SIG apenas fornece informações para essas pessoas: “É evidente que o sistema depende de sua interação com o analista e o tomador de decisão, que é quem interpreta os resultados gerados colocando toda sua experiência, juntamente com um processo de discussão com a comunidade ou seus representantes, para sintetizá-los e analisá-los, gerando informações e decisões que afetam esta comunidade e o meio ambiente ao seu redor. Assim, o SIG fica caracterizado como um

importante sistema de suporte à decisão”

Em um trabalho utilizando SIG, Mangabeira (2002), afirma que a utilização de imagem de satélite é de suma importância e de grande operacionalidade quando utilizadas para tipificar, avaliar e caracterizar sistemas de produção agrícola com base municipal. Segundo o autor, a utilização de SIG no gerenciamento e monitoramento de unidades agrícolas é uma ferramenta muito importante para auxiliar na tomada de decisão, pois disponibiliza informações espaciais sobre o uso atual das terras, da tipologia dos sistemas de produção e dos indicadores agro-ambientais e sócio-econômicos, de forma rápida e precisa, podendo contribuir para a definição de ações como: (a) facilitar o planejamento rural; (b) ajudar na diversificação e intensificação da produção agrícola; (c) facilitar a caracterização, quantificação e qualificação dos agricultores e da agricultura praticada em zonas rurais de diferentes partes do município; (d) analisar a sustentabilidade de sistemas de produção; (e) balizar o plano diretor municipal.

Câmara & Medeiros (1996) destacam que, num país de dimensões continentais como o Brasil, o geoprocessamento apresenta um enorme potencial para o processo de gerar informações adequadas para a tomada de decisões sobre problemas urbanos e ambientais.

O Projeto Cooperativo entre a NASA (National Aeronautics and Space Administration), NGA (National Geospatial-Intelligence Agency), DLR (German Aerospace Center) e ASI (Italian Space Agency) lançaram a Missão Topográfica por Radar Interferométrico (Shuttle Radar Topographic Mission - SRTM) com o objetivo de gerar um Modelo Digital de Elevação (MDE) da Terra (RABUS et al., 2003).

O Projeto SRTM é o primeiro na utilização da interferometria a bordo do Ônibus Espacial Endeavour (Space Shuttle Endeavour) e encontra-se a uma atitude de vôo de 233 km com uma inclinação de 57°. No Space Shuttle Endeavour existe um conjunto formado por duas antenas que permitem a avaliação do perfil de altitude para a criação do modelo digital tridimensional da Terra entre as latitudes 60° N e 58° S (VALERIANO, 2004).

A Missão Topográfica por Radar Interferométrico foi realizada no período de 11 a 22 de fevereiro de 2000, a qual coletou cerca de 12,4 Terabytes de dados brutos sobre a topografia de 80% das áreas emersas do planeta. Os dados do SRTM são disponibilizados gratuitamente pela United States Geological Survey (USGS) com resolução espacial de 92,72 m. A grade

retangular original do SRTM da América do Sul encontra-se com resolução de 30 m (NÓBREGA et al, 2005).

### **3.7.2 Avaliação Emergética**

O interesse em compreender qual a extensão e como os recursos ambientais contribuem para os sistemas econômicos, têm despertado o interesse de diversos estudiosos nas últimas décadas, porém muitas metodologias deixam de lado as fontes naturais de energia e os processos necessários para formar os recursos ambientais disponíveis para a economia. Estes serviços disponibilizados de forma gratuita (sol, chuva, ventos, formação dos solos, marés), são deixados à margem dos estudos uma vez que não há circulação de dinheiro nestes processos (HABERKORN, 2003).

A Avaliação Emergética usa a energia solar incorporada como unidade de medida. A energia é definida como toda a energia usada, direta ou indiretamente, na produção de um determinado recurso (ODUM, 1996). A metodologia emergética tem como objetivo analisar os fluxos de energia e materiais nos sistemas dominados pelo homem, para mostrar a dependência dos sistemas humanos das fontes de energia naturais e fósseis e descobrir alternativas de interação entre os sistemas da economia e os ecossistemas. Ela contabiliza valores das energias naturais incorporadas aos produtos, processos e serviços geralmente não contabilizados na economia clássica e na análise de energia incorporada.

Considera-se na análise todos os insumos usados para produzir um certo produto ou serviço, incluindo as contribuições da natureza (chuva, água de poços, nascentes, solo, sedimentos e biodiversidade) e da economia (materiais, maquinaria, combustível, mão-de-obra, serviços) e, em alguns casos, as externalidades negativas (erosão do solo, perda da biodiversidade, tratamentos médicos das pessoas e êxodo rural).

Para Ortega (2002), na economia convencional, o preço de um produto corresponde aproximadamente à somatória das despesas realizadas com insumos, mão-de-obra e outro tipo de serviços mais à margem de lucro desejada. Em certa forma, o preço econômico mede o trabalho humano agregado, porém não considera a contribuição da natureza na formação dos insumos

utilizados, nem o custo das externalidades negativas no sistema regional e tão pouco as despesas resultantes.

Assim, a metodologia emergética pode resolver o problema de agregar as calorias de diferentes qualidades de energia, pois ela reconhece e mede a hierarquia universal de energia (BROWN & ULGIATI, 2004). Por identificar e quantificar a contribuição dos recursos naturais, a metodologia emergética permite a compreensão dos limites em cada ecossistema, possibilitando o estabelecimento de metas para garantir a capacidade de suporte e a sustentabilidade de um sistema. Compreender os relacionamentos entre energia, ciclos de materiais e informação pode possibilitar um melhor entendimento do complexo relacionamento entre a biosfera e a sociedade (ODUM, 1996).

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 transforma a energia de um tipo e uma unidade de energia de outro tipo com um valor equivalente. Este fator de conversão é chamado de Transformidade (ORTEGA, 2002).

Os sistemas naturais e antropizados são partes de uma hierarquia de energia universal e estão imersos em uma rede de transformação de energia que une os sistemas pequenos a grandes e estes a sistemas maiores ainda. A transformidade mede a qualidade de energia e sua posição na hierarquia de energia universal (ODUM, 1996). Segundo o mesmo autor, se levarmos em conta o princípio da hierarquia universal de energia, válido em todo o tempo e lugar, o trabalho, incluindo o que se realiza na economia, pode ser comparado em uma base comum, expressando os produtos e os serviços em unidades de energia.

Nos últimos anos, a metodologia emergética tem sido bastante usada para avaliar sistemas de produção agrícola, sistemas ecológicos naturais, sistemas econômicos e sistemas industriais por diversos pesquisadores de várias partes do mundo.

Agostinho (2005) destacou em seu trabalho que o uso da avaliação emergética pode ser muito útil para o gerenciamento dos recursos econômicos das propriedades rurais, onde se podem obter resultados mais amplos e propostas que possam abranger sistemas maiores.

Para 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.

Ao avaliar um assentamento rural no estado de São Paulo, Souza (2006), comparou com dados obtidos em uma propriedade com sistema agrossilvipastoril e manejo com princípios agroecológico e um modelo de produção de soja com um dos manejos mais utilizados, fertilizante-herbicida.

Outros trabalhos que utilizaram a ferramenta supracitada em pesquisas no Brasil são: o de Comar (1999) que utilizou para comparar a produção de hortaliças pelo modelo convencional e pelo modelo orgânico na região de Botucatu; os de Ortega (2003) e Cavalett (2004) que avaliaram os aspectos energéticos e sócio-ambientais de dois importantes sistemas aquícolas: a piscicultura integrada à criação de suínos no Estado de Santa Catarina e os pesque-pagues no Estado de São Paulo.

O emprego de ferramentas associadas como a avaliação emergética e os SIG's auxiliam no diagnóstico e proposição de alternativas para manejos integrados de sistemas como um todo (AGOSTINHO, 2005).

A avaliação emergética, paralelamente a outros métodos, é uma excelente ferramenta quando se deseja estudar de forma energética o ecossistema para discutir o desenvolvimento e adaptação de tecnologias sustentáveis e de fácil adoção, destinadas a: a) evitar os processos de degradação; b) recuperar áreas degradadas; c) torná-las ecologicamente colaborativa e economicamente competitivas, sendo adequada para trabalhos com comunidades de agricultura familiar (AGOSTINHO, 2005; SOUZA, 2006).

Romeiro (2004) afirma que para a economia ecológica é fundamental a elaboração de indicadores de sustentabilidade e de sistemas de contas ambientais que fundamentem o processo de tomada de decisão em face da incerteza que caracteriza o enfrentamento dos grandes problemas ambientais. Os primeiros, além de contribuir para o processo de conscientização ecológica, fornecem subsídios científicos para a decisão sobre a escala aceitável de uso de um recurso natural, de modo a minimizar o risco de perdas irreversíveis. Os segundos são

fundamentais como fator de conscientização ecológica e para justificar a adoção de políticas ambientais, na medida em que propiciam visibilidade econômica à magnitude do passivo ambiental, na escala de uma região ou país.

## 4. METODOLOGIA

---

### 4.1 Caracterização da área de estudo

Foram realizados levantamentos, de acordo com Souza (2006 b), para obter informações sobre o uso de Sistemas Agroflorestais - SAFs no Estado do Ceará. Para tal, coletaram-se informações, junto a instituições de pesquisa, organizações não governamentais e organizações de agricultores, relativas ao objetivo da adoção, histórico e tamanho das áreas utilizadas. Em seguida foram compilados dados contidos em materiais como: relatórios, descrições de visitas e atividades, dissertações, teses, artigos científicos, bem como as informações passadas pelos agricultores.

Com base no levantamento citado foram escolhidos projetos de assentamentos com o apoio do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará - UFC.

As três comunidades (denominadas A, B e C) foram escolhidas levando-se em consideração três fatores: (i) facilidade de acesso, (ii) a facilidade de contato com as lideranças, ajudando na relação com os agricultores e (iii) a existência de diferentes formas de manejos adotadas.

A metodologia participativa adotada para a caracterização das famílias rurais quanto à exploração dos recursos naturais (solo, água e vegetação) na sub-bacia onde vivem, ocorreu segundo o enfoque comunitário das decisões do grupo em reuniões periódicas nas associações de cada assentamento, aplicação de técnicas de manejo e preservação ambiental.

O processo constou das seguintes fases:

1ª fase – Reconhecimento

- Levantamento dos recursos naturais e das condições ambientais das micro bacias selecionadas, visando a potencialidade da região para um melhor plano de desenvolvimento;
- Levantamento socioeconômico das famílias, observando-se principalmente, renda,

número de pessoas da família, faixa etária e nível educacional.

Para a obtenção de dados que caracterizassem as comunidades além das pesquisas exploratórias, direta e de observação, foram utilizadas ferramentas de Diagnóstico Participativo (VERDEJO, 2007), uma vez que compreende técnicas que permitem que a própria comunidade faça seu próprio diagnóstico e possam assim, se autogerenciar.

A metodologia usada para avaliar o nível de segurança alimentar foi a baseada na Escala Brasileira de Insegurança Alimentar – EBIA. Esse instrumento foi adaptado a partir do modelo proposto pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos e validado para aplicação em área urbana no Brasil (BICKEL et al. 2000; PEREZ-ESCAMILLA et al., 2004). Esta metodologia foi investigada, adaptada, debatida e validada para o Brasil, como forma de ter um indicador eficiente para identificar e acompanhar grupos populacionais sob risco (nutricional, alimentar, de fome, de insegurança alimentar). Para isto foi aprovado um questionário composto por perguntas sobre segurança (IBGE, 2006).

A Escala Brasileira de Insegurança Alimentar (EBIA), a partir dos estudos até então realizados, apresenta: alta validade preditiva; associações significativas entre estratos de renda familiar mensal e níveis de insegurança alimentar, constituindo-se como um indicador de medida direta da segurança e insegurança alimentar com validade para uso nos diversos contextos sociais e culturais brasileiros. Ressalva é feita para a população indígena restando a necessidade para realização de validação a este agrupamento por apresentar particularidades culturais e idiomáticas (DOMBEK, 2006).

O instrumento validado consiste em questões de múltiplas alternativas, das quais 15 são questões centrais fechadas (resposta sim ou não), seguidas de uma pergunta sobre a frequência com que o evento afirmativo ocorre. As questões fechadas abordam a experiência de insuficiência alimentar nos últimos três meses, em seus diversos níveis de intensidade, desde a preocupação de que a comida possa vir a faltar até a vivência de passar todo um dia sem comer, permitindo classificar a família respondente na Escala Brasileira de Insegurança Alimentar – EBIA (ANEXO A) (MARIN-LEON et al., 2005)

Segundo a EBIA, para cada resposta às 15 questões levantadas atribui-se uma



pontuação (1 ponto para resposta sim, 0 ponto para resposta não e não sabe). A somatória destes pontos permite a categorização familiar em segurança alimentar (0 pontos), insegurança leve (1 a 5 pontos), insegurança moderada (6 a 10 pontos) e insegurança severa (11 a 15 pontos), para domicílios com crianças e adolescentes. As questões sobre a frequência em que ocorre cada evento mencionado nas questões centrais, segundo a EBIA, não apresentam peso sobre a categorização familiar, não sendo por isso utilizadas no presente estudo.

Para Segall-Corrêa (2003 e 2004), esta escala permite classificar/estimar a insegurança alimentar em diferentes categorias:

- a) Segurança Alimentar (SA).
- b) Insegurança Alimentar Leve (IL) – situação que não é observada fome entre os membros da família, mas já enfrentando dificuldades no acesso aos alimentos. Identifica a preocupação relativa a possibilidade do alimento vir a faltar, além de problemas com a qualidade da alimentação.
- c) Insegurança Alimentar Moderada (IM) – quando os adultos da família passam a sofrer restrições quantitativas na sua dieta.
- d) Insegurança Alimentar Grave (IG) – situação na qual a restrição alimentar é de tal ordem que a fome é observada também entre crianças da família.

Foram aplicados questionários adaptados por Segall-Corrêa (2004), em que as 15 questões anteriormente citadas foram complementadas (ANEXO B).

Todas as questões do questionário foram lidas e debatidas como deveriam ser coletadas e preenchidas no intuito de sanar as dúvidas que pudessem aparecer no momento da coleta. A condução da pesquisa baseou-se nos conceitos e critérios de caracterização e compreensão dos participantes, uma vez que o importante é que os próprios participantes analisem a sua situação e valorizem diferentes opções para melhorá-la.

## 2ª Fase – Diagnóstico emergético das comunidades

Identificar os principais componentes de entradas e saídas, assim como os fluxos de massa e energia seguidos, e obtenção dos índices emergéticos para cada sistema. Os dados

coletados foram utilizados para a construção dos diagramas energéticos que constituem esquemas gráficos de como se organizam as comunidades e todos os aspectos sociais, produção do sistema, insumos utilizados e fluxos econômicos.

### 3ª Fase – Cenário de uma ecounidade

O cenário de uma ecounidade considera os principais fatores a serem trabalhados objetivando melhorias sustentáveis na produção de alimentos, a segurança alimentar das famílias da comunidade, a preservação e recuperação dos recursos naturais e o potencial mercadológico para o excedente da produção.

## **4.2 Geração de bases de dados.**

Para a determinação das regiões de interesse e classificação das imagens, utilizaram-se as cenas 152/106 e 150/106 do satélite CBERS-2, sendo a primeira com data de passagem em 18/10/2005 e as duas últimas em 06/08/2006.

A resolução temporal do satélite CBERS é de 26 dias, quando se trabalha com as câmeras CCD e IRMSS, que possuem campos de visada de 113 km a 120 km, respectivamente. Já com a câmera WFI, que consegue imagear uma faixa de 890 km de largura, o tempo necessário para uma cobertura global é de cinco dias.

As imagens foram registradas no software ENVI 4.3 tendo como base os pontos de controle coletados no campo, com a utilização de um receptor GPS. Foram utilizados oito pontos de controle de fácil localização na imagem tais como: cruzamentos de rodovias, paredes de açudes e pontes.

A câmera CCD do satélite CBERS-2 opera em cinco faixas espectrais (INPE, 2007), porém, para este trabalho utilizou-se a composição falsa cor com a combinação das bandas 4, 3 e 2 no espaço RGB, pois esta apresenta uma boa discriminação visual dos alvos para classificação das imagens obtidas visando à determinação do uso e ocupação do solo

#### **4.2.1 Classificações das imagens digitais**

Realizou-se, através do software ENVI 4.3, a classificação supervisionada, através do método da máxima verossimilhança. Foram determinadas cinco classes de uso e ocupação do solo, incluindo uma classe com área representativa para as nuvens. São elas:

Água: engloba os reservatórios tais como açudes e lagoas. Apresenta tonalidades que variam do preto ao azul claro conforme as águas apresentem de menores a maiores quantidades de sedimentos;

Caatinga: engloba a vegetação nativa, formação vegetal de porte variável, caducifólias, de caráter xerófilo, divididas em hipoxerófila e hiperxerófila. Apresenta-se na cor vermelha que varia de vermelho intenso a vermelho escuro conforme a mata varie de hipoxerófila a hiperxerófila;

Antropização: abrange as áreas onde não há cobertura vegetal devido a diversos tipos de atividades humanas, como áreas degradadas, estradas, aglomerados urbanos, jazidas, áreas de empréstimo, etc. Apresenta-se em tonalidades de cores que variam do branco ao cinza-esverdeado;

Agricultura: classe que engloba as áreas utilizadas na atividade agrícola, sendo caracterizada por polígonos de lados bem definidos, em vermelho intenso quando vegetada e branco a cinza quando solo em descanso ou preparado para o plantio;

Após a definição das classes nas quais a imagem será dividida, escolheu-se a amostra de treinamento para cada classe que, segundo a SulSoft (2006), “pressupõe bons conhecimentos em interpretação de imagens de satélites. Além disso, o uso de outras fontes de informação, como mapas, aerofotos, e também de dados estatísticos, ajudam a avaliar se a classe definida nas amostras de treinamento corresponde, de fato, à superfície natural”. “As áreas de treinamento (regiões de interesse) representam o comportamento médio das classes que deverão ser mapeadas automaticamente” (SulSoft, 2006). Para determinar o conjunto dos pixels representativos para cada classe, utilizou-se a ferramenta de auxílio Região de Interesse. Em seguida, aplicou-se o algoritmo da classificação supervisionada pelo método da máxima verossimilhança onde todos os pixels da imagem foram classificados.

Realizou-se, também no mesmo software, a vetorização das classes obtidas nas imagens a fim de serem analisadas e quantificadas as áreas. Depois de vetorizados, os dados foram exportados para o software ArcView onde foi realizada a quantificação das áreas de cada classe; o software EXCEL® também auxiliou na quantificação das classes de cada município em área e percentagem.

#### **4.2.2 Mapa de declividade a partir dos dados SRTM**

A geração do modelo numérico do terreno foi realizada após a aquisição dos dados SRTM com resolução espacial de 92 metros disponibilizados no site: [ftp://e0srp01u.ecs.nasa.gov/srtm/version2/SRTM3/South\\_America/](ftp://e0srp01u.ecs.nasa.gov/srtm/version2/SRTM3/South_America/) (CHAIR, 2005).

Para tratamento e análise dos dados, foi realizado o delineamento das bacias que compõem a área abrangida pelo mapa do Modelo Numérico do Terreno (MNT) utilizando o software Arcmap 9.1 através da extensão ARCHYDRO. O primeiro passo foi retirar as possíveis depressões (*Fill Sinks*) dos dados SRTM. Estas depressões são consideradas impedimentos ao escoamento, quando da aplicação de modelos chuva-vazão, modelos sedimentológicos e de poluentes de origem difusa sendo preenchidas levando em consideração as altitudes dos pixels vizinhos (MENDES & CIRILO, 2001). Em seguida, foram feitos os processos que possibilitaram a delimitação da bacia como: direção de fluxo de água, fluxo acumulado, sendo este obtido somando-se a área das células (quantidade de células) na direção do fluxo (ou escoamento) (MENDES & CIRILO, 2001).

A definição de curso, dependente do valor mínimo de área de acumulação (*Threshold*), foi obtida com valor 25 de células acumuladas ou 0,21 km<sup>2</sup> de área de acumulação devido à melhor justaposição com início do curso principal da carta topográfica da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE.

A partir da grade de definição de fluxos é possível definir os cursos d'água presentes na grade (*Add Streams*). A função *Add Streams* adiciona as linhas que representam os cursos obtidos nesta fase. A função através da qual os fluxos que compõem a grade de fluxos são segmentados, (*Stream Segmentation - Links*), de maneira que cadeias de pixels que representam

trechos de rios entre uma bifurcação e outra, ou entre o início de um trecho e uma bifurcação ou, ainda, entre uma bifurcação e o último píxel da área considerada, recebem os mesmos valores (cores), identificando os píxels que pertencem a uma micro bacia. *Outlets from Links*, é uma função que permite visualizar os píxels onde ocorrem os maiores valores de acúmulo de fluxos de cada segmento de curso. Sendo o último píxel do trecho do curso antes da bifurcação com outro trecho. O *Sub-Watershed Delineation*, é utilizado após a determinação dos trechos de fluxos e seus respectivos *outlets*. Procede-se com o delineamento das sub-bacias correspondentes a cada trecho determinado. As sub-bacias são delimitadas pelo conjunto de píxels que contribuem para o acúmulo de água no seu “outlets”.

Para a conclusão da delimitação foi utilizada a vetorização, que consiste na união das diagonais e lados dos *pixels* que compõem os cursos e divisores de água das bacias (*Vectorize Streams and Watersheds*). Com os processos acima descritos, obteve-se as sub-bacias e os cursos a elas pertencentes na forma raster. Com a função *Vectorize Streams and Watersheds*, estes elementos foram vetorizados. A

Figura 02 esquematiza o processo realizado nesta pesquisa.

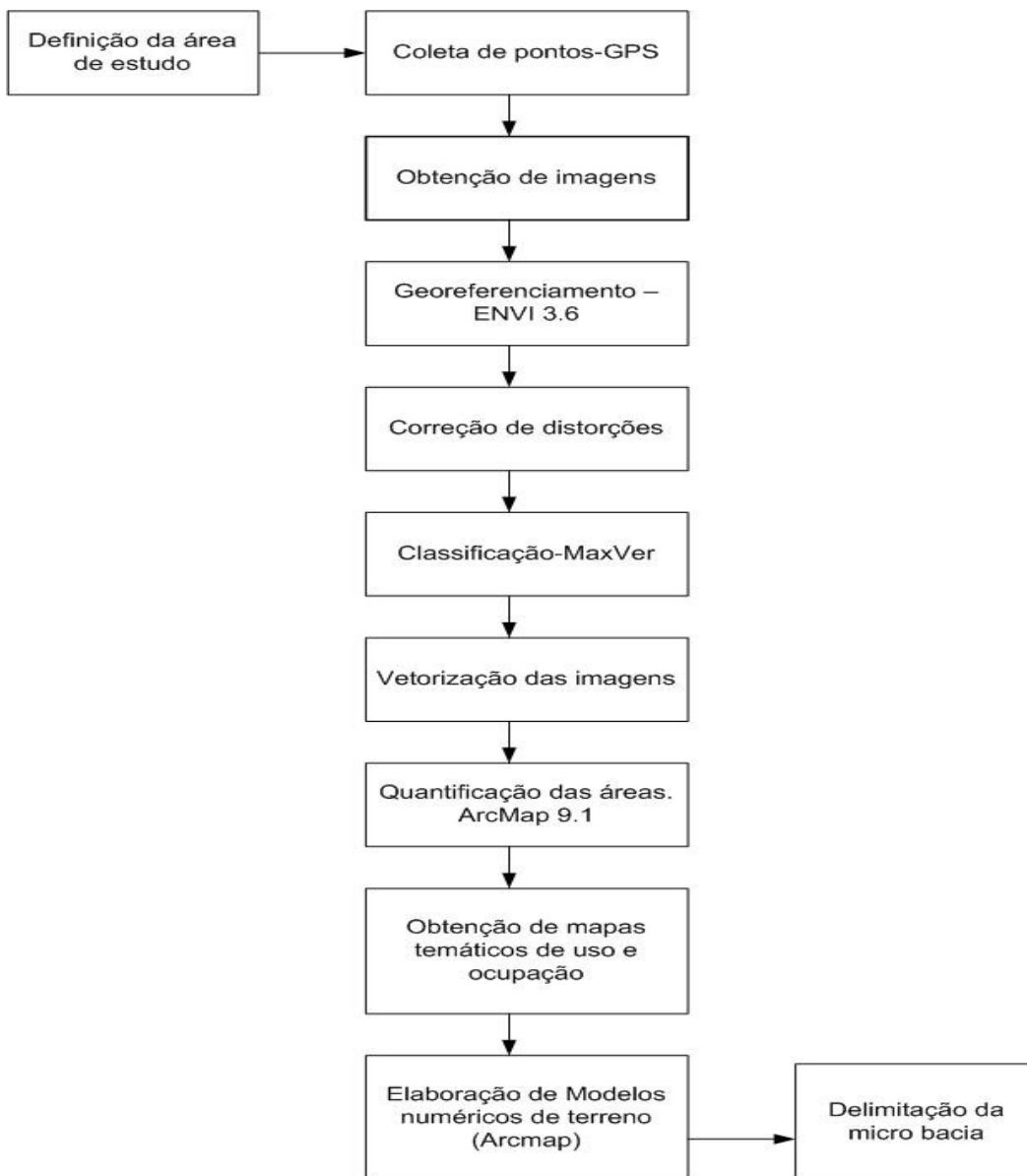


Figura 02: Esquema ilustrando as etapas realizadas.

### 4.3 Perda de solo

A perda de solo através da Equação Universal de Perda de Solo por Erosão USLE (*Universal Soil Loess Erosion*) proposta por Wischmeier & Smith (1978):

$$USLE = R \times I \times K \times L \times S \times P \times C$$

onde:

- USLE = perda de solo por erosão (ton/ha/ano);
- R = erosividade da chuva;
- K = erodibilidade do solo;
- L x S = topografia;
- C x P = cobertura vegetal e uso e ocupação do solo.

O cálculo da USLE foi realizado *pixel a pixel* com álgebra de mapas através do uso de SIG com o software ArcGis 9.1.

#### 4.3.1 Fator chuva (R)

O fator chuva é um índice numérico que expressa a capacidade da chuva, esperada em dada localidade, de causar erosão em uma área sem proteção. Neste estudo, o fator chuva foi obtido a partir das médias históricas para o Estado do Ceará (FUNCEME, 2007) segundo a equação proposta por Lombardi Neto & Moldenhauer (1992).

$$R = 17,35 \times \left( \frac{Hj^2}{Ha} \right)^{0,85}, \text{ onde:}$$

Hj = precipitação efetiva média mensal

Ha = precipitação efetiva média anual

#### 4.3.2 Fator erodibilidade (K)

O significado de erodibilidade do solo é diferente de erosão do solo. A intensidade de erosão de uma área qualquer pode ser influenciada mais pelo declive, características das chuvas, cobertura vegetal e manejo, do que pelas propriedades do solo. Contudo, alguns solos são mais facilmente erodidos que outros, mesmo quando o declive, a precipitação, a cobertura vegetal e as práticas de controle de erosão são as mesmas. Essa diferença, devida às propriedades inerentes ao solo, é referida como erodibilidade do solo. A partir do mapa de solos para o Estado do Ceará, realizou-se uma pesquisa bibliográfica dos índices para as manchas encontradas (SILVA, 1978).

### **4.3.3 Fatores comprimento e grau de declive (LS)**

A intensidade de erosão pela água é grandemente afetada tanto pelo comprimento do declive como pelo seu gradiente, L – Comprimento da rampa e S – Classe de declividade. A rede de drenagem foi determinada a partir da direção de fluxo acumulado (NASA, 2007). A acumulação e a declividade foram determinadas *pixel a pixel*, segundo a equação sugerida por Chair (2005).

### **4.3.4 Fator uso e manejo (C) e prática conservacionista (P)**

As perdas de solo que ocorrem em uma área mantida continuamente descoberta podem ser estimadas pelo produto dos termos R, K e LS da equação de perdas de solo.

Entretanto, se a área estiver cultivada, tais perdas serão reduzidas devido à proteção que a cultura oferece ao solo. Essa redução depende das combinações de cobertura vegetal, seqüência de cultura e práticas de manejo. Depende também do estágio de crescimento e desenvolvimento da cultura durante o período das chuvas.

O fator uso e manejo é o mais difícil de obter de todos aqueles presentes na equação de perda de solo. Neste estudo, o fator C foi extraído de outros trabalhos (SILVA, 1978).

O fator P da equação de perdas de solo é a relação entre a intensidade esperada de tais perdas com determinada prática conservacionista e aquelas quando a cultura está plantada no sentido do declive (curvas de nível). Para este trabalho o fator P foi adotado como sendo o valor máximo (condição mais crítica no processo de erosão  $P=1$ ), que indica a não existência de práticas conservacionistas (COSTA et al., 2007b).

## **4.4 Avaliação Emergética**

Foi utilizada neste estudo a Metodologia Emergética elaborada por Odum (1996) com alterações propostas por Ortega (2002). O método consiste nos seguintes passos: (a) caracterização do sistema analisado, (b) elaboração do Diagrama Sistemico, (c) montagem da



Tabela de Avaliação Emergética, (d) cálculo dos Índices Emergéticos e (e) interpretação dos resultados.

As etapas de caracterização do sistema, elaboração do Diagrama Sistêmico e os dados dos fluxos de entrada e saída para o preenchimento da Tabela de Avaliação Emergética foram obtidos em sua grande parte pela aplicação das Metodologias Participativas.

#### **4.4.1 Caracterização do sistema analisado**

Dados sociais, econômicos e ambientais dos sistemas em estudo foram utilizados para o cálculo dos indicadores emergéticos dos assentamentos estudados.

#### **4.4.2 Elaboração do Diagrama Sistêmico, montagem da Tabela de Avaliação Emergética.**

A delimitação do sistema de estudo, a identificação dos componentes desse sistema, ou seja, a definição das entradas e saídas são de fundamental importância, assim como a construção do diagrama sistêmico.

A linguagem simbólica gráfica utilizada na Figura 03 foi desenvolvida por Odum (1996), onde símbolos identificam funções e relações nos diagramas sistêmicos (ANEXO C). Nestes diagramas os limites do sistema, as funções externas ao sistema, os componentes internos, as trajetórias dos fluxos de energia e matérias entre os componentes, incluindo retro-alimentações dos processos.

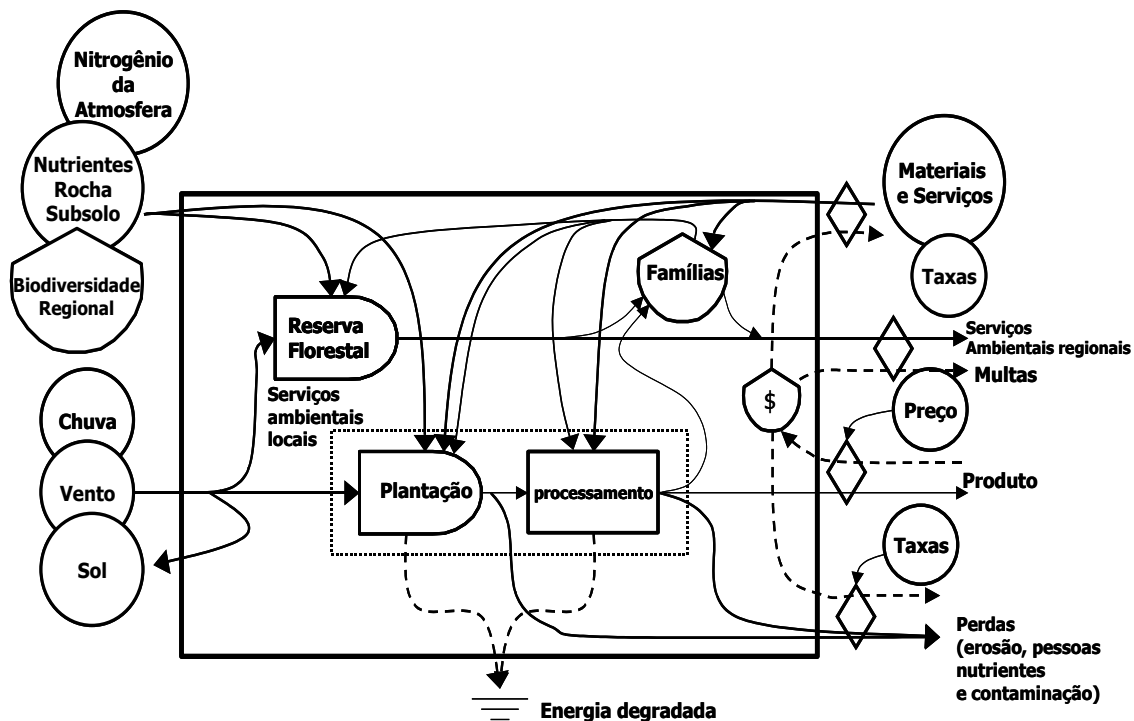


Figura 03: Diagrama geral de fluxos de energia em um sistema agrícola. Adaptado de Ortega (2002).

A importância desse tipo de representação se dá pela facilidade na compreensão dos significados e funcionamento das relações.

A etapa seguinte da avaliação emergética consistiu na construção de uma tabela de fluxos de energia, onde cada fluxo converteu-se em uma linha de cálculo na tabela de avaliação emergética (Tabela 01).

Tabela 01: 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 coluna (1) representa os detalhes dos cálculos de cada um dos fluxos de energia; a coluna (2) consiste no nome dos insumos utilizados no sistema; a coluna (3) fornece o valor numérico da quantidade de cada fluxo e a coluna (4) contém as unidades dos valores da coluna (3). A coluna (5) contém o valor Intensidade Emergética (IE) (seJ/kg, seJ/J ou seJ/US\$) para cada fluxo da coluna (3). A unidade da IE depende da unidade da coluna (4). A coluna (6) contém o fluxo de energia total, que é calculado multiplicando-se a coluna (3) pela coluna (5).

#### **4.4.3 Cálculo dos Índices Emergéticos e interpretação dos resultados, avaliando a situação ambiental do sistema.**

Os índices emergéticos (Tabela 02) foram calculados com os resultados da tabela de avaliação de fluxos de energia e utilizados para fazer as interferências da avaliação emergética, caracterizando o sistema.

Foram utilizados índices modificados (Tabela 02) para uma melhor caracterização do sistema analisado. Nesses novos índices foram consideradas as parcelas renováveis e a não renováveis dos materiais e serviços da economia.

Na Figura 04 podem ser observadas estas informações e verificadas as diferenças em relação ao método tradicional. Os materiais (M) foram divididos em renováveis (MR) e não renováveis (MN), assim como os serviços em renováveis (SR) e não renováveis (SN) (ORTEGA, 2002).

Tabela 02: Índices energéticos modificados. Adaptado de Ortega (2002).

Índices Energéticos	Fórmula
Transformidade	$Tr = Y/Ep$
Renovabilidade	$R = 100 \times (R+MR+SR)/Y$
Razão de Investimento Energético	$EIR = (MN+SN)/(R+MR+SR+N)$
Razão de Rendimento Energético	$EYR = Y/(MN+SN)$
Razão de Carga Ambiental	$ELR = (N+MN+SN)/(R+MR+SR)$
Razão de intercâmbio Energético	$EER = Y/[(\$)\times(seJ/\$)]$

A Figura 04 apresenta de forma resumida as informações utilizadas no cálculo dos índices energéticos.

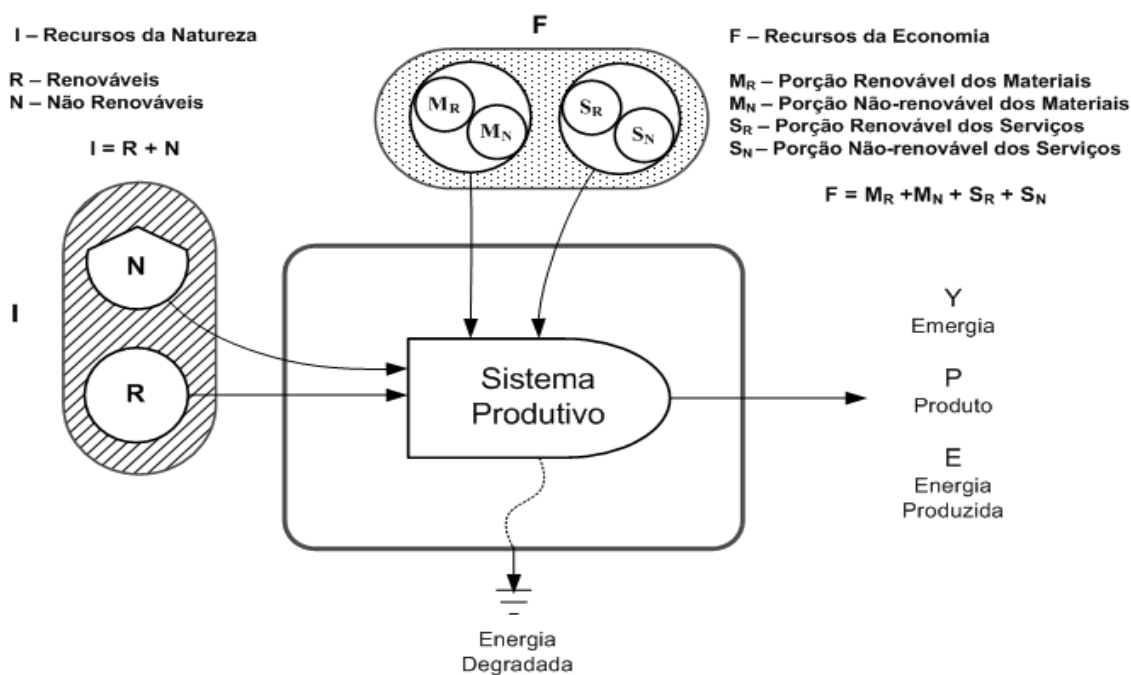


Figura 04: Representação de um sistema produtivo considerando a porção renovável e não renovável dos recursos da economia. Adaptado de Ortega (2002).

Os índices energéticos calculados neste trabalho foram os seguintes:

a) Transformidade solar

A transformidade solar (Tr) do recurso gerado por um sistema é obtida dividindo-se a energia que o sistema incorporou ao produto final (Y) pela energia dos produtos do sistema (Ep).

$$Tr = Y/Ep$$

Sua unidade é expressa em energia por unidade de energia, usualmente seJ/J. A transformidade solar pode ser definida como a quantidade de energia solar incorporada para produzir uma unidade de energia do produto. Este índice avalia a eficiência do sistema e a qualidade do fluxo de energia e permite fazer comparações com outras formas de energia de outros sistemas. Este indicador também é uma medida da posição do produto em termos de hierarquia global de energia.

b) Renovabilidade energética ou sustentabilidade

A renovabilidade (R) é definida como a razão entre a energia dos recursos renováveis (R) e a energia total utilizada (Y).  $R = 100 \times (R+MR+SR)/Y$

É uma forma de medir a sustentabilidade de um sistema. Considera-se que em longo prazo sistemas com maiores índices de renovabilidade têm maiores chances de sobrevivência. Tradicionalmente é calculada considerando-se somente os recursos renováveis da natureza.

c) Taxa de eficiência energética

A taxa de eficiência energética (EYR) é uma medida da incorporação de energia da natureza e é expressa como a relação do total de energia investida (Y) por unidade de contribuição da economia humana (F).  $EYR = Y/(MN+SN)$

Este indicador sugere a quantidade de energia da natureza que o processo retorna ao setor econômico. Se o valor de EYR for próximo a 1, o sistema consome tanta energia quanto a que disponibiliza à economia. Portanto, quanto maior for o índice maior será a capacidade do processo em incorporar as contribuições da natureza e menor será a sua dependência de recursos econômicos.

d) Taxa de carga ambiental

A taxa de carga ambiental (ELR) é a razão entre os recursos não renováveis e os renováveis.  $ELR = (N+MN+SN)/(R+MR+SR)$

Trata-se de um índice importante, pois avalia a pressão causada no ecossistema pelo sistema produtivo em estudo. Valores mais altos de ELR indicam maior impacto do sistema econômico no meio ambiente natural. Além disso, este indicador também pode sugerir uma medida da capacidade de carga de um determinado sistema dentro de um ecossistema maior. A partir de resultados prévios de vários estudos, Brown e Ulgiati (2004) estabeleceram que ELR menores do que 2 indicam baixos impactos ambientais. ELR entre 3 e 10 indicam impactos ambientais moderados. Enquanto valores de ELR maiores do que 10 indicam altos impactos ambientais devido aos grandes fluxos de energia não renováveis concentrados em uma pequena área de ecossistema local.

e) Taxa de investimento emergético

A taxa de investimento de energia (EIR) é calculada para avaliar se o uso de recursos da economia (investimento monetário) em um projeto tem uma boa contrapartida de recursos naturais (até hoje “gratuitos”).

$$EIR = (MN+SN)/(R+MR+SR+N)$$

Esta razão indica quão dependente é o processo ao usar os investimentos da economia em comparação com outros sistemas alternativos. O processo deve ter um valor de EIR similar ao valor médio de EIR das atividades da região. Se ele exige mais recursos da economia que as outras alternativas, terá menores chances de prosperar. Quando se demanda poucos recursos da economia, a razão EIR será menor e, portanto, seus custos podem ser menores, o que oferece melhores condições de competir. Quanto maior for o índice, maior é a quantidade de recursos captados da economia e, provavelmente, mais etapas são necessárias para viabilizar a comercialização do produto final.

f) Taxa de intercâmbio emergético

De acordo com Odum e Odum (2001), considerando que as pessoas não pensam em unidades de energia, é recomendado o uso de seu equivalente econômico denominado emdólar. Ele é obtido através da razão energia/dinheiro, onde a energia contabiliza todas as fontes energéticas usadas pelo sistema natureza-economia humana do país em determinado ano, e o dinheiro é o produto nacional bruto (PNB) expresso em dólares na taxa média anual. Em Odum (1996), encontra-se o valor do emdólar para diversos países.

A taxa de intercâmbio energético (EER) é a razão de energia fornecida em relação a energia recebida na troca com os sistemas externos, constituídos pelos compradores da produção.  $EER = Y/[(\$)x(seJ/\$)]$

Esse indicador avalia se o produtor recebe na venda dos produtos toda a energia usada para a produção dos produtos. As matérias-primas, tais como minerais e produtos provenientes da agricultura, pesca e silvicultura tendem a ter um valor alto de EER (entre 5 e 10), quando são comprados a preço de mercado, pois geralmente, o valor monetário somente paga os serviços humanos e não o trabalho realizado pela natureza. Este indicador é significativo na análise dos intercâmbios internacionais de produtos.

#### **4.5 Estimativa da capacidade de carga usando a Potência Emergética Renovável.**

A área de suporte relaciona-se à noção de capacidade de carga, que é definida pelos ecologistas como o tamanho máximo da população de uma espécie que uma determinada área pode suportar, sem reduzir sua habilidade de manter essa espécie, por um período indeterminado de tempo (DAILY & EHRLICH, 1992).

Agostinho et al. (2007) sugeriram converter a energia não renovável utilizada pelo sistema, considerando as renovabilidades parciais, em área de floresta equivalente, através da produtividade primária líquida (NPP), tomando como referência a potencia emergética de uma área de floresta natural da região de estudo, porque ela não utiliza recursos não renováveis, somente renováveis.

A área de suporte é uma medida de conversão da energia não renovável em energia renovável (área de floresta virtual). A maior eficiência no uso dos recursos renováveis (sistema

de produção com alta potencia emergética renovável) indica uma menor área de suporte; isto é, a menor área de suporte implica na maior sustentabilidade do sistema de produção.

Para os sistemas estudados neste trabalho, complementar aos índices emergéticos anteriormente comentados, foi calculada a Área de Suporte (SA), conforme (BROWN & ULGIATI, 2001), utilizando-se a equação:

$$\text{SAR} = (\text{Mns} + \text{Sns} + \text{Ns}) / \text{Rempr}, \text{ onde:}$$

SAR = Área de suporte calculada através da potência emergética renovável (ha); Mns = Materiais não-renováveis utilizados pelo sistema (seJ/ano); Sns = Serviços não-renováveis utilizados pelo sistema (seJ/ano); Ns = Recursos naturais não-renováveis utilizados pelo sistema (seJ/ano); Rempr = Potência emergética renovável (seJ/ano). Para este trabalho foi utilizado um Rempr = 8,06E+14 seJ/ha.

Pesquisadores sugerem que a capacidade de suporte poderia ser expressa como uma área da paisagem requerida para suportar uma atividade econômica somente sobre uma base renovável. Para isso, o valor é calculado pela razão entre a energia total não-renovável que está entrando no sistema pela potência emergética da região em que ele se localiza (BROWN & ULGIATI, 2001, p. 479).

Para o cálculo do parâmetro SAR, vale ressaltar que a escolha da região avaliada é muito importante, interferindo diretamente nos resultados encontrados, pois poderá variar de áreas que abranjam países, estados, bacias hidrográficas, cidades, não existindo critérios que definam a região de referência (BROWN & ULGIATI, 2001, p. 481).



## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Localização da área de estudo

A área de estudo compreende em três projetos de assentamentos rurais localizados segundo as coordenadas: para o assentamento A (Lat 4° 46' 58,9'', Long 38° 31' 6,9''); B (Lat 4° 48' 24'', Long 38° 25' 16'') e C (Lat 4° 49' 55'' Long 38° 26' 8''). A

Figura 05 e a Figura 06 ilustram a localização das micro bacias hidrográficas estudadas e sua posição dentro do mapa do Estado do Ceará.

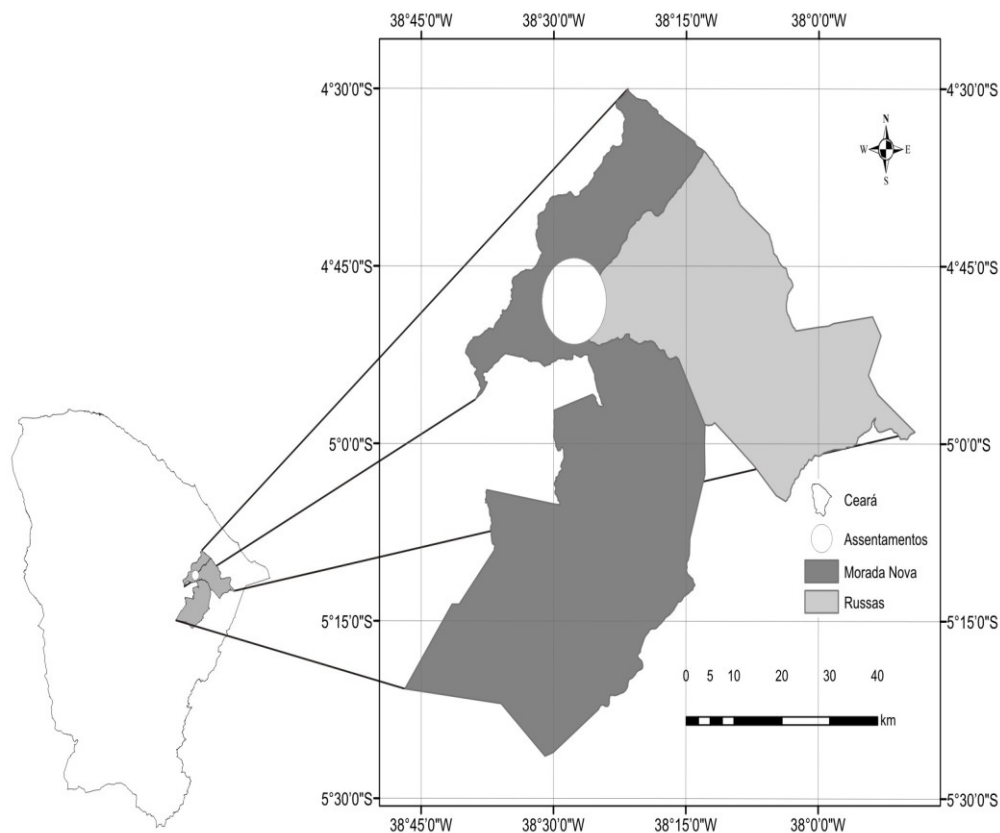


Figura 05: Localização da área de estudo.

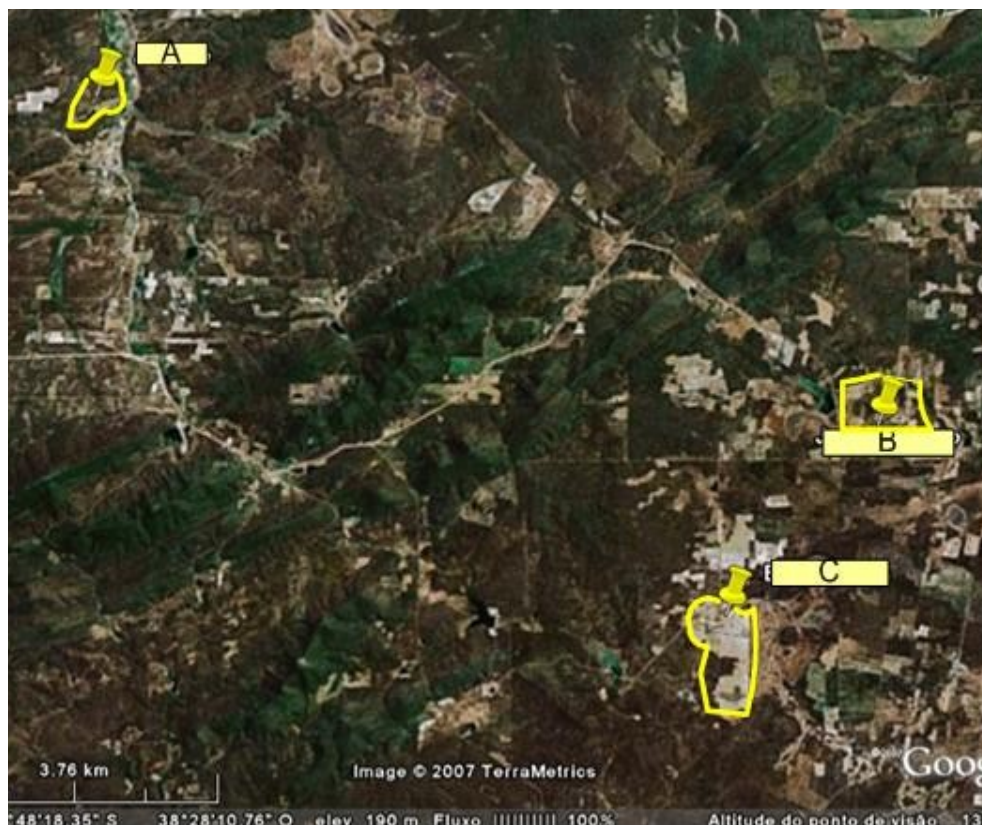


Figura 06: Imagem de satélite que compreende os assentamentos estudados. Fonte: Google Earth 2007.

### 5.1.1 Caracterização geral dos assentamentos.

O cultivo não está diretamente voltado ao mercado, portanto, apresenta-se, ainda, como eminentemente de subsistência. A agricultura corresponde a 98% da atividade econômica predominante entre os assentados, sendo pouco diversificada, tal como o plantio de folhagens, feijão, milho e mandioca, dentre outros.

O cultivo baseia-se exclusivamente na mão-de-obra das famílias dos assentados com o emprego de tecnologias simples. O trabalho desenvolvido procura adaptar-se às condições apresentadas pelas áreas cultivadas.

Considerando a dimensão renda, constata-se que no assentamento houve um incremento nos rendimentos familiares, embora estes não estejam diretamente relacionados à produção desenvolvida pelo fato da produção não ter aumentado nos últimos anos.

As queimadas são praticadas por quase totalidade das famílias (93%) para limpar as roças de sequeiro. Outro agravante ambiental foi o desmatamento indiscriminado para a construção das casas sem que houvesse a preservação das árvores de grande porte. Os resultados dos danos causados a natureza já são percebidos no Assentamento, com a redução da produção apontada como decorrente do desgaste da área, indicando, se não houver mudanças na prática, uma previsão em nada animadora para colheitas futuras.

Os cuidados com o meio ambiente são comprometidos, também, pela ausência de condições mínimas de saneamento e destino de lixo. As casas foram construídas com banheiros internos, porém sem as fossas. Quanto ao destino do lixo, muitas vezes as famílias indicam queimar ou apenas o depositam a céu aberto, na frente da casa ou no quintal, necessitando-se de um acompanhamento para tornar-se sustentável econômica e ambientalmente.

A ausência de coleta de lixo nesses assentamentos torna problemática a forma como esses produtores lidam com essa realidade. Das três opções apontadas pelos assentados duas são reprovadas porque afetam diretamente ao meio ambiente, o lixo ao ser queimado emite na atmosfera elementos nocivos à saúde, lançado a céu aberto prejudicam os animais e causam sujeiras, além de demorar muito para degradar-se, já a prática do lixo enterrado é menos nocivo, e ainda pode ser considerado vantajoso do ponto de vista da formação de matéria orgânica que ajuda na composição do solo.

Todos os assentamentos contam com residências de alvenaria, com média de 4 cômodos. As residências possuem energia elétrica e cisterna.

Na comunidade funciona uma escola de Ensino Fundamental, compreendendo educação infantil e formação da 1ª a 8ª séries. Além da escola formal, funciona na Comunidade um curso de alfabetização de jovens e adultos.

Não possuem água tratada e as residências não possuem canais de esgoto. Cerca de 90% das residências possuem banheiro e sanitário. Aproximadamente 60% das residências não possuem fossas assépticas.

A maioria do efetivo animal não possui raça definida e é criada em regime semi-extensivo, aproveitando a pastagem nativa e os restolhos de cultura das capoeiras e campos. Os

abrigos e instalações são rústicos.

A maior parte das culturas de feijão e milho são para o auto-consumo e para o estoque de sementes, sendo o restante comercializado na região.

Possuem uma Associação que se reúne uma vez por semana, para discutirem assuntos em prol dos assentados.

De maneira geral, os principais problemas sofridos na região onde se encontram os assentamentos são a perda de biodiversidade; problemas sociais como perda da produção agrícola familiar; mudança de pessoas do campo para os centros urbanizados; prejuízos ambientais causados pelo uso de agro químicos (no solo, na água e no ar); pelas queimadas.

### **5.1.2 Assentamento A**

É um assentamento da Secretaria de Agricultura do Ceará, financiadora da compra de terras, existe desde 2003. Localizado no município de Morada Nova, distante da capital do Estado cerca de 160 km. Possui 10 famílias, com média de 5 pessoas por família. Compreende uma área de 408 ha.

O sistema de produção do assentamento conta com as lavouras de milho e feijão consorciados, caju e algumas outras leguminosas e ervas. No sistema de criação, possuem caprinos, ovinos, aves e a prática da apicultura que tem se tornado além de uma prática rentável, uma forma de preservação da vegetação nativa.

Essa comunidade pratica a cultura de sequeiro com alguns fundamentos de agroecologia, o que compreende a adoção de algumas práticas ecológicas que dependam cada vez menos de insumos químicos dentre outros produtos.

Essa realidade para os agricultores do assentamento ainda está em fase de implantação com o acompanhamento de algumas entidades não-governamentais e instituições de pesquisas que desenvolvem alguns projetos ali. Contudo, é percebido que existem focos de resistência, uma vez que nem todos do grupo atingem o entendimento da importância da mudança no que se refere às práticas ali desenvolvidas por tantos anos, de forma tão agressiva ao ambiente,

que por si só já possui características adversas.

Vale ressaltar, a dificuldade em trabalhar temas que tragam novas técnicas, pois os agricultores e suas gerações aprenderam o ofício que foi passando de pai pra filho e pela observação de outros grupos. O novo é visto com muito receio e para isso, é importante que a linguagem utilizada seja a mais próxima da realidade deles.

### **5.1.3 Assentamento B**

Esta comunidade é um assentamento do INCRA, existente desde 1997. Localizado no Município de Russas. Possui 40 famílias, com uma média de 5 pessoas por família. Está situado em uma área de 520 ha.

O sistema de produção do assentamento conta com as lavouras de milho e feijão consorciados, caju e algumas outras leguminosas e ervas. No sistema de criação, possuem caprinos, ovinos, aves e a prática da apicultura que tem se tornado além de uma prática rentável, uma forma de preservação da vegetação nativa. Essa comunidade pratica técnicas de irrigação.

### **5.1.4 Assentamento C**

Esta comunidade é um assentamento do INCRA, existente desde 2001. Possui 15 famílias, com uma média de 5 pessoas por família. Compreende uma área de 480 ha.

O sistema de produção do assentamento conta com as lavouras de milho e feijão consorciados e algumas outras leguminosas, frutas e ervas. No sistema de criação, possuem caprinos, ovinos e aves. Essa comunidade pratica a cultura de sequeiro convencional.

### **5.1.5 Tipologia**

Os assentamentos foram divididos em três classes levando-se em consideração o tipo de manejo adotado. Após várias visitas às comunidades, observou-se que existiam três formas distintas de manejo e que analisar a viabilidade destes, dentro de parâmetros sustentáveis, seria

encontrar qual se adequou mais às condições da região, em termos de preservação dos recursos naturais, investimentos e produtividade.

A Tabela 03 mostra a classificação adotada para a tipologia dos assentamentos.

Tabela 03: Classificação dos Assentamentos.

<b>Tipo</b>	<b>Características</b>
<b>A</b>	Pecuária e Agricultura de sequeiro com princípios agroecológicos.
<b>B</b>	Pecuária e Agricultura irrigada.
<b>C</b>	Pecuária e Agricultura de sequeiro com manejo convencional.

Os três tipos de manejos adotados permitem através da construção das tabelas realizar análises comparativas entre os sistemas.

## **5.2 Caracterização sócio-econômica e avaliação do nível de segurança alimentar nos assentamentos**

A partir das reuniões em que foram feitas as coletas de dados (direta e indireta) dentro das comunidades, foi possível traçar um perfil sócio-econômico e do nível de segurança alimentar das famílias assentadas. Esses dados são importantes quando associados aos demais fatores avaliados dentro das comunidades para termos uma ampla visão do funcionamento do sistema.

A Tabela 04 mostra a distribuição por faixas etárias dos moradores dos assentamentos.

Tabela 04: Distribuição por faixas etária dos assentados.

<b>Faixa etária</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>0-10</b>	5	14	2
<b>11 a 20</b>	8	21	5
<b>21 a 30</b>	9	30	6
<b>31 a 40</b>	12	46	12
<b>41 a 50</b>	11	57	33
<b>&gt; 50</b>	9	29	16

Dos 65 domicílios/lotes em que foram aplicados os questionários, a média encontrada para as idades nas famílias foi de 42,6 anos tendo uma variação mínima de 5 e máximo de 75 anos, sendo a mediana de 45 anos.

A Figura 07 mostra a distribuição do percentual da faixa etária dos assentados por assentamento.

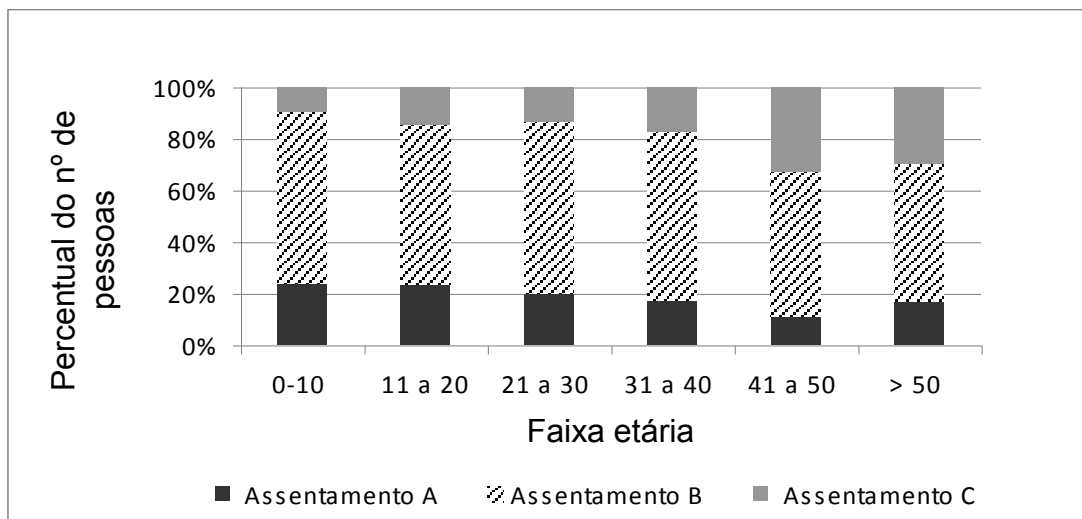


Figura 07: Representação gráfica da faixa etária por assentamento

Pela Tabela 05, podemos observar a distribuição do grau de estudo dentre as pessoas entrevistadas.

Tabela 05: Escolaridade média dos assentados.

<b>Escolaridade</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>Total</b>
Nunca estudou	11	9	9	29
até 2 anos	72	68	58	198
até 4 anos	16	24	25	65
4 a 10 anos	11	15	7	33

Avaliando o tempo de estudo dos moradores, encontramos o seguinte quadro: 29 (8,9%) das pessoas, nunca freqüentaram a escola e quando possuíam algum processo de alfabetização, este foi obtido informalmente com os demais membros das famílias; 198 (60,9%) afirmaram ter pelo menos 2 anos de estudo; 66 (20,3%) até quatro anos e 33 (10,1%) tinha um grau de alfabetização com mais de 4 anos de estudo.

A Figura 08 apresenta a distribuição do tempo de escolaridade para os assentamentos.

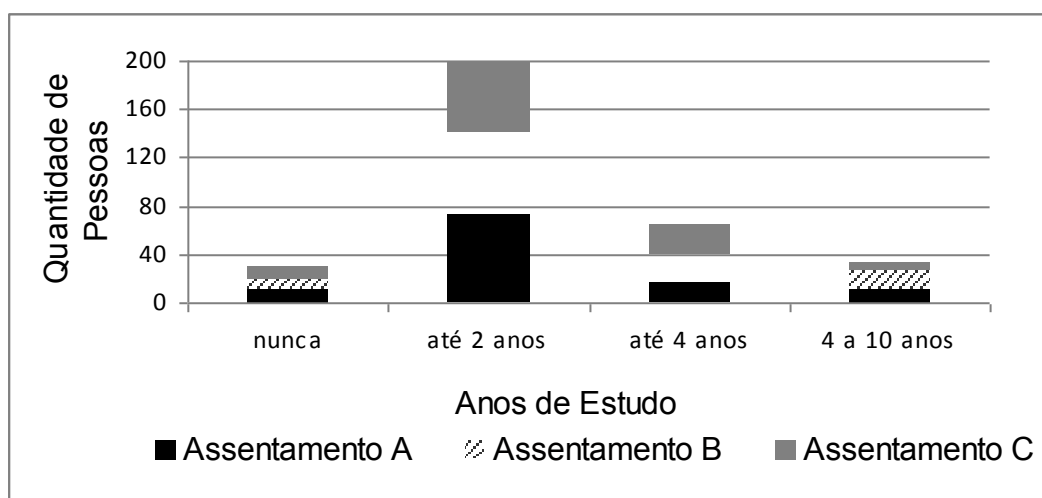


Figura 08: Representação gráfica do tempo de estudo dos assentados por assentamento.

Os dados referentes à média de escolaridade dos moradores foram testados quanto à existência de diferenças significativas de escolaridade por assentamento.

Os valores médios encontrados para o tempo em anos de estudo foram (respectivamente para A, B e C) 1,79; 2,11 e 1,84 anos, com desvios-padrão de 1,92, 2,09 e 1,72 anos, respectivamente (dados brutos Apêndice 2).



O teste foi realizado a um nível de segurança de 95% e mostrou que não existe diferença significativa entre os níveis de escolaridade dos assentamentos.

Os dados ainda demonstram que os assentamentos abrigam um percentual considerável de pessoas com poucos anos de estudo onde 60% das pessoas entrevistadas apresentavam no máximo até dois anos de estudo.

Apesar das diferenças de formação, localização, população, assim como do ciclo de vida das famílias, encontramos uma preocupação comum. Nos três assentamentos houve por parte dos assentados e/ou associações o cuidado com a construção de escolas ou de facilidades de acesso à escola mais próxima.

A questão do ensino fundamental é parte das preocupações para o meio rural, sendo o ensino médio é mais problemático. A maioria dos adolescentes muitas vezes enfrenta longas caminhadas ou necessitam de transporte, já que algumas escolas se encontram bem distantes do seu local de moradia. Alguns conseguem terminar o ensino médio ou alguma especialização técnica e uma minoria chega ao ensino superior.

Apesar de a organização do trabalho ser familiar, os entrevistados afirmam que a escolarização é mais importante que o trabalho na roça. Entre as razões apontadas pelos pais, destaca-se a frustração em face das dificuldades após tanta luta para conquistar a terra, a forte insegurança quanto aos rendimentos, a dificuldade de capitalização, as crises da agricultura e as condições naturais da região que os afetam e causam incertezas quanto ao futuro.

Existem esforços em conjunto dos assentados e de instituições de apoio para garantir o ensino fundamental, a infra-estrutura ainda é precária. As escolas de ensino fundamental, que contemplam da primeira a quarta séries, muitas vezes são construídas pelos próprios assentados. Porém, nem todos os assentamentos têm escolas de quinta à oitava. O acesso ao ensino médio e ensino superior é ainda mais difícil.

Um outro fator importante a ser considerado na questão da segurança alimentar é a renda familiar, uma vez que os hábitos das famílias são, muitas vezes, determinados pela faixa de renda que esta possui.

A Tabela 06 apresenta a distribuição de renda média encontrada nas famílias

(incluindo os auxílios recebidos do governo).

Tabela 06: Renda média das famílias assentadas.

Renda em SM <sup>i</sup>	A	B	C	Total
	Quantidade de famílias			
até 0,5	1	1	2	4
0,5-1	2	4	5	11
1-2	7	5	4	16
2-3	6	4	5	15
3-4	3	2	2	7
4-5	4	1	1	6
mais de 5	4	1	1	6

Na Figura 09 podemos observamos a distribuição da renda por famílias assentadas em cada assentamento.

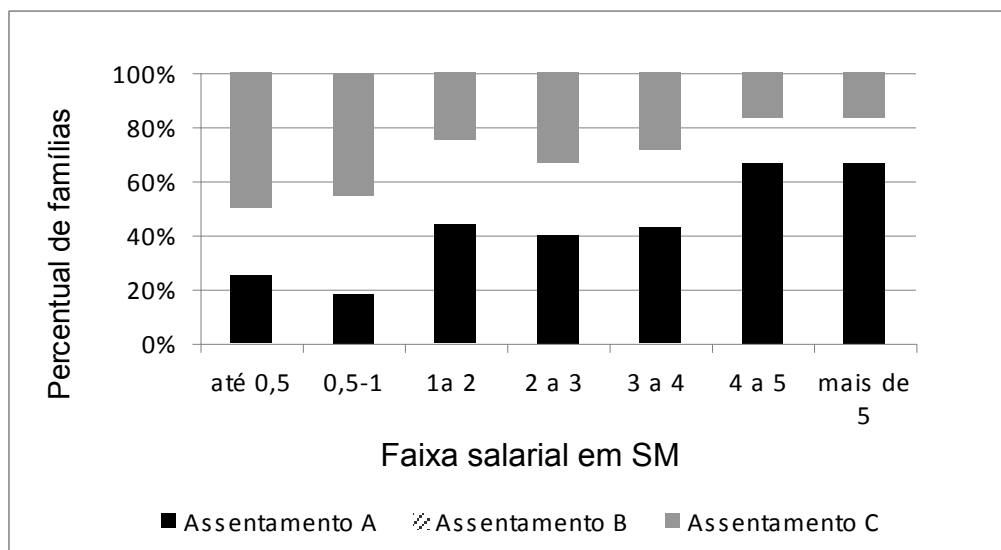


Figura 09: Representação gráfica da distribuição da renda por família assentada.

Os dados sobre a renda familiar foram obtidos por meio das reuniões participativas com questionamentos diretos (por meio de questionários) e indiretos (informações coletadas a

<sup>i</sup> SM – salários mínimos. Referência ano de 2007.

partir das discussões), onde por meio das informações referentes ao próprio nível de vida e atividades desenvolvidas pelos assentados foi possível estimar o nível de renda da família.

Observa-se que a distribuição da renda entre as famílias ocorreu da seguinte forma: apenas seis (9,2%) das famílias apresentaram uma renda de mais de cinco salários mínimos; a maior parte das famílias apresenta uma média que varia de um a três salários mínimos (47,7%).

Analisando-se os dados da Tabela 06 foi possível encontrar a média da renda mensal para as famílias assentadas. As médias para os assentamentos A, B e C, foram de 3,18; 2,21 e 2,09 salários mínimos, com desvios-padrão de 2,19; 1,75; 1,73, respectivamente. Testadas a um nível de segurança de 95%, não foi identificada diferença significativa entre as médias (dados brutos apêndice 1).

Foi possível constatar junto aos assentados que a renda total da família é composta de fontes variadas que incluem salários, remessas diversas, aposentadorias, serviços prestados e outras rendas, no caso da unidade familiar. Os beneficiários que compartilham de recursos captados de forma coletiva tiveram sua parte acrescida na renda familiar. Nesse sentido, a renda monetária seria a soma das diversas rendas da família adquiridas de forma associativa ou familiar. Incluíram-se ainda, as rendas advindas de agricultura, pecuária, trabalho assalariado, serviços prestados e outras rendas. Observou-se que parte da renda é destinada à obtenção de produtos fora do assentamento como alimentos, itens de higiene e limpeza, vestiário, móveis.

Norder (1997) chama a atenção para possíveis dificuldades encontradas ao se determinar a renda dos assentados, tais como: "1) a definição da abrangência do conceito de renda, a forma de mensuração do autoconsumo produtivo ou alimentar, e demais formas de ingresso monetário como o assalariamento externo e a previdência social; 2) a complexidade na formação dos custos de produção e a diversidade na comercialização da produção; 3) a valorização profissional da área pelo trabalho; 4) a utilização de relações informais familiares e comunitárias de trabalho, como o mutirão, a ajuda mútua, a troca de dias, reduzindo a necessidade de pagamento de trabalho adicional em dinheiro, alterando assim os custos de produção e, portanto, a renda; 5) a tênue articulação com outros indicadores sociais e econômicos". A análise desses requisitos nos leva à conclusão de que a auferição da renda junto a unidades familiares de produção exige cuidado e tempo.

Para Dombek (2006), de um modo geral, a produção agro alimentar constitui-se na principal fonte de renda na maioria das famílias mesmo considerando que essa renda seja proporcionalmente composta de outros elementos (atividades não agrícolas, benefícios governamentais, etc.).

Em um trabalho semelhante, Guanzirolli et al. (1994), retrataram que a renda destinada ao consumo das famílias não obteve variação significativa nos diferentes assentados das regiões estudadas na época. Apontaram ainda, que as famílias melhor sucedidas dos assentados dedicam-se integralmente às atividades agrícolas, pecuárias e de auto-consumo.

Para se obter o nível de segurança alimentar (SA) foram utilizados dados tais como renda, escolaridade, produções vegetais e animais (dados coletados para realização da análise emergética) entre outras utilizadas neste trabalho, num total de 120 questionários.

A Tabela 07 apresenta os valores encontrados para o nível de segurança alimentar nas famílias dos assentamentos.

Tabela 07: Nível de segurança alimentar nas famílias assentadas.

<b>Renda (SM)</b>	<b>SA%</b>	<b>IL%</b>	<b>IM%</b>	<b>IG%</b>
<b>Até 1</b>	0	10,7	9,2	4,6
<b>de 1 a 3</b>	9,2	26,1	12,3	0
<b>3 a 5</b>	7,7	7,7	3,7	0
<b>mais de 5</b>	1,5	7,7	0	0

Legenda: segurança alimentar (SA), insegurança leve (IL) insegurança moderada (IM) e insegurança grave (IG).

Os valores máximos e mínimos (Tabela 07) encontrados em cada um dos níveis para os assentamentos estudados foram: para a segurança alimentar (SA), de 9,2% e 0%; na insegurança leve (IL) 26,1% e 7,7%; na insegurança moderada (IM) 12,3% e 0% e a insegurança grave (IG) 4,6% e 0%.

A Figura 10 apresenta os dados agrupados pelo nível de segurança alimentar nas famílias por tipo de assentamento.

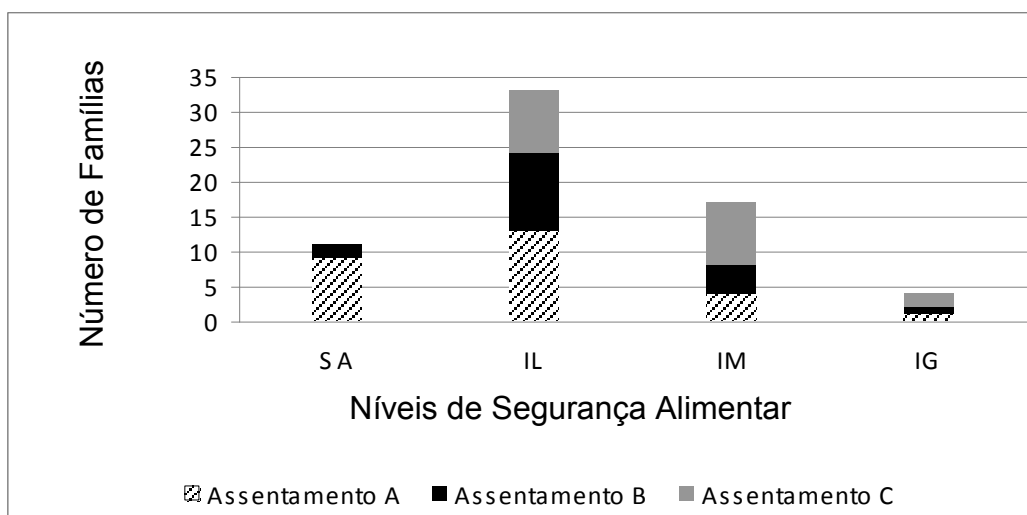


Figura 10: Representação gráfica dos níveis de segurança alimentar pela distribuição de renda dos assentados.

Pela Figura 10 podemos observar que o assentamento A é o que apresenta o melhor nível de Segurança Alimentar (SA), seguido do assentamento B, não encontrado para o assentamento C. Os três assentamentos apresentaram uma distribuição semelhante para o nível de Insegurança Leve (IL). O assentamento C foi o que apresentou dados mais graves, tendo um maior número de famílias em níveis de Insegurança Moderada (IM) e Insegurança Grave (IG).

Para esses casos Insegurança Moderada (IM), foi observada a existência do alimento, porém a qualidade nutricional e a variedade de alimentos ainda é insuficiente; e para os casos de Insegurança Grave (IG), a quantidade de alimento e a variedade eram insuficientes.

A Figura 11 traz a distribuição dos níveis de segurança alimentar pela variação nas faixas de renda das famílias nos assentamentos.

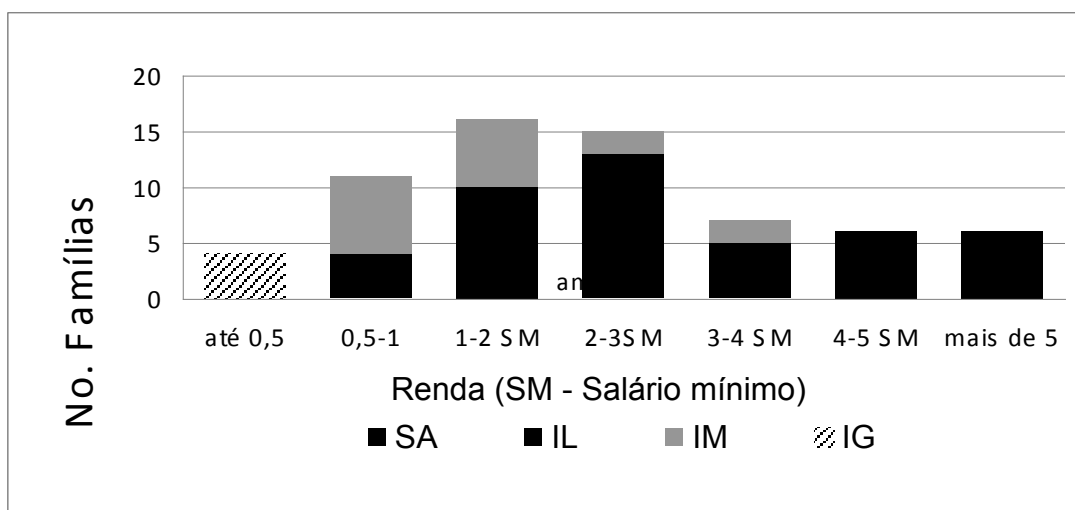


Figura 11: Representação gráfica dos níveis de segurança alimentar e as faixas de renda das famílias assentadas.

As famílias que ganham até meio SM encontram-se todas em nível de IG; os níveis de IL e IM predominam nas faixas salariais que vão de meio até dois SM. A partir de dois SM já encontramos famílias em nível de SA, porém destacam-se casos onde mesmo a renda sendo superior a cinco SM, foram encontrados casos de IL, que pode ser justificado pela qualidade nutricional e variedade dos alimentos habitualmente ingeridos.

Na pesquisa realizada com famílias urbanas e rurais por SEGAL-CORREA et al. (2003; 2004), apontou a não existência de segurança alimentar para as famílias que recebiam menos de um salário mínimo, e, naquelas com mais de cinco, a insegurança alimentar é praticamente inexistente.

O uso da Escala Brasileira de Insegurança Alimentar (EBIA) tem dentre suas vantagens apresentar alta validade preditiva; associações significativas entre estratos de renda familiar mensal e níveis de insegurança alimentar, constituindo-se assim, um indicador de medida direta da segurança e insegurança alimentar com validade para uso nos diversos contextos sociais e culturais brasileiros.

Para Bergamasco (1994), muitas vezes, as famílias solucionam o problema da Insegurança Alimentar produzindo em quantidade e variedade, não só para o mercado, mas para a própria subsistência. De um modo geral, para os assentamentos estudados em seu trabalho, foi

observado que para as famílias com rendimento acima de três salários mínimos mensais, não existe a fome ou restrição alimentar, tendo apenas caso de insegurança leve, ou seja, não necessariamente passam por problemas de acesso aos alimentos.

Foi observado ainda por Santos e Botta (2003), a existência de uma inter-relação entre a produção comercial, a produção de consumo e o desempenho econômico dos assentados, onde parte importante da alimentação é retirada, ou depende, da produção comercial de seu lote. O consumo é tanto maior quanto melhor o desempenho econômico do assentado, levando-se em conta as condições de clima, solo, mercado refletindo na diversidade e na quantidade de produtos consumidos pelas famílias.

Já para as famílias estudadas neste trabalho, a falta de informação e trabalhos educacionais sobre a importância de uma alimentação variada e equilibrada mostrou-se ser um dos maiores problemas para os casos de níveis de insegurança alimentar, uma vez que existe o potencial para a produção, aproveitamento e consumo de outros gêneros alimentícios como frutas, verduras, legumes e proteína de boa qualidade.

Avaliando a segurança alimentar em assentamentos rurais, Dombek (2006) concluiu que a compreensão dos porquês dos assentados estarem ou não produzindo para o seu auto consumo, possibilita pensar e avaliar as políticas públicas voltadas para suas demandas, principalmente aquelas que busquem o crescimento e o fortalecimento dos mesmos enquanto um setor importante da agricultura familiar.

Ressalta-se ainda, que a segurança alimentar é um dos fatores importantes para a fixação dos agricultores no campo, uma vez que esta garante um item básico da cidadania e elimina uma preocupação fundamental de suas vidas: a alimentação da família. Além disso, as práticas de criação de pequenos animais, a pecuária leiteira, a produção de olerícolas e de frutíferas, exigentes em mão-de-obra, envolvem decisivamente mulheres e jovens no trabalho do lote, aumentando a estabilidade do grupo familiar.

A condição de segurança alimentar precisa ser compreendida a partir das condições dos padrões nacionais e regionais de relação de trabalho, da ampliação dos serviços públicos, da previdência social, do processo de transformações políticas e civis, tendo em conta os diversos de

grupos sociais, a extensão de seus direitos sociais e políticos, a exclusão econômica, as particularidades regionais e culturais. Mas nos assentamentos rurais e outras unidades familiares de produção agropecuária, é preciso ainda contar com suas especificidades produtivas e organizacionais. E, como já salientamos, alguns estudos sugerem a possibilidade de um incremento simultâneo do autoconsumo alimentar e da produção agropecuária comercial, fonte de rendimentos monetários que pode minimizar a urgência do assalariamento externo. Trata-se portanto de extrair do acesso à terra todo seu potencial para garantir uma alimentação adequada, e também a satisfação de outras necessidades básicas de consumo familiar.

Os dados encontrados para o nível de segurança alimentar foram apresentados e discutidos com alguns moradores dos assentamentos, esclarecendo dúvidas quanto às implicações dos níveis de insegurança alimentar e o que poderiam fazer para mudar essa realidade. Contudo, as questões culturais, os hábitos alimentares apresentaram-se como barreiras a serem superadas.

### **5.3 Geração de bases de dados**

O processo tradicional para geração de modelos digitais de elevação, contemplando a digitalização de cartas topográficas, demanda mão-de-obra e tempo expressivos, de modo que a utilização de bases digitais representa uma alternativa de grande interesse. Utilizando os dados orbitais da SRTM na geração de modelos digitais de elevação hidrologicamente consistentes, viabiliza-se a extração de variáveis físicas das bacias hidrográficas em SIG em menor intervalo de tempo.

A geração linhas de drenagem que compõem a bacia deu-se a partir dos trechos determinados automaticamente e a união dessas sub-bacias, conclui a delimitação da bacia de interesse. A Figura 12 ilustra a imagem DEM da região onde estão situados os assentamentos.



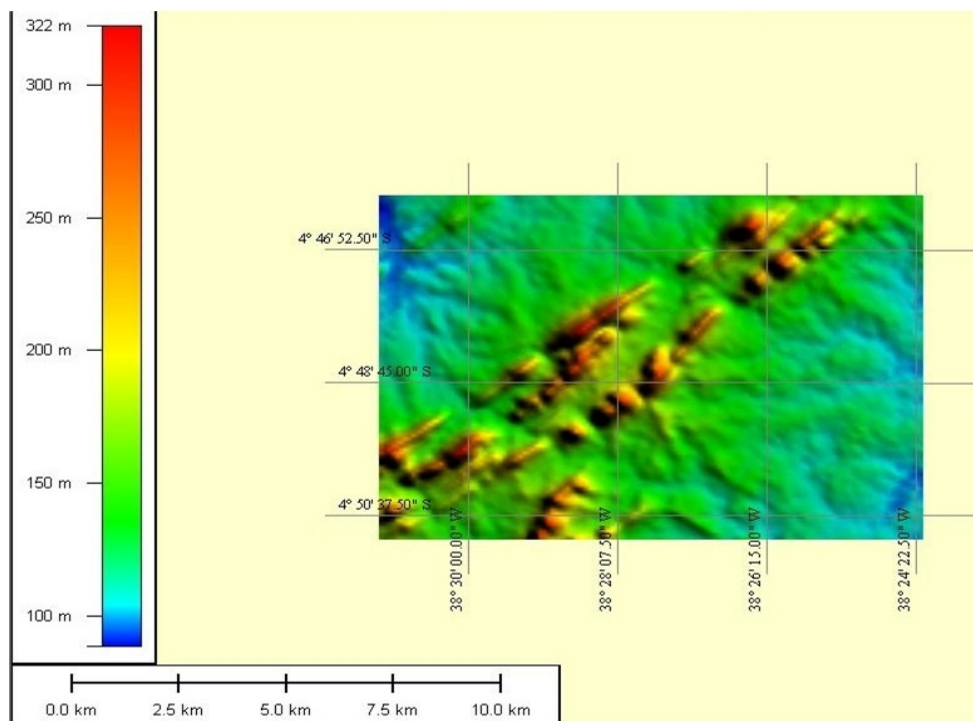


Figura 12: Imagem do Modelo de Elevação Digital da região das micro bacias.

Leão et al. (2004) estudando uma micro bacia de 3,3 km<sup>2</sup> encontrou pequena variação na determinação dos parâmetros fisiográficos em relação ao método manual. Gouvêa et al., (2005) mostraram que os dados SRTM apresentaram melhor detalhamento quando comparadas às cartas do IBGE na escala de 1:250.000. Nóbrega et al., (2005) ao comparar MDE gerados por aerofotogrametria e dados SRTM obteve resultados satisfatórios para a representação da superfície física do terreno.

#### 5.4 Perdas de solo

O potencial de perda de solo é um fator importante na contabilidade dos recursos não renováveis, esse valor foi calculado pela Equação de USLE proposta por Wischmeier & Smith (1978). Para isto utilizaram-se mapas temáticos dos fatores (R, K, C, P e LS) que compõe a equação para determinar as áreas de maior susceptibilidade de processos erosivos.

### 5.4.1 Fator chuva (R)

Os resultados obtidos para o fator erosividade (R) a partir da equação de Lombardi & Moldenhauer (1992), para as três micro bacias estudadas variaram de 210 a 650 MJ. mm.ha<sup>-1</sup>. As médias pluviométricas foram feitas a partir dos dados históricos para a região nas últimas décadas (FUNCEME, 2007).

### 5.4.2 Fator erodibilidade (K)

Por meio da espacialização do fator erodibilidade (K), observou-se a predominância de solos do tipo Podzólico vermelho-amarelo eutrófico (PE40), (possuem média e alta fertilidade natural, prestando-se para culturas de ciclo ou adaptadas às condições de pouca umidade) e Litólicos eutróficos e distróficos (Red3), conforme Figura 13.

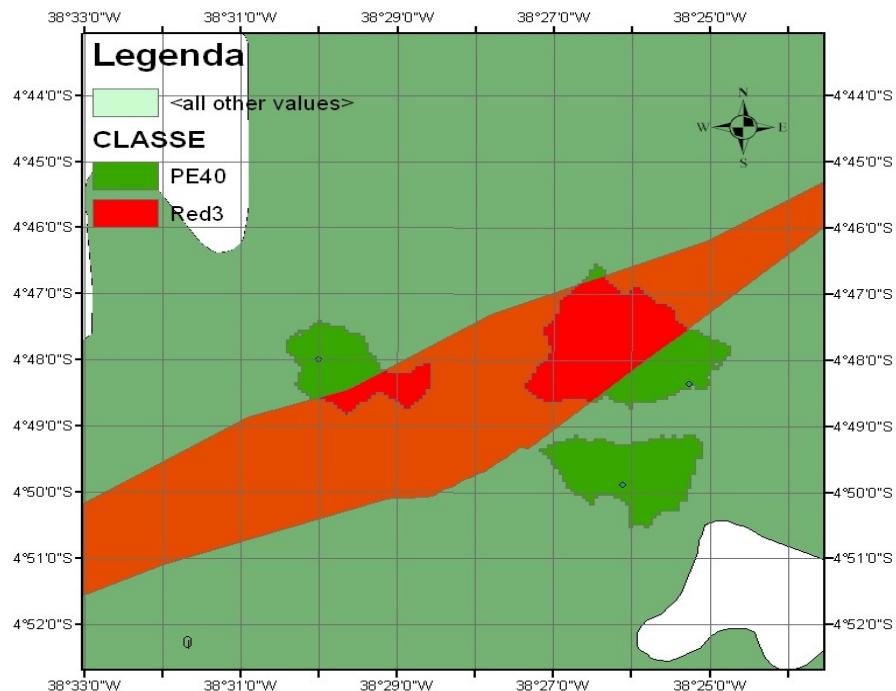


Figura 13: Distribuição dos tipos de solos encontrados na região das micro bacias.

A Tabela 08 apresenta a classificação das manchas de solo encontradas na região e

suas respectivas características, assim como o valor do fator K que foi utilizado.

Tabela 08: Tipos de solos encontrados nas micro-bacias.

Sigla	Tipo de solo	Fator (k)	Características
PE40	Podzólico vermelho-amarelo eutrófico	0,026	Possuem média e alta fertilidade natural, prestando-se para culturas de ciclo ou adaptadas às condições de pouca umidade.
Red3	Litólicos eutróficos e distróficos	0,012	Chuva (tornam-se encharcados, muito plásticos e muito pegajosos, dificultando o manejo e uso de máquinas agrícolas) Seca (ressecam-se e fendilham-se, tornando-se extremamente duros); elevada susceptibilidade à erosão, principalmente, nas áreas de relevo mais movimentado, limitação por falta d'água e risco de salinização.

FONTE: FUNCEME (2007).

#### 5.4.3 Fatores comprimento e grau de declive (LS)

Considerando a topografia da região em estudo (Figura 14), pode-se observar que para as micro bacias A e B mais de 80% da área apresenta declividade inferior a 5% e na região C, 100% da área mostrou-se com declividade variando entre 0 a 5%.

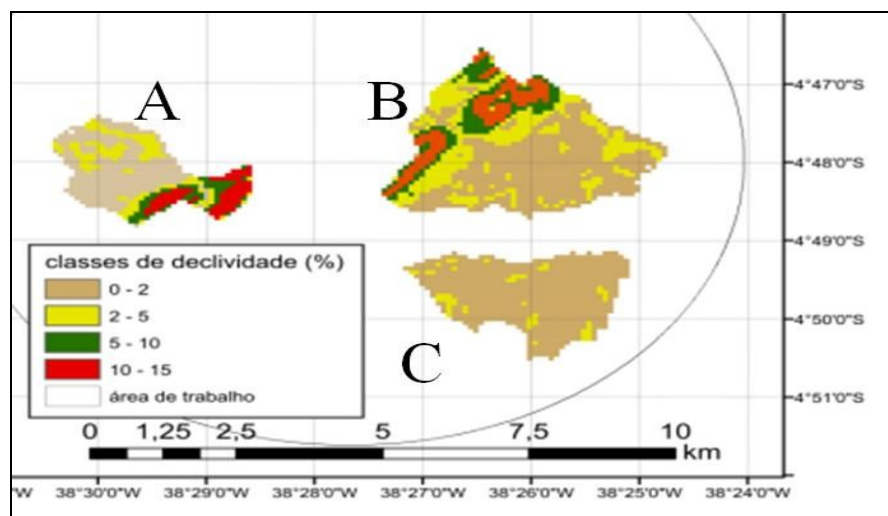


Figura 14: Mapa de declividade para as micro bacias que abrangem os assentamentos em estudo.

#### 5.4.4 Fator uso e manejo (C) e prática conservacionista (P)

Na Figura 15 pode-se observar a distribuição das classes (água, caatinga, agricultura e antropizada) em que estão divididas as micro bacias.

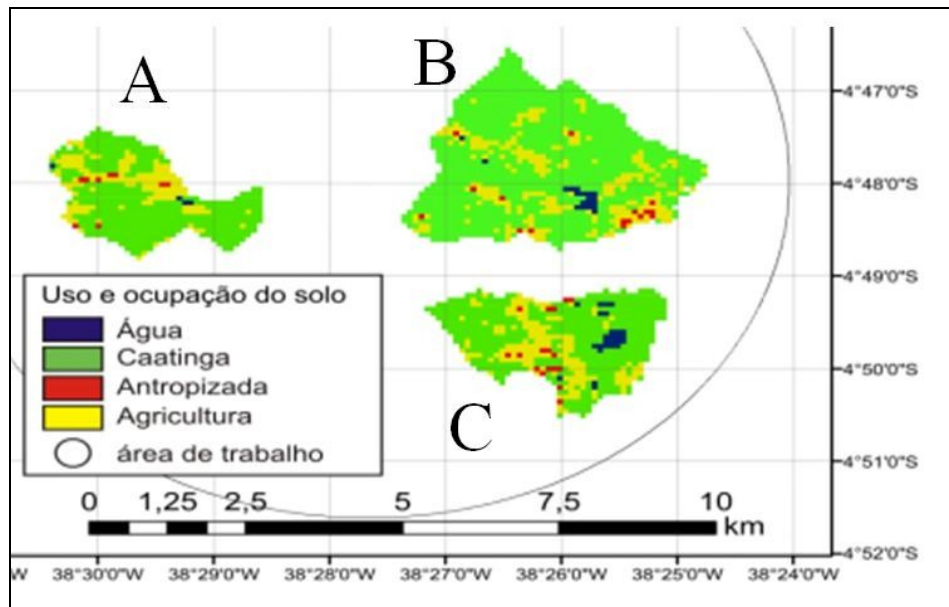


Figura 15: Mapa de classificação para as micro bacias que abrangem os assentamentos em estudo.

Os dados obtidos a partir da metodologia de classificação supervisionada, resultou nas quatro classes definidas de acordo com o uso e manejo dos solos contidos nas micro bacias em estudo conforme a Tabela 09.

Vale ressaltar que algumas áreas tais como área degradada e a diferenciação dos tipos de culturas, não foram classificadas neste primeiro momento, pois necessita de imagens com melhor resolução, o que ainda não foi possível para a região em estudo.

Tabela 09: Classificação do uso e ocupação do solo para as micro bacias que abragem os assentamentos em estudo.

Classe de uso e ocupação	Valores de C*	Micro bacias					
		A		B		C	
		km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
Água	0	0,03	0,69	0,16	1,42	0,22	3,69
Caatinga	0,001	3,59	73,36	8,84	78,55	4,16	69,74
Antropizada	0,04	0,08	1,56	0,14	1,20	0,14	2,41
Agricultura	0,18	1,19	24,39	2,11	18,81	1,44	24,15
Total		4,89	100,00	11,25	100,00	5,96	100,00

\* valores de C (SILVA, 1978).

Ainda na Tabela 09 podem-se observar os valores utilizados por Silva (1978) para a estimativa do fato C da equação de USLE.

Por meio de uma metodologia semelhante, Mendonça et al. (2006), conseguiram em seu trabalho classificar a área de estudo quanto a localização de terras cultiváveis (57,7%); a indicação de terras em atividades menos intensivas (pastagem e/ou florestamento e/ou vida silvestre) sendo de 37,6% e áreas de preservação de fauna e flora, por restrição por solo e relevo, foram indicadas como sendo 1,7% das terras da micro bacia estudada.

A partir dos mapas temáticos e parâmetros obtidos nos itens anteriores, obteve-se o mapa potencial de perda de solo. A Figura 16 mostra o mapa do potencial de perda de solo para micro bacias.

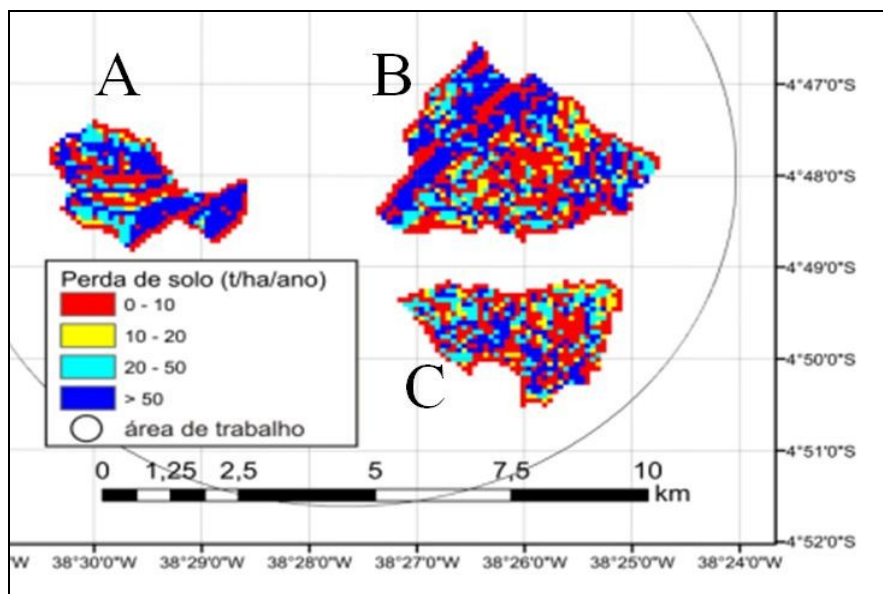


Figura 16: Mapa do potencial perda de solo para as micro bacias que abrangem os assentamentos em estudo.

A partir dos dados obtidos pelo mapa de potencial de perda de solo (Figura 16), encontramos o percentual de áreas para cada micro bacia com potencial até 10 t/ha/ano (considerado valores baixos), sendo para o assentamento A - 37%, para o B - 41% e para o assentamento C - 47%.

Visando avaliar o enquadramento dos resultados obtidos com a classificação apresentada por Alonso et al. (1994) apud Cavalcante (2005), a Tabela 10 apresenta os valores para potencial de perda de solo que foram divididos em 2 classes: baixo a moderado, e alto a muito alto, potencial de erosão, obtendo-se a partir daí o mapa de perda de solo por erosão em ton/ha/ano (Figura 17).

Tabela 10: Classificação do grau de erosão.

Perda de Solo (ton/há/ano)	Grau de erosão
<50	Baixo a moderado
>50	Alto a muito alto

(Adaptado de Alonso et al., 1994 apud CAVALCANTE, 2005)

Segundo essa classificação (Tabela 10), pode-se observar que os percentuais de susceptibilidade à erosão foi considerado alto/muito alto (acima de 50 ton/ha/ano) são de 41,89%, 34,31%, e 21,87% respectivamente para os assentamentos A, B e C (Tabela 11).

A região B que apresentou as maiores áreas susceptíveis para perda de solo, também pode ser observada como as que apresentam os maiores percentuais de declividade em seu relevo.

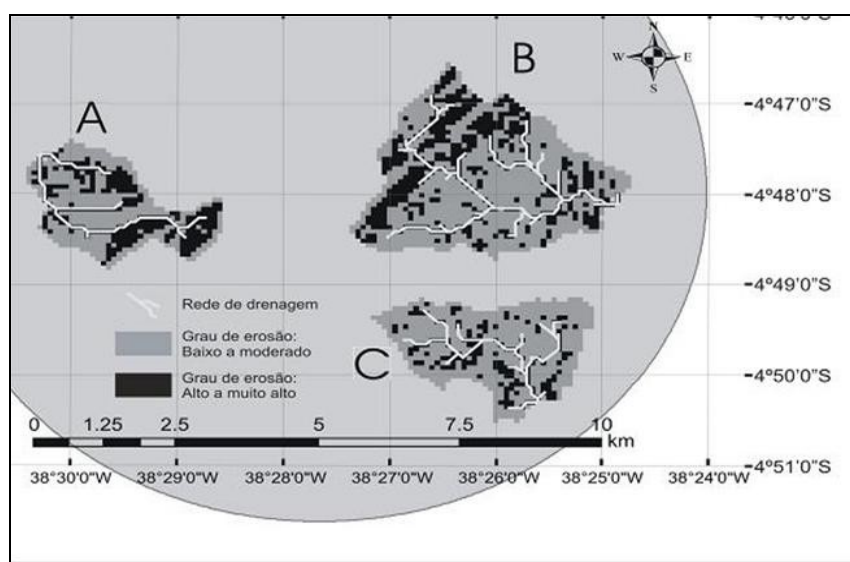


Figura 17: Mapa do potencial perda de solo (segundo classificação Tabela 10).

Tabela 11: Classificação do grau de erosão para as micro-bacias que abrangem os assentamentos em estudo.

Grau de erosão	A		B		C	
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
<b>Baixo a moderado</b>	2,84	58,16	7,39	65,68	4,66	78,11
<b>Alto a muito alto</b>	2,05	41,89	3,86	34,31	1,30	21,87
<b>Total</b>	4,89	100,00	11,25	100,00	5,96	100,00

Por meios dos dados obtidos por SIG e pelo levantamento de dados no local, observou-se que a vegetação natural, de um modo geral, encontra-se bastante alterada em vista da ação antrópica. Em certas áreas, já não se encontram vestígios importantes da mata primitiva, a não ser remanescentes esparsos e muito reduzidos, disto resultando verdadeiro desequilíbrio ecológico, acelerando a erosão dos solos e o assoreamento de rios e reservatórios de água.

Destaca-se que as práticas adotadas na região, praticamente, não fazem uso de

técnicas conservacionistas, situação que se agrava com as ações antrópicas que envolvem desmatamentos desordenados, manejo inadequado dos recursos hídricos e dos solos, aceleração dos processos erosivos, queimadas indiscriminadas, dentre outros.

A importância que deve ser dada aos mapas para potencial de perda de solo é exatamente no que diz respeito às áreas de maior risco, as quais deverão receber prioridade quanto ao manejo e cobertura do solo (AQUINO et al., 2007).

### 5.5 Avaliação Emergética

O diagrama apresentado (Figura 18) refere-se a uma visão geral das relações existentes nos assentamentos estudados. A construção do diagrama só foi possível depois de conhecer a realidade no local e entender a dinâmica das atividades ali desempenhadas.

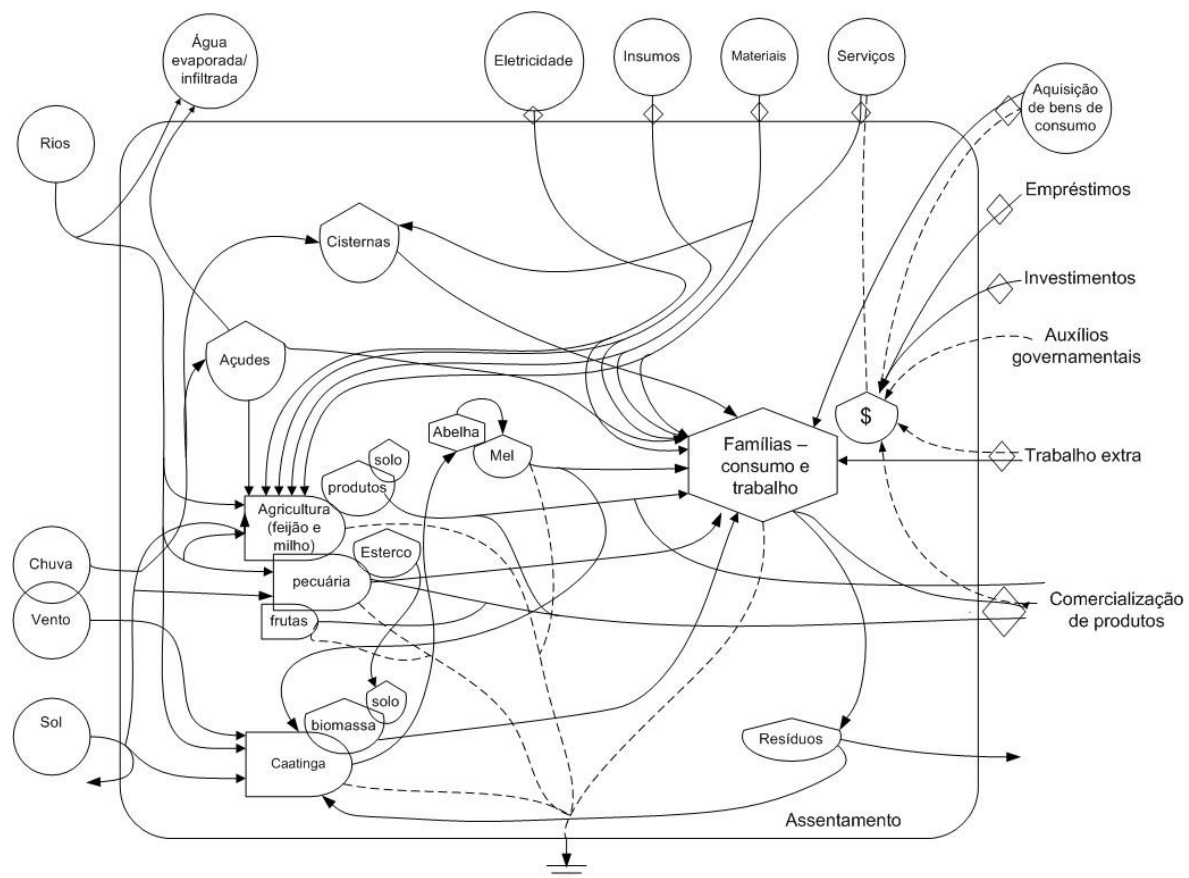


Figura 18: Diagrama sistêmico geral dos assentamentos.



A Figura 18 apresenta um diagrama geral do sistema de produção das comunidades, em que temos uma produção agrícola e criação de pequenos animais para autoconsumo e venda.

Esse diagrama é um esquema gráfico adaptado à realidade dos três sistemas de produção estudados onde ilustramos seus principais componentes e como atua dentro do sistema.

O tipo de atividade desempenhada em cada assentamento é semelhante, todos possuem uma área destinada ao plantio de milho e feijão consorciados, área para plantio de caju (principalmente) e algumas outras frutas, alguns assentados possuem pequenas áreas para o cultivo de algumas folhagens e leguminosas que por vezes, são plantadas no próprio lote. Os suínos, ovinos e caprinos, na maioria das vezes são criados soltos, não existindo uma área delimitada para a criação dos mesmos. Os galináceos possuem área definida.

A cultura do mel tem se mostrado uma boa prática de proteção da vegetação nativa e tem se desenvolvido à medida que as comunidades despertam para os benefícios agregados ao produto tais como: baixo custo para o beneficiamento (muitas vezes sendo apenas decantado e engarrafado artesanalmente), baixo investimento com alta produtividade e um bom valor de mercado.

A maioria dos assentados possuem renda de outras fontes além das atividades ligadas ao assentamento como trabalhos extras e auxílios governamentais.

Após a construção do diagrama sistêmico foi elaborada a tabela de avaliação emergética para cada sistema separadamente. Os cálculos dos valores emergéticos dos fluxos e a energia total dos sistemas de produção estudados estão apresentados da Tabela 12 à Tabela 20.

Tabela 12: Avaliação emergética de sistema de produção do sistema A (fluxos emergéticos em 10E+13seJ/ha.ano)

Nota	Item	Fração renovável	Unid.	Unid./ha/ano	seJ/unid.	Referência para seJ/unid.	Fluxo emergético R	Fluxo emergético N	Fluxo emergético total	%Y
<b>Recursos renováveis (R)</b>										
1	Sol	1,00	J	4,08E+10	1,00E+00	Odum, 1996	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Chuva	1,00	J	2,60E+10	3,10E+04	Odum et al., 2000	80,60	0,00	80,60	29,78
3	Vento	1,00	J	3,16E+07	2,45E+03	Odum et al., 2000	0,01	0,00	0,01	0,00
4	Água córrego	1,00	J	1,72E+07	1,76E+05	Odum et al., 2000	0,30	0,00	0,30	0,11
<b>Recursos não renováveis (N)</b>										
5	Perda de solo	0,00	J	1,24E+09	1,24E+05	Brandt-Williams, 2002	0,00	15,38	15,38	5,62
<b>Materiais (M)</b>										
6	Combustível Fóssil	0,01	J	1,78E+08	9,21E+04	Bastianoni et al., 2005	0,02	1,62	1,64	0,61
7	Calcário	0,01	Kg	5,04E+01	1,00E+12	Brandt-Williams, 2002	0,05	4,99	5,04	1,86
8	Nitrogênio	0,01	Kg	1,40E+01	6,38E+12	Brown e Ulgiati, 2004	0,09	8,82	8,91	3,29
9	Fósforo	0,01	Kg	2,53E+01	6,55E+12	Brown e Ulgiati, 2005	0,17	16,39	16,56	6,12
10	Potássio	0,01	Kg	2,53E+01	2,92E+12	Odum, 1996	0,07	7,31	7,38	2,73
11	Esterco gado	0,70	Kg	1,50E+00	2,96E+12	Castelini et al., 2006	0,31	0,13	0,44	0,16
12	Mudas Frutíferas	0,01	US\$	3,68E+01	3,11E+12	Coelho et al., 2003	0,11	11,32	11,43	4,22
13	Ração	0,01	US\$	2,27E+01	3,30E+12	Coelho et al., 2003	0,07	7,42	7,49	2,77
14	Equipamentos	0,01	Kg	2,17E+00	2,20E+12	Ortega, 2002	0,00	0,47	0,48	0,18
15	Concreto	0,01	Kg	3,00E+01	1,54E+12	Buranakarn, 1998	0,05	4,57	4,62	1,71
16	Eletricidade	0,70	J	4,55E+08	2,52E+05	Brown e Ulgiati, 2004	8,03	3,44	11,47	4,24
<b>Serviços (S)</b>										
17	Outros serviços	0,00	US\$	4,00E+01	3,30E+12	Coelho et al., 2003	0,00	13,20	13,20	4,88
18	Impostos	0,00	US\$	2,69E+01	3,30E+12	Coelho et al., 2003	0,00	8,86	8,86	3,27
19	Mão de obra familiar	0,90	J	4,09E+07	1,85E+07	Brown, 2003	45,36	30,24	75,60	27,93
20	Mão de Obra esp	0,60	J	4,36E+06	2,80E+06	Brown, 2003	0,73	0,49	1,22	0,45
<b>Total energy (Y)</b>			<b>seJ</b>	<b>2,70E+15</b>						
<b>Total Outputs (O)</b>			<b>J</b>	<b>5,13E+10</b>						

Tabela 13: Energia Total produzida pelo assentamento A.

Produto	Produtividade Kg/Ano	Produtividade Kg/ha/ano	Energia do Produto		Valor R\$
			Kcal/kg	(J/ha.ano)	
Mel	2280	126,67	3040	1,61E+10	R\$ 9.120,00
Caju	1550	86,11	370	1,33E+09	R\$ 620,00
Goiaba	850	47,22	580	1,15E+09	R\$ 510,00
Milho	1200	66,67	3500	9,77E+09	R\$ 240,00
Feijão	1200	66,67	2620	7,31E+09	R\$ 600,00
Folhagens	300	16,67	300	2,09E+08	R\$ 120,00
Mandioca	1200	66,67	1330	3,71E+09	R\$ 600,00
Carnes	1550	86,11	3500	1,26E+10	R\$ 6.975,00
Leite	800	44,44	1120	2,08E+09	R\$ 800,00
Ovos	1500	83,33	1200	4,19E+09	R\$ 1.500,00
Abóbora	1110	61,67	150	3,87E+08	R\$ 444,00
Cebola	800	44,44	400	7,44E+08	R\$ 400,00
<b>Energia Total Produzida</b>			<b>5,96E+10</b>	<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 21.929,00</b>

A Figura 19 ilustra a distribuição dentro do diagrama dos fluxos energéticos agregados para o assentamento A (dados brutos apêndice 3).

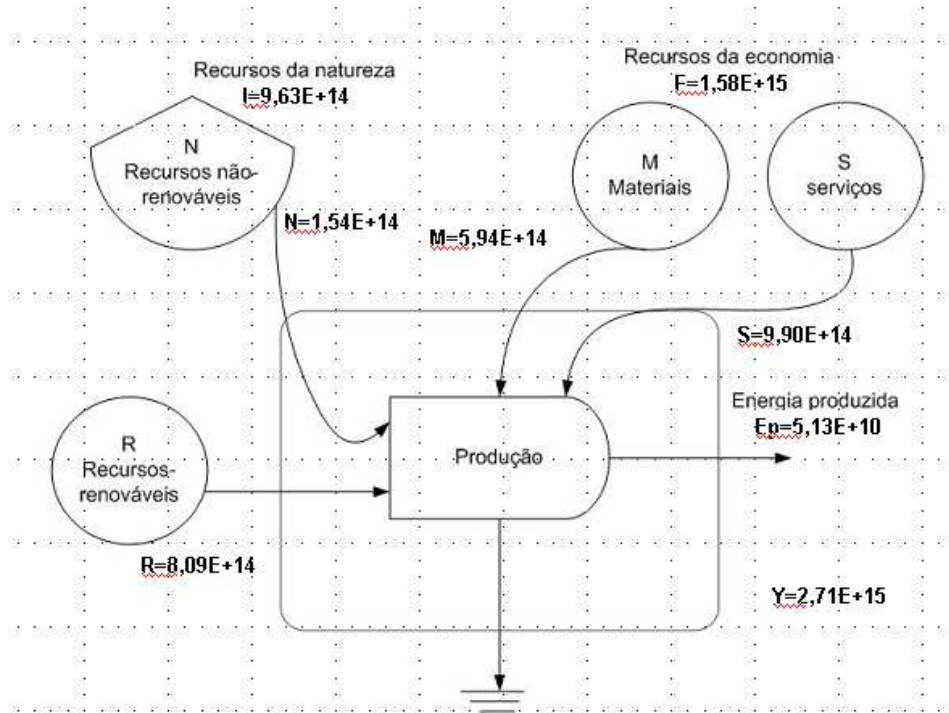


Figura 19: Indicadores assentamento A: Diagrama de fluxo de energia agregado (Os fluxos de energia devem ser multiplicados por sej/ha.ano).

A. A Tabela 14 mostra os valores encontrados para os índices energéticos do assentamento

**Tabela 14: Índices energéticos para o assentamento A**

<b>Índice</b>	<b>Cálculos</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidade</b>
<b>Tr</b>	$Y/O$	5,26E+04	seJ/J
<b>%R</b>	$100(R+Mr+Sr)/Y$	55,60	%
<b>EYR</b>	$Y/(Mn+Sn)$	3,05	adimensional
<b>EIR</b>	$(Mn+Sn)/(R+Mr+Sr+N)$	0,53	adimensional
<b>ELR</b>	$(N+Mn+Sn)/(R+Mr+Sr)$	0,69	Adimensional
<b>EER</b>	$Y/[(\$)(seJ/\$)]$	1,34	Adimensional

Tabela 15: Avaliação emergética de sistema de produção do sistema B (fluxos emergéticos em 10E+13seJ/ha.ano).

Nota	Item	Fração renovável	Unid.	Unid./ha/ano	seJ/unid.	Referência para seJ/unid.	Fluxo emergético R	Fluxo emergético N	Fluxo emergético total	%Y
<b>Recursos renováveis (R)</b>										
1	Sol	1,00	J	4,08E+10	1,00E+00	Odum, 1996	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Chuva	1,00	J	2,60E+10	3,10E+04	Odum et al., 2000	80,60	0,00	80,60	20,90
3	Vento	1,00	J	3,16E+07	2,45E+03	Odum et al., 2000	0,01	0,00	0,01	0,00
4	Água córrego	1,00	J	2,22E+07	1,76E+05	Odum et al., 2000	0,39	0,00	0,39	0,10
<b>Recursos não renováveis (N)</b>										
5	Perda de solo	0,00	J	1,24E+09	1,24E+05	Brandt-Williams, 2002	0,00	15,38	15,38	3,99
<b>Materiais (M)</b>										
6	Combustível Fóssil	0,01	J	3,74E+08	9,21E+04	Odum, 1996	0,03	3,41	3,44	0,89
7	Calcário	0,01	Kg	1,26E+02	1,00E+12	Brandt-Williams, 2002	0,13	12,52	12,64	3,28
8	Nitrogênio	0,01	Kg	2,40E+01	6,38E+12	Brandt-Williams, 2002	0,15	15,13	15,29	3,96
9	Fósforo	0,01	Kg	2,53E+01	6,55E+12	Brandt-Williams, 2002	0,17	16,39	16,56	4,29
10	Potássio	0,01	Kg	2,53E+01	2,92E+12	Brandt-Williams, 2002	0,07	7,31	7,38	1,91
11	Fungicida	0,01	Kg	1,79E+01	2,49E+13	Brown and Arding, 1991	0,45	44,17	44,62	11,57
12	Herbicida	0,01	Kg	2,52E+00	2,49E+13	Brown and Arding, 1991	0,06	6,20	6,26	1,62
13	Inseticida	0,01	Kg	1,58E+00	2,49E+13	Brown and Arding, 1991	0,04	3,90	3,94	1,02
14	Sementes	0,01	Kg	2,11E+00	1,48E+12	Ortega, 2002	0,00	0,31	0,31	0,08
15	Mudas Frutíferas	0,01	US\$	3,68E+01	3,30E+12	Coelho et al., 2003	0,12	12,01	12,13	3,15
16	Ração	0,01	US\$	5,27E+01	3,30E+12	Coelho et al., 2003	0,17	17,22	17,39	4,51
17	Equipamentos	0,01	Kg	9,17E+00	2,20E+12	Ortega, 2002	0,02	2,00	2,02	0,52
18	Concreto	0,01	Kg	3,00E+01	1,54E+12	Buranakarn, 1998	0,05	4,57	4,62	1,20
19	Eletricidade	0,70	J	8,15E+08	2,52E+05	Brown e Ulgiati, 2004	14,38	6,16	20,54	5,33
<b>Serviços (S)</b>										
20	Outros serviços	0,00	US\$	5,00E+01	3,30E+12	Coelho et al., 2003	0,00	16,50	16,50	4,28
21	Impostos	0,00	US\$	4,69E+01	3,30E+12	Coelho et al., 2003	0,00	15,46	15,46	4,01
22	Mão de obra familiar	0,90	J	4,52E+07	1,85E+07	Brown, 2003	75,30	8,37	83,67	21,69
23	Mão de Obra esp	0,60	J	2,34E+07	2,80E+06	Brown, 2003	3,94	2,62	6,56	1,70
<b>Total energy (Y)</b>			<b>seJ</b>	<b>3,86E+15</b>						
<b>Total Outputs (O)</b>			<b>J</b>	<b>8,24E+10</b>						

Tabela 16: Energia Total produzida pelo assentamento B.

Produto	Produtividade Kg/Ano	Produtividade Kg/ha/ano	Kcal/g	Energia do Produto (J/ha.ano)	Valor R\$
Mel	1000	100,00	3040	1,27E+10	4000,00
Derivados/caju	335	33,50	400	5,61E+08	268,00
Caju	2000	200,00	370	3,10E+09	1700,00
Frango	500	50,00	3500	7,33E+09	800,00
Goiaba	1300	130,00	580	3,16E+09	3250,00
Milho	2200	220,00	3500	3,22E+10	638,00
Feijão	2200	220,00	2620	2,41E+10	1474,00
Ovos	1000	100,00	1200	5,02E+09	1200,00
Mandioca	1300	130,00	1330	7,24E+09	143,00
carne caprino	1850	185,00	3500	2,71E+10	1387,50
Carne ovino	1650	165,00	3500	2,42E+10	1320,00
leite cabra	500	50,00	1120	2,34E+09	1000,00
Abóbora	550	55,00	150	3,45E+08	220,00
Folhagens	500	50,00	300	6,28E+08	340,00
Cebola	350	35,00	400	5,86E+08	262,50
<b>Energia Total Produzida</b>				<b>1,51E+11</b>	<b>R\$ 18.003,00</b>

A Figura 20 ilustra a distribuição dentro do diagrama dos fluxos emergéticos agregados para o assentamento B (dados brutos apêndice 4).

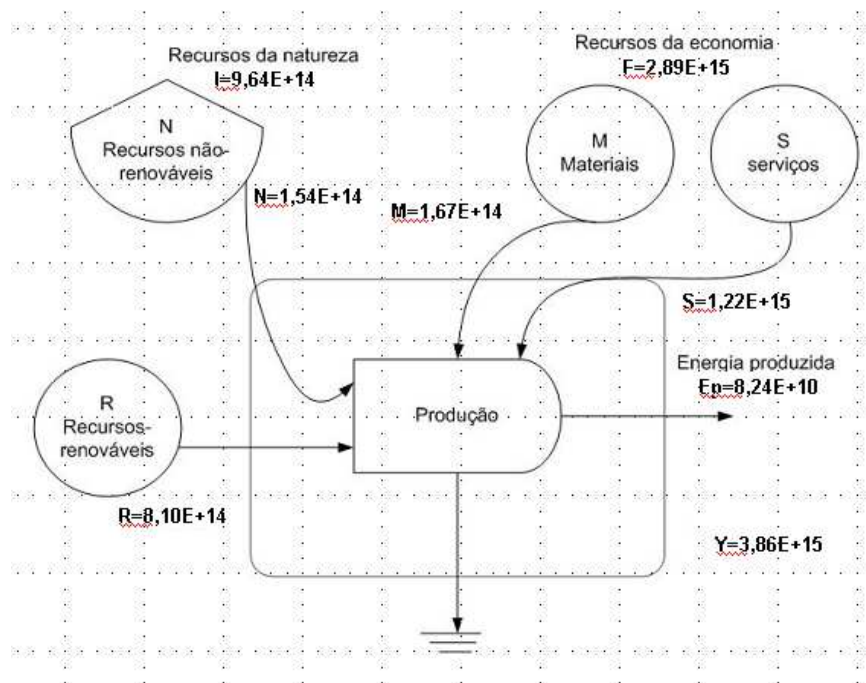


Figura 20: Indicadores assentamento B: Diagrama de fluxo de energia agregado (Os fluxos de energia devem ser multiplicados por sej/ha.ano).

A Tabela 17 mostra os valores encontrados para os índices emergéticos do assentamento B.

Tabela 17: Índices emergéticos para o assentamento B

<b>Índice</b>	<b>Cálculos</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidade</b>
Tr	$Y/O$	4,68E+04	seJ/J
%R	$100(R+Mr+Sr)/Y$	45,65	%
EYR	$Y/(Mn+Sn)$	1,99	adimensional
EIR	$(Mn+Sn)/(R+Mr+Sr+N)$	1,01	adimensional
ELR	$(N+Mn+Sn)/(R+Mr+Sr)$	1,19	adimensional
EER	$Y/[(\$)(seJ/\$)]$	1,84	adimensional

Tabela 18: Avaliação emergética de sistema de produção do sistema C (fluxos emergéticos em 10E+13seJ/ha.ano).

Nota	Item	Fração renovável	Unid.	Unid./ha/ano	seJ/unid.	Referência para seJ/unid.	Fluxo emergético R	Fluxo emergético N	Fluxo emergético total	% Y
<b>Recursos renováveis (R)</b>										
1	Sol	1,00	J	4,08E+10	1,00E+00	Odum, 1996	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Chuva	1,00	J	2,60E+10	3,10E+04	Odum et al., 2000	80,60	0,00	80,60	28,17
3	Vento	1,00	J	3,16E+07	2,45E+03	Odum et al., 2000	0,01	0,00	0,01	0,14
4	Água córrego	1,00	J	2,22E+07	1,76E+05	Odum et al., 2000	0,39	0,00	0,39	0,00
<b>Recursos não renováveis (N)</b>										
5	Perda de solo	0,00	J	1,42E+09	1,24E+05	Brandt-Williams, 2002	0,00	17,66	17,66	6,17
<b>Materiais (M)</b>										
6	Combustível Fóssil	0,01	J	3,74E+08	9,21E+04	Bastianoni et al., 2005	0,03	3,41	3,44	1,2
7	Calcário	0,01	Kg	6,64E+01	1,00E+12	Brandt-Williams, 2002	0,07	6,58	6,64	2,32
8	Nitrogênio	0,01	Kg	2,90E+01	6,38E+12	Brandt-Williams, 2002	0,18	18,29	18,48	6,46
9	Fósforo	0,01	Kg	1,13E+01	6,55E+12	Brandt-Williams, 2002	0,07	7,31	7,39	2,58
10	Potássio	0,01	Kg	1,13E+01	2,92E+12	Brandt-Williams, 2002	0,03	3,26	3,29	1,15
11	Controle de pragas	0,01	Kg	4,92E+00	2,49E+13	Brown and Arding, 1991	0,12	12,13	12,25	4,28
12	Sementes	0,01	Kg	1,11E+00	1,48E+12	Ortega, 2002	0,00	0,16	0,16	0,06
13	Esterco do gado	0,70	kg	1,11E+00	3,30E+12	Coelho et al., 2003	0,03	0,34	0,37	0,13
14	Ração	0,01	US\$	2,27E+01	3,30E+12	Coelho et al., 2003	0,07	7,42	7,49	2,62
15	Equipamentos	0,01	Kg	1,17E+00	1,13E+13	Brown e Ulgiati, 2004	0,01	1,31	1,32	0,46
16	Concreto	0,01	Kg	1,50E+01	1,54E+12	Buranakarn, 1998	0,02	2,29	2,31	0,81
17	Eletricidade	0,70	J	4,55E+08	2,69E+05	Brandt-Williams, 2002	8,57	3,67	12,24	4,28
<b>Serviços (S)</b>										
18	Outros serviços	0,00	US\$	8,00E+01	3,30E+12	Coelho et al., 2003	0,00	26,40	26,40	9,23
19	Impostos	0,00	US\$	2,69E+01	3,30E+12	Coelho et al., 2003	0,00	8,86	8,86	3,10
20	Mão de obra familiar	0,90	J	4,09E+07	1,85E+07	Brown, 2003	68,04	7,56	75,60	26,42
21	Mão de Obra especiliz	0,60	J	4,36E+06	2,80E+06	Brown, 2003	0,73	0,49	1,22	0,43
<b>Total energy (Y)</b>			<b>seJ</b>	<b>2,86E+15</b>						
<b>Total Outputs (O)</b>			<b>J</b>	<b>8,02E+09</b>						



Tabela 19: Energia Total produzida pelo assentamento C.

Produto	Produtividade Kg/Ano	Produtividade Kg/ha/ano	Kcal/kg	Energia do Produto (J/ha.ano)	Valor R\$
Caju	500	18,87	370	2,92E+08	R\$ 300,00
Derivados	150	5,66	400	9,48E+07	R\$ 120,00
Mel	1200	45,28	3040	5,76E+09	R\$ 4.800,00
Frango	250	9,43	3500	1,38E+09	R\$ 400,00
Goiaba	300	11,32	580	2,75E+08	R\$ 750,00
Milho	620	23,40	3500	3,43E+09	R\$ 179,80
Feijão	620	23,40	2620	2,57E+09	R\$ 415,40
Ovos	100	3,77	1200	1,90E+08	R\$ 120,00
Mandioca	700	26,42	1330	1,47E+09	R\$ 77,00
Carne caprino	900	33,96	3500	4,98E+09	R\$ 675,00
Carne ovino	900	33,96	3500	4,98E+09	R\$ 720,00
leite cabra	350	13,21	1120	6,19E+08	R\$ 700,00
Abóbora	410	15,47	150	9,71E+07	R\$ 164,00
Folhagens	110	4,15	300	5,21E+07	R\$ 74,80
Cebola	420	15,85	400	2,65E+08	R\$ 315,00
<b>Energia total produzida</b>				<b>2,64E+10</b>	<b>R\$ 9.811,00</b>

A 21 ilustra a distribuição dentro do diagrama dos fluxos emergéticos agregados para o assentamento C (dados brutos apêndice C).

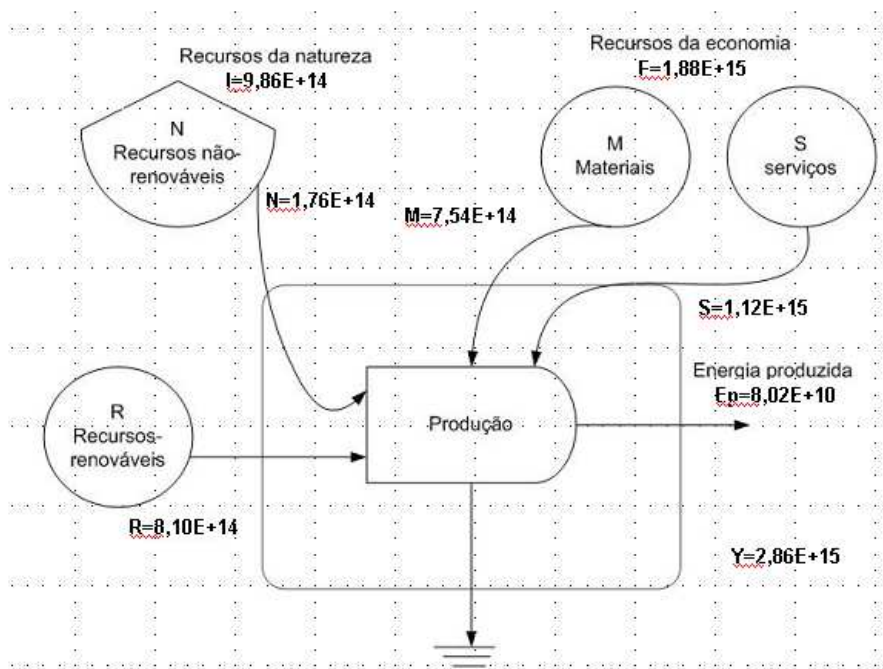


Figura 21: Indicadores assentamento C: Diagrama de fluxo de energia agregado (Os fluxos de energia devem ser multiplicados por sej/ha.ano).

A Tabela 20 mostra os valores encontrados para os índices energéticos do assentamento C.

Tabela 20: Índices energéticos para o assentamento C.

Índice	Cálculos	Valor	Unidade
Tr	Y/O	3,57E+05	seJ/J
%R	$100(R+Mr+Sr)/Y$	55,65	%
EYR	$Y/(Mn+Sn)$	2,61	Adimensional
EIR	$(Mn+Sn)/(R+Mr+Sr+N)$	0,62	Adimensional
ELR	$(N+Mn+Sn)/(R+Mr+Sr)$	0,8	Adimensional
EER	$Y/[(\$)(seJ/\$)]$	9,06	Adimensional

A seguir, discutiremos cada índice energético, mostrando seu desempenho para os sistemas analisados, comparando os valores encontrados para cada um com os encontrados por outros autores.

### 5.5.1 Discussão dos índices energéticos

A Figura 20 e a Figura 21 ilustram os valores obtidos para a Transformidade e Renovabilidade dos sistemas A, B e C.

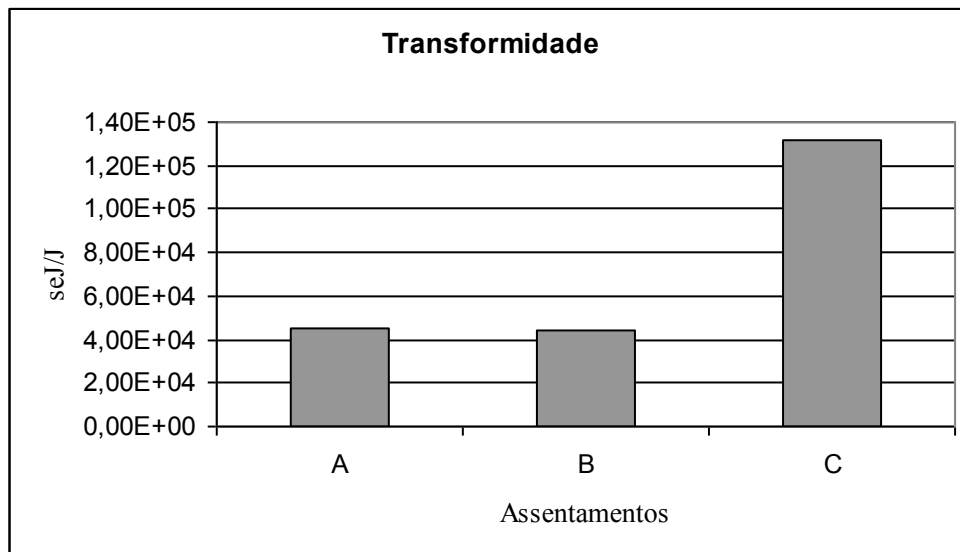


Figura 20: Transformidade para os assentamentos.

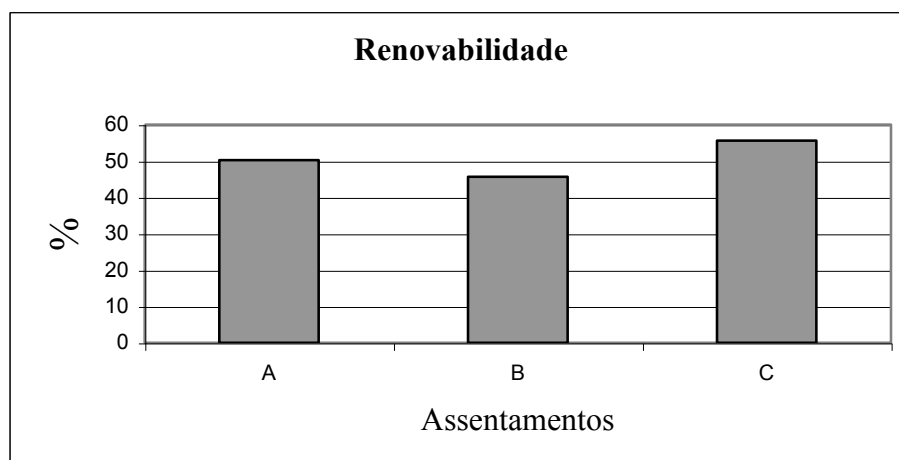


Figura 21: Renovabilidade para os assentamentos.

A transformidade dos sistemas de produção estudados variou de  $5,28E+04$  à  $3,57E+05$  seJ/ J (Figura 20).

A transformidade (Tr) indica a intensidade de energia existente em um recurso. Quanto maiores forem os valores encontrados para a transformidade, indica que os sistemas de produção necessitam de maior energia por unidade de produto. Em outras palavras, relaciona a energia dos insumos (entradas) com a energia contida dos produtos gerados (saídas); portanto, expressa a eficiência energética do sistema de produção.

Entre os três sistemas de produção estudados, destacam-se dois assentamentos, A e B, que apresentaram valores muito próximos ( $5,28E+04$  e  $4,68E+04$ ), sendo as menores transformidade, porém com sistemas de produção diferenciados quanto às práticas adotadas. Já o sistema C apresentou uma transformidade de  $3,57E+05$ .

No caso do assentamento B, temos um sistema que utiliza técnicas de irrigação e manejo convencional, porém seu valor apresentou-se muito próximo do sistema A que usa algumas técnicas ecológicas. Isso pode ser explicado pelo fato do assentamento B, ainda que utilize produtos químicos, ser um sistema mais produtivo em relação aos outros e, no caso do assentamento A, não possuir boa produtividade. O assentamento C utiliza técnicas convencionais,

com o uso de produtos químicos, porém sua produtividade é a menor dentre os sistemas, justificando sua alta transformidade.

Comar (1999) e Cuvillier (2006), em seus trabalhos encontraram valores em que as transformidades dos sistemas de produção orgânica e convencional foram respectivamente  $2,37E+05$  e  $6,3E+06$  seJ/J. Francescatto (2007), comparando um sistema orgânico e um convencional, encontrou transformidades de  $2,48E+05$  e  $1,34E+06$ , respectivamente, valores estes que estão de acordo com os encontrados neste trabalho, onde podemos observar, a alta eficiência emergética do sistema que está adotando práticas agroecológicas.

Os valores encontrados para Renovabilidade, variaram de 55,6% a 45,65% (Figura 21).

Destaca-se que o assentamento B apresentou a menor renovabilidade, indicando que 45,65% deste sistema é dependente de recursos renováveis. Já o assentamento C, mostrou-se ser o mais renovável dos 3, com 55,6%, evidenciando, assim, um maior potencial de sustentabilidade a longo prazo.

A avaliação emergética considera que sistemas sustentáveis em longo prazo apresentem alta renovabilidade, principalmente devido à crescente carência de petróleo (combustíveis, agro químicos), que será um sério problema a ser enfrentado pela maioria dos sistemas de produção, particularmente o sistema convencional.

Na Figura 22 temos os índices (EYR, EIR e ELR) encontrados para os Assentamentos.

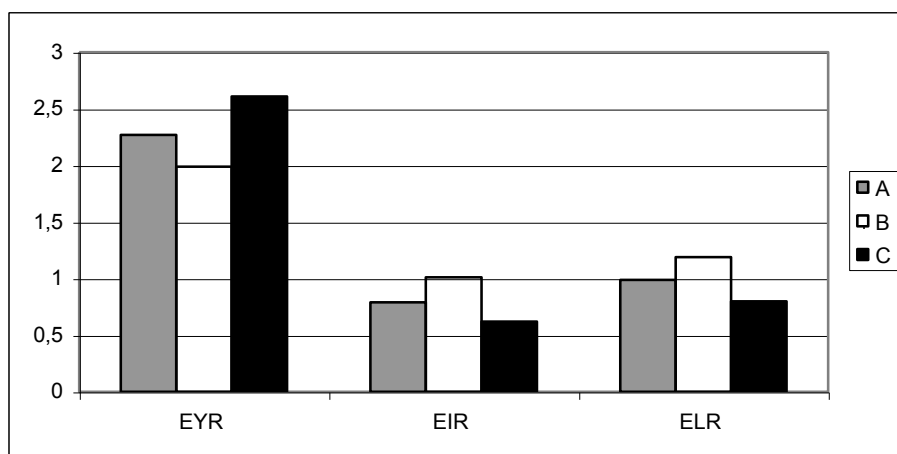


Figura 22: Índices energéticos EYR, EIR e ELR para os assentamentos A, B e C.

Para a taxa de rendimento energético (EYR), o assentamento A e C foram os que apresentaram os maiores índices (3,05 e 2,61) e B (1,99) sendo o menor.

O índice de rendimento de energia (EYR) avalia a dependência do sistema sobre os recursos da economia. Valores baixos de EYR significam que o sistema depende fortemente de recursos econômicos demonstrando assim, baixa sustentabilidade, porém contribui para o sistema produtor dos materiais de que depende.

Ortega et al. (2001) e Agostinho (2005) relatam que, para sistemas agrícolas, o valor da taxa de rendimento (EYR) normalmente variam de 1 a 4. Assim, os dados encontrados estão de acordo com esses autores. Em outros trabalhos, Francescato et al. (2008) e Ortega et al. (2005) destacam que sistemas ecológicos podem apresentar valores de 3,21 a 3,69.

Segundo Brown & Ulgiati (2002), as atividades com rendimento energético entre 1 e 2 produzem pequena energia líquida. Os sistemas com rendimento energético entre 2 e 5 contribuem em forma moderada ao crescimento da sociedade. Os processos de transformação com rendimento energético maior que cinco, são sistemas de produção que apresentam uma alta energia líquida e contribuem significativamente para o crescimento econômico.

No índice EIR, taxa de investimento energético, temos a dependência do sistema produtivo aos recursos da economia e da natureza. Os assentamentos A e C mostraram os menores índices (0,79 e 0,62), indicando que para cada unidade de energia renovável adicionado

ao não-renovável da natureza que é utilizada no sistema, são utilizados entre 0,79 a 0,62 unidades de energia não-renovável provinda da economia.

Como referência, citamos os sistemas naturais, que apresentam um EIR igual a zero. Assim desses sistemas de produção agropecuária que utilizam muitos recursos não-renováveis da economia, é urgente a adoção de métodos ecológicos para aumentar a habilidade com baixo investimento externo, objetivando alcançar os valores de EIR para agricultura ecológica brasileira que varia de 0,37 a 0,45 (ORTEGA et al., 2005; FRANCESCATTO et al., 2008).

Para o índice Carga Ambiental (ELR), que indica a pressão que um processo coloca nos ecossistemas, devido à importância da energia e dos materiais que não são nativos, obtivemos os valores de 0,99, 1,19 e 0,80, respectivamente para os assentamentos A, B e C.

Todos os sistemas de produção estudados apresentaram carga ambiental considerada pequena ( $ELR < 2$ ), variando de 0,8 a 1,19, como pode ser observado na Figura 22. Ressalta-se que quanto maior a carga ambiental menor é a sustentabilidade do sistema de produção, em longo prazo.

A carga ambiental de valor igual à zero ( $ELR = 0$ ) indica que não há uso de recursos não renováveis, então a energia renovável local (R) conduz o processo de transformação da energia pelos ecossistemas à sua maturidade plena. E, quanto maior a razão entre os recursos não renováveis e os recursos renováveis (ELR) maior é a distância entre os sistemas de produção antrópicos e os ecossistemas locais. Um valor alto de ELR indica um forte carga ambiental decorrente da utilização dos recursos não renováveis.

Segundo Brown e Ulgiati (2004), valores de ELR entre 2 e 10 indicam que o sistema produz cargas moderadas no meio ambiente ou dispõe de uma área de ecossistema local para diluir os impactos produzidos.

Quanto maior o uso de recursos não renováveis, externos (F) ou locais (N), maior o risco de escassez de recursos energéticos para as futuras gerações. Quanto maior o valor de ELR maior a diferença do modelo de desenvolvimento adotado em relação aos sistemas naturais (que poderiam ser desenvolvidos localmente).

A taxa de intercâmbio (EER) indica o benefício em energia para o comprador, uma vez que os sistemas agrícolas fornecem mais energia do que recebem na troca de produtos por dinheiro. Portanto, do ponto de vista do produtor, quanto mais baixa for a taxa de intercâmbio do sistema de produção, melhor é o seu desempenho econômico, onde  $EER=1$  indica igualdade na energia utilizada no produto e a recebida na venda destes.

Para os valores de EER encontrados neste trabalho ( $A=1,34$ ;  $B=1,84$  e  $C=9,06$ ). Este índice mostra quanto a mais o sistema gasta de energia para produzir seu produto final, em relação ao valor obtido pela venda dos mesmos.

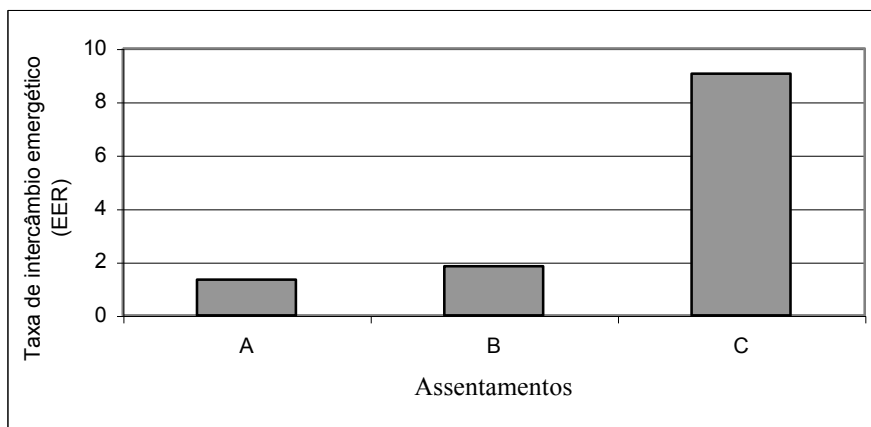


Figura 23: Representação gráfica do EER para os assentamentos.

O EER poderia ser utilizado para estimar o “preço de equilíbrio” do produto agrícola, como já fora discutido por Cuadra e Rydberg (2000, 2006). Assim, o preço de mercado atual do produto deveria ser multiplicado pelo seu respectivo EER para obter em sua venda, toda a energia utilizada para produzi-lo.

Para o valor de EER encontrado para o assentamento C, pode-se justificar pela sua baixa produtividade e valor agregado dos produtos vendidos.

Algumas práticas podem ser sugeridas com o objetivo de obter receita líquida positiva e melhorar o EER:

- a) Utilizar maior quantidade de recursos renováveis provindos da natureza;

b) Aumentar o preço de venda dos produtos.

A Figura 24 apresenta a distribuição de cada fluxo energético agregado dos sistemas estudados, ou seja, a importância que cada fluxo tem na composição dos índices energéticos.

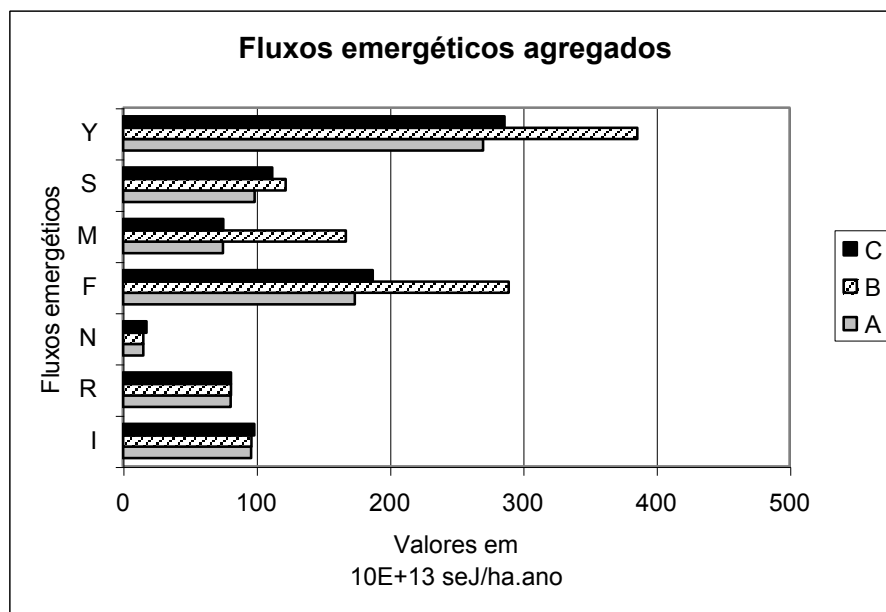


Figura 24: Representação gráfica dos fluxos energéticos agregados dos assentamentos.

Observa-se que o sistema B possui os maiores valores para os fluxos agregados: energia (Y), serviços (S), uso de materiais (M) e recursos da economia (F). Entretanto, temos o sistema A que apresenta os menores valores para os mesmos Fluxos.

Em relação ao sistema C, temos dois fluxos com maior dependência a serem destacados (Y), (S) e (M), isso faz com que sua sustentabilidade em curto prazo fique comprometida, uma vez que ainda não possui uma boa produtividade.

Em geral, ao analisar os três assentamentos evidenciou-se a necessidade da diminuição da perda de solo nos assentamentos, assim como a diminuição da aquisição de construções e equipamentos. É importante que haja uma manutenção dos recursos renováveis através de um manejo mais sustentável do solo para diminuir a erosão e diminuir ou até anular a utilização de fertilizantes e agro químicos. Isso aumentará a rentabilidade do sistema, pois poderá



agregar valor aos produtos, diminuindo gastos com recursos da economia e diminuindo os recursos não renováveis (perda de solo).

De acordo com Ulgiati, Bargigli e Raugeri (2007), seria possível utilizar de maneira mais eficiente os recursos disponíveis nos sistemas. A produção de mais de um produto, as retroalimentações internas de massa e energia e a preservação de vegetação natural são algumas técnicas importantes de gerenciamento ecológico que melhoram a sustentabilidade do sistema.

A apresentação dos resultados aos agricultores ocorreu de maneira simples para que eles compreendessem os principais fatores a serem modificados dentro dos assentamentos e quais as principais mudanças que poderiam ser adaptadas à realidade da região.

Um fato constatado junto aos agricultores foi a falta de acompanhamento técnico para que as mudanças possam ocorrer e que eles tenham acesso às informações e técnicas que os levariam a melhorar o funcionamento dos sistemas.

## 5.6 Área de Suporte

Neste trabalho, foi considerada a potencia energética renovável (R) de  $8,06E+15$  seJ/ha. ano, tomando como referência a energia da chuva, correspondente à precipitação anual média de 500 mm, para a região deste estudo. Esta precipitação representa a energia renovável de uma floresta de Caatinga.

O grau de impacto dos assentamentos obtido através o cálculo da área de suporte (SA) é apresentado na Tabela 21.

Tabela 21: Área de suporte para o balanço energético dos assentamentos.

Item	Unidade	Assentamentos		
		A	B	C
<b>Mn+Sn+N</b>	seJ/ha.ano	1,35E+16	1,27E+16	2,10E+16
<b>Potência energética</b>	seJ/ha.ano	8,06E+14	8,06E+14	8,06E+14
<b>Área assentamento</b>	Hectares	408	520	480
<b>Área de suporte</b>	Hectares	683	819	1250

Os valores obtidos com o cálculo da área de suporte mostram que o assentamento B precisa de maior área de suporte em relação aos assentamentos A e C, por tratar-se de um sistema de produção e comercialização que utiliza maior quantidade de recursos não renováveis em relação aos demais.

A estimativa da área de suporte é um indicativo do grau de impacto produzido pelos sistemas, porém de pouca utilidade prática. Segundo Agostinho (2009), se pensarmos que o sistema precisa de determinada área da região como área de suporte para sua energia não-renovável utilizada, precisaríamos contabilizar a necessidade de suporte da área da região, sendo necessárias infinitas áreas de suporte adicionais, quando a região de referência não for um sistema natural.

Vale ressaltar que a área de suporte calculada é apenas uma conversão da energia não renovável utilizada pelos sistemas de produção em área natural correspondente à “área de caatinga” equivalente, que tem a mesma quantidade de energia renovável, portanto, teoricamente capaz de balancear o uso de recursos não renováveis (AGOSTINHO, 2009). Na prática, a área de suporte não significa uma área caatinga de igual tamanho que forneceria todos os materiais e serviços que os sistemas de produção necessitam, em termos de recursos renováveis e sim uma área adicional da região para alcançar uma condição sustentável.

Agostinho (2009) estimou a área de suporte de diferentes atividades agrícolas, correspondente a 3,69 vezes a área de uma bacia hidrográfica, que teoricamente deveria estar ocupada com florestas naturais para equilíbrio da energia não renovável utilizada pelos sistemas de produção estudados.

Ainda, segundo Agostinho (2009), a área de suporte calculada depende do valor da potência energética renovável do ecossistema tomado como referência, que afeta o resultado; portanto, se a potência energética renovável tomada como referência for maior (ou menor), menor (ou maior) será o valor da área de suporte, pois não existem valores de referência fixados para a potência energética renovável de uma determinada região (BROWN & ULGIATI, 2001).

## **5.6 Considerações sobre um Modelo de Ecounidades**

O trabalho com assentamentos nos traz a idéia de poder trabalhá-los como células, levando o conceito de “ecounidades”, onde pequenos blocos possam se tornar unidades produtivas, auto-suficientes e conservadoras/restauradoras da flora e fauna nativa da região.

Para a proposição do modelo de ecounidades utilizou-se dos dados obtidos por meio das diversas metodologias empregadas neste trabalho, onde consolidamos informações quanto ao nível segurança alimentar, a avaliação ambiental e produtiva dos sistemas.

Desenvolver um trabalho envolvendo as comunidades de assentados, traz a idéia da formação redes de cooperação dentro das micro bacias em que estão inseridos, tanto pela condição de trabalho, envolvendo pequenos grupos, como pelo próprio fortalecimento da produção uma vez que este estará desenvolvendo e adequando atividades que conservem os recursos nativos da região.

A proposta de ecounidades traz um modelo de organização do sistema, como pode ser visto na Figura 25.

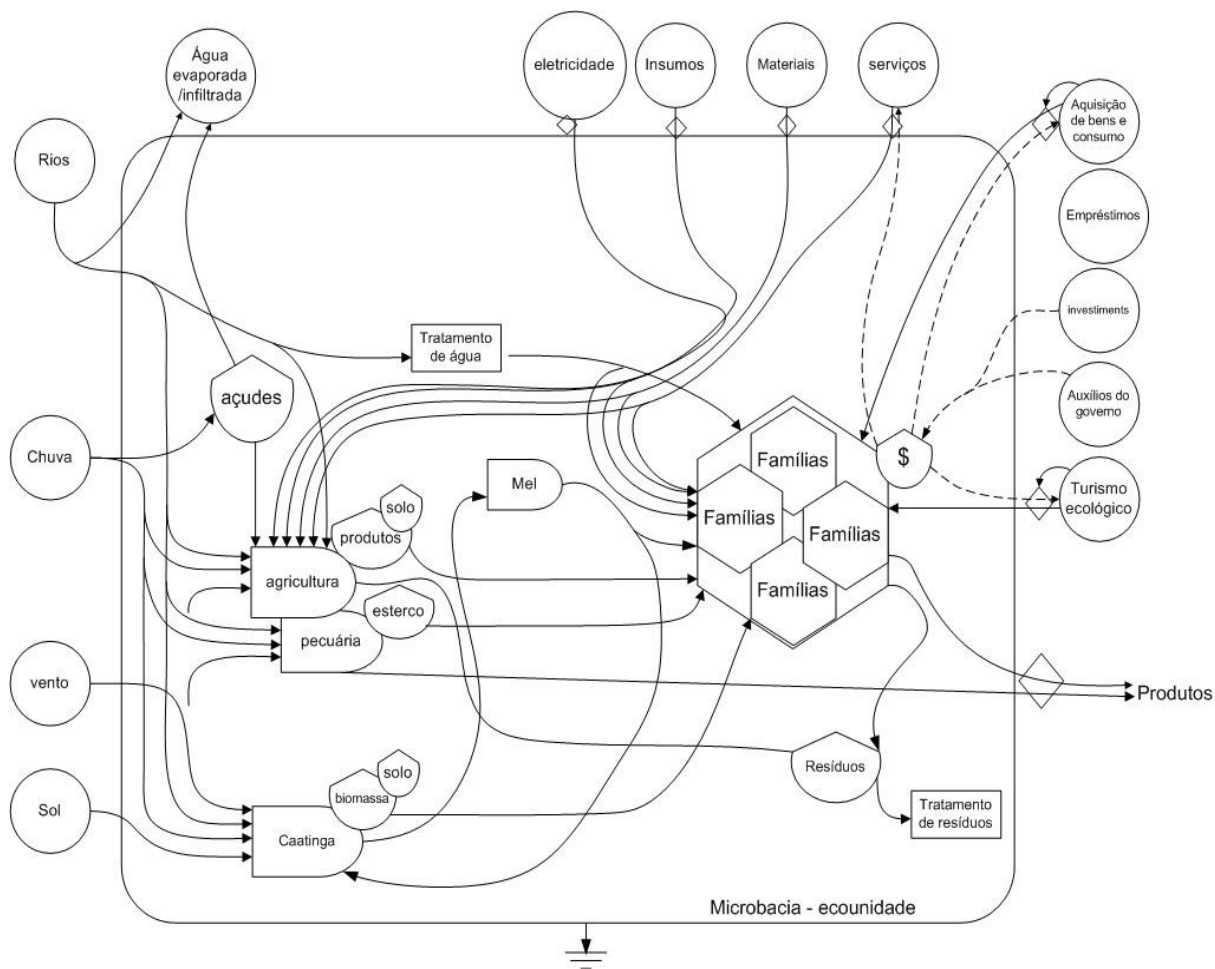


Figura 25: Diagrama sistêmico de ecounidades.

O diagrama (Figura 25) ilustra as possíveis relações existentes entre os assentamentos dentro da micro bacia para uma ecounidade, onde as famílias se organizariam em cooperativas ou associações de moradores, buscando assim uma melhor distribuição dos produtos produzidos dentro da comunidade e possibilitando assim melhores condições na obtenção de produtos fora da comunidade.

Podemos observar que as áreas de produção não se encontram dentro dos lotes das famílias, mas estão dispostas em áreas comuns aos assentados, onde assim as divisões do trabalho e da produção podem ser divididas entre todas as famílias, buscando-se uma maior diversificação de produtos, visando depender cada vez menos de produtos fora da comunidade.

Um fator de grande importância para a produção agrícola é o solo que se constitui em elemento de fundamental importância para a produção agrícola, todo o processo produtivo inicia-se a partir da adequação das culturas ao solo que irá promover seu desenvolvimento. Por tudo isso o setor agrícola tem que despertar para as questões ambientais e assim alcançar um melhor desempenho na produção e conseqüente produtividade, uma vez que adequando as culturas especificamente ao tipo de solo disponível. Para que o solo se mantenha em boas condições é necessário o uso de práticas corretas de manejo. Os adubos orgânicos são os de uso mais antigos e conferem aos solos que recebem, benefícios nas características físicas, químicas e biológicas. Para o controle de pragas podem ser utilizadas práticas biológicas, como inimigos naturais para combatê-las.

Existem algumas práticas conservacionistas que auxiliam diretamente na proteção do solo. As mais utilizadas são: rotação de cultura que consiste em alternar, anualmente, espécies vegetais, numa mesma área agrícola, consórcio que se caracteriza por ser uma prática de plantio simultâneo de algumas culturas e geralmente é realizada por pequenos produtores que tem seu plantio voltado para agricultura de subsistência e contam com pouco ou quase nenhum capital e mão-de-obra, com o predomínio para a utilização de gramíneas (milho) e leguminosas (feijão), culturas de sequeiro, características da região Nordeste. E há ainda o pousio que tem por finalidade promover um descanso da área alternando exploração, ano sim ano não, para que o solo repouse e assim evite o seu exaurimento, promovendo a recuperação da área.

A produção de mel nos assentamentos tem merecido um destaque, uma vez que não só tem aumentado a renda, por meio da comercialização, como também torna os assentados mais conscientes da importância da conservação das reservas ambientais dos assentamentos e da necessidade de reflorestar áreas degradadas, já que a produção do mel depende das flores.

Nos assentamentos estudados neste trabalho, a produção agrícola destina-se basicamente à subsistência e a uma pequena comercialização do excedente. Transformar essa situação significa dar condições mínimas e oferecer oportunidades concretas para que os assentados possam ter rentabilidade e competitividade para atingir objetivos concretos como a melhoria da qualidade dos produtos colhidos e reduzir ao mínimo os custos unitários de produção, com uma perspectiva multidimensional que envolva a esfera econômica e social, em

que a elevação da renda deve estar intimamente ligada às condições de vida, e incluam além de uma estrutura domiciliar favorável, aspectos outros como acesso à educação e saúde. Informação e capacitação devem vir antes de qualquer atividade produtiva.

Numa ecounidade, cada comunidade comporia uma unidade de produção de dimensões mínimas, necessária à existência e progresso de uma família rural média (cinco pessoas). Assim, o módulo de subsistência utilizaria relativamente poucos recursos fundiários, pouco trabalho familiar e ainda assim poderia abastecer integralmente as necessidades de consumo alimentar do grupo doméstico.

A produção de alimentos para as famílias ocuparia áreas com o cultivo de feijão, milho, mandioca, a criação de galináceos, suínos, caprinos, horta e pomar entre outros gêneros alimentícios. Utilizaria a mão-de-obra familiar. O auto-abastecimento alimentar seria assim bem distribuído. A produção de subsistência teria um funcionamento paralelo, associado ou não, a unidades de comercialização, sendo este último responsável pela obtenção de uma renda monetária indispensável aos agricultores familiares.

Aliando-se à segurança alimentar, técnicas de produção de alimentos poderiam ser substituídas às convencionais, visando a substituição de alimentos de subsistência e fontes de renda provenientes de processos agrícolas que provoquem aumento dos desmatamentos, sugerem-se atividades alternativas de produção de proteínas de baixo custo através da piscicultura e criação de animais de pequeno porte, além de plantio de fruteiras com espécies tropicais. O excedente poderia ser comercializado aumentando significativamente o nível de renda, que poderia ter valores agregados através de pequenas agroindústrias familiares. Isso permitiria um aumento na variedade de alimentos produzidos/consumidos pelos assentados, como também agregaria valor nos produtos beneficiados-comercializados.

Um outro fator que pode se tornar um grande potencial para os assentados é a prática do turismo rural. O ramo do Turismo ecológico e altamente conservador da integridade dos ecossistemas além de importante fator de educação ambiental. Boas partes das áreas junto aos assentamentos rurais possuem atrativos naturais que permitem com um bom planejamento, a exploração de seu potencial turístico ecológico, gerando uma alternativa econômica adicional para estas populações. Projetos de pesca esportiva fotográfica, trilhas ecológicas e outras

alternativas podem ser amplamente desenvolvidas com pequenos recursos oficiais e aproveitamento da mão-de-obra local não envolvida diretamente em atividades agrícolas, permitindo que a mão-de-obra familiar seja melhor aproveitada (mulheres e jovens).

Em termos de sustentabilidade seguimos com a discussão dos indicadores emergéticos. Somente processos com alto percentual de renovabilidade são sustentáveis, em longo prazo, uma vez que ela indica o grau de sustentabilidade dos sistemas produtivos.

A carência de combustíveis fósseis será um grande problema a ser enfrentado nas próximas décadas, pois esse recurso não renovável é a base da maioria dos sistemas de produção atuais. Dessa forma, sistemas com baixo percentual do índice de renovabilidade acarretarão em sérios problemas futuros. A diversificação na produção dos sistemas agroecológicos, a reciclagem interna de nutrientes, a cobertura vegetal favorecendo a produção de água, conservação do solo e controle de pragas, leva a uma diminuição de recursos vindos da economia, contribuindo fortemente para o aumento da renovabilidade do sistema.

Os valores para EYR deveriam ser os maiores possíveis, pois reflete a habilidade do processo em se apropriar dos recursos locais (renováveis e não renováveis) em resposta ao investimento de recursos econômicos, apontando o potencial de contribuição do sistema natural para o crescimento do sistema econômico. O menor valor possível da EYR é igual a um (1). Os sistemas de produção com  $EYR=1$  são processos de transformação que não produzem energia líquida capaz de gerar crescimento do sistema consumidor. Segundo Ortega (2004), valores da taxa de rendimento (EYR) para produtos agrícolas variam de 1 a 4. O menor valor corresponde à unidade, que acontece quando a contribuição da natureza é nula. Esse índice mede a contribuição do ambiente (geralmente gratuita) para a produção.

Quanto menor o EIR, maior será a capacidade competitiva do sistema, sendo que ele avalia a proporção de uso dos recursos econômicos em relação às contribuições ambientais gratuitas (vindas da natureza), podendo ser interpretado como um índice de competitividade.

Quanto maior a razão entre os recursos não renováveis e os recursos renováveis (ELR) maior é a distância entre os sistemas de produção antrópicos e os ecossistemas locais. Um valor alto de ELR indica um forte impacto ambiental (negativo) decorrente da utilização dos

recursos não renováveis.

Do ponto de vista do agricultor, quando mais próximo EER de 1 melhores são condições emergéticas das relações de troca. Para os sistemas melhorarem seu desempenho nesse índice, eles deveriam utilizar a energia de maneira mais eficiente (diminuir a perda de solo e recursos da economia) e agregar valor aos seus produtos por meio do beneficiamento e formas de comercialização direta ao consumidor.

Várias pesquisas são realizadas no intuito de otimizar e melhorar o desenvolvimento do setor rural, bem como elevar a produtividade, qualidade e diminuir cada vez mais os custos de produção. Porém, para os pequenos produtores, que trabalham praticamente com a mão-de-obra familiar, não dispõe de recursos financeiros, naturais ou humanos, esta realidade inviabiliza em muitas vezes um empreendimento almejado (CUNHA et al., 2008).

É com base em soluções simples para processos complexos que Rodrigues (2008) conceitua a prática do aprendizado do desenvolvimento pelo conhecimento de costumes e tradições em cada ambiente, aliando o que de mais prático e simplificado possa existir para minimizar desperdícios e criar oportunidades produtivas com baixo custo e passou a chamar estas práticas de conhecimento de: desenvolvimento holístico e sistêmico ambiental.

Esses conhecimentos só poderão ser aprimorados através de atividades de capacitação com a intervenção do Estado, ou seja, da articulação da Associação do Assentamento com o Sindicato de Trabalhadores Rurais, o Município e as instituições envolvidas com processo de implantação do assentamento de tal forma que o conjunto de esforços envolvessem todos os aspectos que norteia a sustentabilidade.

Esta integração é indispensável para transformá-lo em área que proporcione uma maior produção de alimentos, uma complementação da renda familiar através do aproveitamento dos recursos naturais, a aquisição de equipamentos agrícolas que garantam maior agilidade no preparo das áreas de plantio, equipamentos de beneficiamento, secagem e armazenamento dos produtos, visando um maior aproveitamento da área existente e conseqüentemente a melhoria da qualidade de vida.

Para assegurar condições dignas de vida, o assentamento precisa ser sustentável do



ponto de vista econômico e ambiental e, para que isso aconteça, implica, na prática, mudanças de comportamento no plano pessoal, e no cuidado do meio ambiente (CUNHA et al., 2008).

Para alguns autores, a sustentabilidade econômica para ter sucesso depende diretamente de conhecimento básico, ou até profundo, sobre determinada atividade, que envolva a esfera ecológica e política ao mesmo tempo com o aproveitamento dos vegetais, animais e outros recursos naturais existentes que dependem da consciência dos assentados, no sentido de preservar e conservar pastagens, recursos naturais existentes na reserva legal, dando um maior isolamento para os animais silvestres da região (RODRIGUES, 2008; CUNHA et al., 2008).

Sachs (2001) ressalta que os agricultores familiares podem ser os protagonistas da transição à economia sustentável, já que, ao mesmo tempo em que são produtores de alimentos e outros produtos agrícolas, eles desempenham a função de guardiões da paisagem e conservadores da biodiversidade.

O modelo de ecounidades frente à problemática do bioma caatinga, que é considerado um dos mais ameaçados no país, porém não só a questão do baixo número de Unidades de Conservação, mas também a qualidade do seu manejo, são questões críticas a serem consideradas. A maioria das Unidades de Conservação existentes na Caatinga enfrenta vários problemas, incluindo a falta de recursos humanos, a falta de recursos financeiros e a situação fundiária não resolvida. Estas questões e outras colocam em questão a efetividade e viabilidade em longo prazo da conservação da biodiversidade destas áreas.

A Figura 28 mostra as áreas mais degradadas do bioma caatinga. É importante salientar que por toda a área de caatinga existem assentamentos distribuídos e que a identificação e caracterização dos mesmos em relação ao seu grau de impacto pode gerar esforços diretamente aplicados às áreas mais críticas.

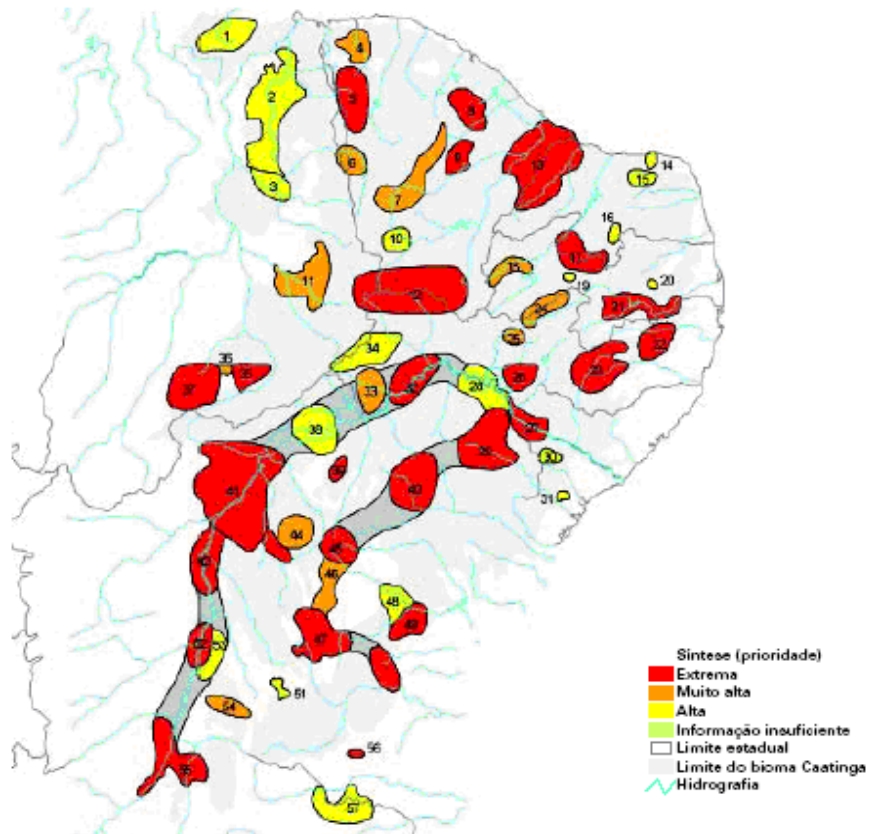


Figura 28: Áreas Prioritárias para a Conservação da Caatinga.

Fonte: CNA: <http://www.cna.org.br/site/noticia.php?n=6810>

Diante dessa realidade, faz-se necessário conhecermos a distribuição dos assentamentos nessas regiões e compreendermos a diversidade dos mesmos visando à soberania e segurança alimentar, baseado no desenvolvimento sustentável e na interação homem-natureza.

Finalmente, a ampla questão que se levantou na elaboração desta idéia de trabalhar as comunidades de agricultura familiar se apóia na assertiva de que o tradicional modelo de desenvolvimento realizado em instância separadas não deve ser praticado. O processo de desenvolvimento para a região deverá ser pensado de forma ampla, integrando as dimensões do desenvolvimento sustentável e proporcionando a melhoria da qualidade de vida das populações locais.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

Com toda a dificuldade para trabalhar com a uma realidade complexa dos assentados e as questões que são constantemente levantadas, considera-se que este trabalho contribuiu para obtermos algumas respostas e apontar algumas lacunas que ainda precisam ser preenchidas;

Os assentamentos são vistos pelos próprios assentados como realidades ainda muito precárias. No entanto, enquanto espaços sociais que compõe as redes sociais, de solidariedade e apoio mútuo, criam condições para que se transcenda os problemas físicos/geográficos/econômicos;

A condição de segurança alimentar é fundamental para a fixação dos agricultores no campo, pois garante um item básico da cidadania e elimina uma preocupação fundamental de suas vidas: a alimentação da família. O autoconsumo, portanto, aparece como uma importante atividade para reduzir a dependência que as famílias têm em relação ao mercado, ou seja, diminuir a necessidade de gastar seu dinheiro para a aquisição de alimentos, principalmente nas famílias rurais. Compreender os porquês dos assentados estarem ou não produzindo para o seu autoconsumo, possibilita avaliar as políticas públicas voltadas para suas demandas, principalmente aquelas que buscam a sua reprodução enquanto um setor importante da agricultura familiar;

Nos espaços onde os assentados se encontram é que podemos ter a construção de uma nova realidade, baseada no saber regional, que muitas vezes tem sido recuperado através da utilização de técnicas e valores que se manifestam no trabalho na terra, pautado por uma relação mais harmoniosa com a natureza, na diversidade de cultivos, bem como no plantio de culturas adaptadas à região. A deficiência de programas direcionados à capacitação dos agricultores assentados dificulta a mudança de práticas que levariam a uma condição sustentável e produtiva;

O uso correto dos recursos naturais, respeitando os diversos elementos do meio ambiente e a sua preservação que vai ser assegurada a sustentabilidade ambiental do assentamento, diminuindo o risco e a vulnerabilidade ambiental.

## 7. CONCLUSÕES

---

- a) Ferramentas como a avaliação emergética e os Sistemas de Informações Geográficas podem ser considerados um instrumento fundamental para subsidiar ações que visem melhorar o planejamento do setor primário da economia, pois orienta, de forma eficiente, a ocupação e uso das terras, permitindo uma convivência mais harmônica do homem com a natureza, levando em conta a sustentabilidade ambiental, econômica;
- b) Os dados obtidos por meio dos Sistemas de Informações Geográficas permitiram avaliar e caracterizar as micro bacias em que estão situados os assentamentos, indicando que o potencial de perda de solo é um fator muito grave para a região, principalmente pelas áreas descobertas de vegetação. Foram encontradas área com alto potencial de perda de solo variando de 78,11% a 21,87%;
- c) A segurança alimentar é fundamental para a fixação dos agricultores no campo, pois garante um item básico da cidadania e elimina uma preocupação fundamental de suas vidas: a alimentação da família. Neste trabalho encontramos o seguinte perfil para os assentados: AS variando de 9,2% a 0%; IL variando de 26,1% a 7,7%; IM variando de 12,3% a 0% e a IG variando de 4,6% a 0%;
- d) Os índices emergéticos apontam para uma sustentabilidade moderada com a renovabilidade (%R variando de 45,65% a 55,57%); baixa carga ambiental (ELR variando de 0,80 a 1,19) e um rendimento baixo (EYR variando de 1,89 a 2,61);
- e) A maior eficiência da transformação da energia na cadeia produtiva que os assentamentos estão inseridos poderia, potencialmente, ser alcançada por meio de técnicas agropecuárias adequadas às características da região e com o aumento da comercialização de seus produtos; porém, evitando o aumento proporcional do uso de recursos econômicos não renováveis.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

AGOSTINHO, F. D. R. **Uso da análise emergética e sistemas de informação geográfica no estudo de pequenas propriedades agrícolas**. 226f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas. 2005.

AGOSTINHO, F. D. R.; CAVALLET, O.; ORTEGA, E. Forest area calculation to mitigate the environmental impact of a graphical industry, comparison between emergy and energy analysis. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, p. 1535-1539, 2007.

AGOSTINHO, F. et al. E. The use of emergy assessment and the geographical information system in the diagnosis of small family farms in Brazil. **Ecological Modelling**, Vaerloese, v. 210, n.1-2, p. 37-57, jan. 2008.

AGOSTINHO, F. D. R.. **Estudo da sustentabilidade dos sistemas de produção agropecuários da bacia hidrográfica dos rios Mogi-Guaçu e Pardo através da análise emergética**. 204p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas: UNICAMP, 2009.

AGUIAR, M. I. et al. Perdas de solo, água e nutrientes em sistemas agro florestais no município de Sobral, CE. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 3, p. 270-278, 2006.

ALTIERI, M. A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.74, n.1, p. 19–31, 1999.

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

ALTIERI, M. Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture. **Frontiers in Ecology and the Environment**. n.2, p. 35-42, 2004.

ANDRADE, Tânia, Reforma Agrária, Segurança Alimentar e Desenvolvimento Rural, , In: Takagi Maya; Graziano da Silva, Belik, José W. (orgs) **Combate à Fome e à Pobreza Rural**. São Paulo: Instituto da Cidadania, p. 199-218, 2002.

ANDRADE, F.V. et al. Dinâmica das Formas de Fósforo em Solo sob Agricultura Biodinâmica. In: OLIVEIRA, T. S. de. (coord.) **Solo e Água: aspectos de uso e manejo com ênfase no semi-árido nordestino**. Fortaleza: Departamento de Ciências do Solo, UFC, p.58-75, 2004.

AQUINO, D. do N.; LOPES, F. B.; SANTOS, A T dos; ANDRADE, E. M. de A. A aplicação da USLE e SIG na estimativa da perda de solos em uma micro bacia hidrográfica do semi-árido do estado do ceará. **Anais XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**. Bonito – MS. 30 de julho a 02 de agosto de 2007.

ARAÚJO FILHO, J.A.; BARBOSA, T.M.L. Manejo agroflorestal de Caatinga: uma proposta de sistema de produção. In: OLIVEIRA, T.S.; ASSIS JUNIOR, R.N.; ROMERO, R.E.; SILVA, J.R.C. **Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido**. Fortaleza: UFC, p. 47-57, 2000.

ARAÚJO FILHO, J. A. Histórico do uso dos solos da caatinga. In: ARAUJO, Q. R. (org.) **500 anos de uso do solo no Brasil**. Ilhéus: Editus, p. 329-337, 2002.

ARAÚJO FILHO, J. A.; CARVALHO, F. C. Sistemas de produção agrossilvipastoril para o semi-árido nordestino. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEITO, J. C. (Org.). **Sistemas agro florestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e sub tropicais**. 1 ed., Brasília: FAO, p.101-110, 2001.

ASA. Articulação no Semi-Árido. Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br>, Acesso em 19 de dezembro de 2006.

ASSAD, E & SANO, E. **Sistema de Informações Geográficas: aplicação na agricultura Planaltina**, EMBRAPA, CPAC, 1993. 274p.

BAILEY, R. G. Ecoregions of the United States. Ogden, Utah, EUA: USDA. **Forest Service, Intermountain Region**, 1:7.500.000, colorido, 1976.

\_\_\_\_\_. **Description of the Ecoregions of the United States**, 2 edition. Misc. Publ. 1391. Washington, D. C.; USDA Forest Service, 108 p. and map 1:7.500.000, 1995.

\_\_\_\_\_. **Ecoregions: the ecosystem geography of the oceans and continents**. Springer-Verlag: New York, 1998. 176pp.

BASTIANONI, S., et al. The solar transformity of oil and petroleum natural gas. **Ecological**

**Modelling**, n. 186, v. 212-220. 2005.

BERGAMASCO, Sonia M.P.P. Assentamentos Rurais: Reorganização do Espaço Produtivo e Processos de Socialização. In: MEDEIROS, L. et al. Assentamentos Rurais: Uma Visão Multidisciplinar. São Paulo: EDUNESP, p.225-235, 1994.

\_\_\_\_\_ ; FIGUEIREDO, N. M. S.; PINTO, L., OLIVEIRA, R. Assentamentos Rurais e distribuição de terras. In: **Congresso Mundial de Sociologia Rural** - CD-ROM, 10, 2000.

BERTALANFFY, L. V. **General System Theory**. Tradução de Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes, 1973. 351p.

BICKEL, G.; NORD, M.; PRICE, C.; HAMILTON, W.; COOK, J. **Measuring food security in the United States: guide to measuring household food security**. U. S. Department of Agriculture, Food and Nutrition Service, Alexandria, 2000.

BRANDT-WILLIAMS, S. L. Handbook of Emergy Evaluation: A Compendium of Data for Emergy Computation Issued in a Series of Folios. 2002. Folio no4 - 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 25 jun. 2008.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, Agenda 21 Brasileira: Agricultura Sustentável, 1999. Disponível em: <http://www.fea.unicamp.br/docentes/ortega/curso/docfinal.rtf> Acesso em 03 de maio de 2006.

BREMAN, H. & KESSLER, J.J. The potential benefits of agroforestry in the Sahel and other semi – arid regions. **European Journal of Agronomy**, 7: 25-33, 1997.

BROWN, M.T. & ULGIATI, S. Emergy measures of carrying capacity to evaluate economic investment. **Population and Environment**, v. 22, p. 471-501, 2001.

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

BRUNACCI, A & PHILIPPI Jr, A. Dimensão humana do desenvolvimento sustentável, In: **Educação ambiental e sustentabilidade**. Editora USP, São Paulo, 2005.

BUAINAIN A. M., ROMEIRO, A. R., GUANZIROLI, C. Agricultura Familiar e o Novo Mundo Rural. **Sociologias**, Porto Alegre, ano 5, nº 10, jul/dez 2003, p. 312-347.

CALIJURI, M. L. & RÖHM, S. A. **Sistema de informações geográficas**. Viçosa, UFV, 1994. 34p.

CÂMARA, G. & MEDEIROS, J. S. **Geoprocessamento para projetos ambientais**. São José dos Campos, 1996. 370p.

CAPORAL, F. R. & COSTABEBER, J. A **Agroecologia e extensão rural: contribuições para a promoção do desenvolvimento rural sustentável**. Brasília, DF: MDA/SAF/DATER, p.25, 2007.

CASTELLINI, C.; et al. Sustainability of poultry production using the emergy approach, comparison of conventional and organic rearing systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, n. 114, p. 343-350, 2006.

CAVALCANTE, S. de P. P. & TEIXEIRA, A. dos S. apud Alonso, 1994. Avaliação espacial da erosão através do uso de SIG - Sistemas de Informações Geográficas. **Rev. Tecnol., Fortaleza**, v. 26, n. 2, p. 186-195, dez. 2005.

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.

CHAIR, L. Z. **Soil erosion modeling using the revised universal soil loss equation (RUSLE) in a drainage basin in eastern Mexico**, 2005. Disponível no sitio: <[http://www.utexas.edu/depts/grg/hudson/grg360g/EGIS/labs\\_04/Lab9/lab9\\_soil\\_erosion\\_05.htm](http://www.utexas.edu/depts/grg/hudson/grg360g/EGIS/labs_04/Lab9/lab9_soil_erosion_05.htm)>. Acesso em 02 dez 2006.

CHAYANOV, A. **The Theory of Peasant Economy**. Homewood, Richard Irwin, 1966. apud ABRAMOVAY, Ricardo. Paradigmas do capitalismo agrário em questão. São Paulo: HUCITEC/ANPOCS/UNICAMP, 1992. CMMAD. **Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo: Nuestro futuro común**. Madrid: Alianza editorial, p. 58, 1992.

COELHO, O., ORTEGA, E., COMAR, V. 2003. Balanço de Emergia do Brasil (Dados de 1996,



1989 e 1981). In: **Engenharia Ecológica e Agricultura Sustentável**. Organizador: Ortega, E. Disponível em: <http://www.fea.unicamp.br/docentes/ortega/livro/index.htm> Acesso em: 15/07/2004.

COGERH. Companhia de Gestão de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.cogerh.com.br>. Acesso em 19 de dezembro de 2006.

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.

\_\_\_\_\_. 2000. Emergy Evaluation of Organic and Conventional Horticultural production in Botucatu, SP. **Proceedings of the first biennial emergy analysis research conference**, Gainesville, Florida, September, 1999. Brown, M. T. (ed.). The Center for Environmental policy, P. O. Box 116450, University of Florida, Gainesville, FL 32611-6450. p 181-195

CONSEA. Princípios e Diretrizes de uma Política de Segurança Alimentar e Nutricional, Textos de Referência da II Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, Brasília, 2004.

COSTA, R.C.; ARAÚJO, F.S. & LIMA-VERDE, L.W.. Flora and life form spectrum in an area of a thorn deciduous woodland (caatinga) of Northeastern, Brazil. **Journal of Arid Environments** 68: 237-247. 2007 a.

COSTA, C. A. G. et al. Uso do SRTM para delimitação automática e caracterização fisiográfica de uma meso-bacia hidrográfica. **Anais XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – Bonito – MS 30 de julho a 02 de agosto de 2007b**.

CUADRA, M., RYDBERG, T. Emergy evaluation of the environment and economy of Nicarágua. In: **Proceedings of 1st Biennial Emergy Conference, Emergy Synthesis 1**, Theory and applications of the emergy methodology. Center for Environmental Policy, Department of Environmental Engineering Sciences, University of Florida, Gainesville, FL, 2000.

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

CUNHA, L. M. V. et al. PROJETO MANDALLA – Sustentabilidade da Agricultura Familiar. **IX**

**Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**, Salvador, Ba, 2008.

CUVILLIER, S. **Análise de metodologias de avaliação da sustentabilidade de sistemas agrícolas**. 176p Dissertação (Mestrado) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro: UFRJ, 2006.

DAILY, G. C.; EHRLICH, P.R. Population, sustainability and earth's carrying capacity: a framework of estimating population size and lifestyles that could be sustained without undermining future generations. **BioScience**, v. 42, p. 761-71, 1992.

DINERSTEIN, E., et al. **A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin america and the Caribbean**. Washington: WWF; The World Bank, 1995, 129p.

DOMBEK, L. A. **Autoconsumo e segurança alimentar em assentamentos rurais do Pontal do Paranapanema**. 106p. Dissertação. (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola, 2006.

EMBRAPA. **Subsídios para o desenvolvimento da agricultura familiar em um contexto de pesquisa e desenvolvimento**, Brasília: PRODETAB: Brasília, 1998.

ERBERT, M. O. **Uso da Análise Discriminante Regularizada (RDA) no Reconhecimento de Padrões em Imagens Digitais Hiperespectral de Sensoriamento Remoto**. 118 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. Disponível em: <<http://www.inf.ufrgs.br/~silvia/ipg/IntroSensRemoto.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2006.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável – Origens e Perspectivas de um Novo Paradigma**. Ed. Livros da Terra. São Paulo. 1996.

FAGNANI, M. A. **A Questão Ecológica na Formação do Engenheiro Agrícola**. 184Pp. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação- UNICAMP. 1997.

FALCÃO SOBRINHO, J & FALCÃO, C.L.C. **Semi-Árido: diversidades, fragilidades e potencialidades**. Sobral: Sobral Gráfica, p. 49-70, 2006.

FERNANDES, A. **Fitogeografia brasileira**. 2. ed. Fortaleza: Multigraf, 2000. 341 p.

FERNANDÉZ, X. S. & GARCIA, D. D. **Desenvolvimento rural sustentável: uma perspectiva**

agroecológica. **Agro. e desenvolv. Rural sustnt.**, v. 2, p.17-26, 2001.

FERRAZ, J. M. G. **Reflexões sobre políticas de reforma agrária e Sustentabilidade (ecodesenvolvimento)**. 2003. Disponível em: <http://www.fea.unicamp.br/docentes/ortega/livro/C-18-RefAgr-Gusman.pdf>. Acesso em 15/07/2007.

FONTANA, D.C. et al. Previsão da safra de soja no Brasil: 1999/2000. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, e Reunião Latino-Americana de Agrometeorologia, Fortaleza, 2001. **Anais. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia**, p.585-586, 2001.

FRANCESCATTO, G. et al. E. Emergy and economic diagnosis of apple (*Malus domestica*) production system in south of Brazil. In: **Proceedings of 5th Biennial Emergy Conference**, Emergy Synthesis 5, Theory and applications of the emergy methodology. Center for Environmental Policy, Department of Environmental Engineering Sciences, University of Florida, Gainesville, FL., 2008.

FRANCO, F.S. et al. Quantificação da erosão em sistemas agro florestais e convencionais na zona da mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, 26: 751-760, 2002.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS - FUNCEME. <http://www.funceme.br/DEPAM/chuvas/chuvas.php>. Acessado em 16/05/2007.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Tradução Ed. UFRGS. 2.ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2001. 653p. (Série Estudos Rurais). Título original: Agroecology: ecological processes in sustainable agricultur.

GLIESSMAM, S. R., Agroecologia y agro ecossistemas. **Cênc. & Ambiente**, v.1, p.107-120, 2003.

GLIESSMAN, S.R.; et al. **Agroecología: promoviendo una transición hacia la sustentabilidad Ecosistemas**, v.1 n.16. Enero 2007.

GUANZIROLI, Carlos H.; Principais indicadores sócio-econômicos dos assentamentos de reforma agrária., p.13-68 In: ROMEIRO, A., GUANZIROLI, Carlos.; PALMEIRA, Moacir.; LEITE, Sérgio (org); **Reforma agrária: Produção, Emprego e Renda, o relatório da FAO em**

**debate**. Rio de Janeiro: VOZES/IBASE/FAO, 1994.

GRAZIANO DA SILVA, J. O. **Novo Rural Brasileiro**. (Coleção Pesquisas 1), Campinas, SP: Instituto de Economia/Unicamp, 1999.

GUANZIROLI, C. et al. **Agricultura Familiar e Reforma Agrária no Século XXI**. Rio de Janeiro: Garamond, 2001.

HABERKORN, T. H. **Uso combinado de sistemas de informação geográfica e análise emergética no planejamento de bacias hidrográficas**. In: ORTEGA, E.; Engenharia Ecológica e Agricultura Sustentável. Campinas, SP, 2003. Disponível em: <<http://fea.unicamp.br/docentes/ortega/livro/index.htm>>. Acesso em 22 de outubro de 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE traça Segurança Alimentar. Perfil inédito sobre Segurança Alimentar no Brasil. [http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=600](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=600). Acesso em 23/11/2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992. 92 p. (Série manuais técnicos em geociências,1).

INCRA - INSTITUTO NACIONAL DE REFORMA AGRÁRIA. **Novo retrato da agricultura familiar no Brasil - O Brasil redescoberto**. Brasília: INCRA/FAO, 2000. 74p.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/index>. Acessado em 16/005/2007.

LACERDA, M.A.D. de. & LACERDA, R.D. de. Planos de combate a desertificação no nordeste brasileiro. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, n.4, 2004.

LAMARCHE, H. (Coord.). **A agricultura familiar: comparação internacional**. Tomo I. Trad. TIJIWA, Angela Maria Naoko. Campinas: Ed. Da UNICAMP, 1993.

LEÃO, R. A. O. et al. Delimitação e caracterização automática de uma micro-bacia hidrográfica da Fazenda Experimental Vale do Curu. Pentecoste-CE1. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 35, n.1, p. 26-35, Jan.-Jun. 2004.

LEFF, E. Agroecologia e saber ambiental. **Agroec. e Desenvolvim. Rur. Sustent.**, 3:36-51.2002.

LEITE, S. et al. **Impactos dos assentamentos rurais: um estudo sobre o meio rural brasileiro**. São Paulo. Ed UNESP, 2004. 392p.

LINHARES, R. A. **Questão Agroecológica no Brasil – Análise Histórica e Perspectivas**. Tese (Doutorado). Instituto de educação –Unicamp, Campinas, SP, 2002.

LOMBARDI NETO, F. & MOLDENHAUER, W.C. **Equação de erosividade da chuva do município de Campinas**. Campinas, SP: Instituto Agrônômico de Campinas, 1992.

MAIA, S. M. F. et al. Impactos de sistemas agro florestais e convencional sobre a qualidade do solo no semi-árido cearense. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 837-848, set./out. 2006.

MAIA, S. M. F. et al. Organic carbon pools in a Luvisol under agroforestry and conventional farming systems in the semi-arid region of Ceará, Brazil. *Agroforestry Systems*, v. 71, n. 2, p. 127-138, out. 2007.

MAIA, S. M. F. et al. Frações de nitrogênio em Luvisolo sob sistemas agro florestais e convencional no semi-árido cearense. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 381-392, jan./fev. 2008.

MALUF, R S & REIS, M. C. Módulo 2: **Manifestação de Insegurança Alimentar**, Roteiro de Aula, Curso Conceitos e Princípios em Segurança Alimentar, promovido pela REDECAPA, 2005, (digitado, material de curso).

MANGABEIRA, J. A. de C.; **Tipificação de produtores rurais apoiada em imagens de alta resolução espacial, geoprocessamento e estatística multivariada: uma proposta metodológica**. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Agrícola – UNICAMP - SP. 2002.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUARIA E ABASTECIMENTO. **O desafio da agricultura familiar**. [PORTUGAL, A. D]. Brasília: EMBRAPA, 2004. 1p. (Acesso: <http://www.agricultura.gov.br> . em 10.01.2009).

MARÍN-LEÓN, L. et al. A percepção de insegurança alimentar em famílias com idosos em Campinas, São Paulo, Brasil. **Cad Saúde Pública**. v.5, n. 21,p. 1433-40. 2005

MARTINS, R. P.; LEWINSHN, T. M.; DINIZ-FILHO, J. A. F.; COUTINHO, F. A.; FONSECA,

G. A. B.; DRUMOND, M. A. Rumos para a formação de ecólogos no Brasil. **Revista Brasileira da Pós Graduação**, Brasília, v. 4, n. 7, p. 25-41, jul. 2007.

MENDES, C. A. B. & CIRILO, J. A. **Geoprocessamento em Recursos Hídricos: Princípios, Integração e Aplicação**. Porto Alegre: ABRH, cap. 2. p. 57-111, 2001.

MENDONÇA, I. F. C.; LOMBARDI NETO, F.; VIÉGAS, R. A. Classificação da capacidade de uso das terras da Microbacia do Riacho Una Sapé, PB. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.10, n.4, p.888-895, 2006.

MOTA, J. A. **O valor da natureza: economia e política dos recursos naturais**. Rio de Janeiro: Garamond, 198p. 2001.

MOTTA, J.L.G.; FONTANA, D.C.; WEBER, E. Verificação da acurácia da estimativa de área cultivada com soja através de classificação digital em imagens Landsat. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Foz do Iguaçu/PR, Anais. 2001.

NAIR, P. K. R. An introduction to agroforestry. Dordrecht: Kluwer, 1993. 499p.

NASA. Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Disponível no site: <[www2.jpl.nasa.gov/srtm/](http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/) - 19k> Acesso em 12 fev 2007.

NEVES, D. P. **Lavradores e pequenos produtores de Cana: Estudos das formas de subordinação dos pequenos produtores agrícolas ao capital**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1981.

NÓBREGA, R., SANTOS, C., CINTRA, J. Comparação quantitativa e qualitativa entre o Modelo Digital gerado pelo SRTM e por aerofotogrametria. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, INPE, p. 4437-4444, 16-21 abril 2005,

NORDER, L. A. C. **Assentamentos rurais: casa, comida e trabalho**. (dissertação de mestrado). Universidade Estadual de Campinas, IFCH, 1997.

NORDER, L. A. C. **Assentamentos Rurais: Casa, Comida e Trabalho**. Dissertação (Mestrado em Sociologia), Instituto de Ciências Humanas, UNICAMP, Campinas, 1997.

NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO FILHO, J. A. de; MENEZES, R. Í. de Q. Recolonização da fauna edáfica em áreas de caatinga submetidas a queimadas. **Caatinga (Mossoró, Brasil)**, v.21, n.3,

p.214-220, julho/setembro de 2008.

ODUM, E.P. The strategy of ecosystem development. **Science**, v. 164: p. 262-270, 1969.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan S.A. 1988, 434p.

ODUM, E. P.; BARRETT, G.W. **Fundamentos de ecologia**. Tradução Pégasus Sistemas e Soluções. São Paulo: Thomson Learning. Título original: Fundamentals of ecology. 2007.612 p.

ODUM, H. T. **Ecological and general Systems: na introduction to systems ecology**. Colorado. University Press of Colorado, 1994. 664p.

ODUM, H. T. Energy systems concepts and self-organization: a rebuttal. **Ecologia**. v. 104, p. 518-522, 1995.

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

ODUM, H. T., ODUM, E. C. e BROWN, M. T. **Environment and Society in Florida**. Lewis Publ., Boca Raton, FL., 1998. 449p.

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

ORTEGA, E. **Agenda 21, Rio+10 e as questões de Energia e Desenvolvimento**. 2002.

Disponível em: <http://www.unicamp.br/fea/ortega/plan-disc/Agenda21-Energia.pdf>. Acesso em: 15/03/2005.

ORTEGA, E. **Contabilidade e diagnóstico de sistemas usando os valores dos recursos expressos em emergia**. Campinas. 2002. Disponível em: <http://www.unicamp.br/fea/ortega/extensao/resumo.pdf>. Acesso em: 10/06/2006.

\_\_\_\_\_. **Engenharia ecológica: conceitos básicos e importância do trabalho de H. T. Odum**. In: \_\_\_\_; (Org.). Engenharia Ecológica e Agricultura Sustentável. Exemplos de uso da metodologia energética-ecossistêmica. Campinas: LEIA/Unicamp, 2003, cap. 1, p. 1-16.

\_\_\_\_\_.; **A soja no Brasil: Modelos de produção, custos, lucros, externalidades, sustentabilidade e políticas públicas**. Kerstin Lanje (Organizadora): Soja – so nein!?

Handlungsperspektiven für einen nachhaltigen Sojahandel? Rehbürg-Loccum, 1. Auflage, pág. 345-352. ISBN 3-8172-6702-9. 2004.

\_\_\_\_\_. **Ecological Engineering and Sustainable Development. Emergy Analysis of agriculture projects.** Presentation at School of Agronomy of Aristotle University of Thessaloniki, Greece, as a visiting professor: European Community Program on Sustainable Agriculture University Teaching, 1998.

\_\_\_\_\_. et al. Brazilian Soybean Production: emergy analysis with an expanded scope. Bulletin of Science, **Technology & Society**, 25: 323-334. 2005.

OTUTUMI, A.T. et al. Qualidade do Solo em Sistemas de Cultivo Agroecológicos no Município de Tauá – CE. In: OLIVEIRA, T. S. (coord.) **Solo e Água: aspectos de uso e manejo com ênfase no semi-árido nordestino.** Fortaleza, Departamento de Ciências do Solo, UFC, 2004. p.1-30.

PEREZ-ESCAMILLA, R.; SEGALL-CORREA, A. M.; MARANHA, L. K.; SAMPAIO, M. F.; MARIN-LEON, L.; PANIGASSI, G. An adapted version of the U.S. Department of Agriculture Food Insecurity Module is a valid tool for assessing household food insecurity in Campinas, **Brazil. J. Nutr.** n. 134, v.8, p. 1923-1928, 2004.

PESSOA, M. de F. et al. Estudo da cobertura vegetal em ambientes da caatinga com diferentes formas de manejo no assentamento Moacir Lucena, Apodi – RN. Caatinga (Mossoró, Brasil), v.21, n.3, p.40-48, junho/agosto de 2008.

PHILIPPI Jr, A., MALHEIROS, T. F. Saúde Ambiental e Desenvolvimento, in: **Educação ambiental e sustentabilidade**, Editora USP, São Paulo, 2005.

RABUS, B.; EINEDER, M.; ROTH, A.; BAMLER, R. The shuttle radar topography mission - a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar. **Journal Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS)**. n. 53, p. 241 – 262. 2003.

RAMOS, P. **Uso e Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil – Desafios Teóricos e Político-Institucionais. Desenvolvimento, Excedente, Desperdício e Desigualdade: A Insustentabilidade de Nosso Modo de Vida.** Editora Rima - São Carlos, v.II, 2003, 293 p.



RIBEIRO, C. A. A. S., et al. Sistemas de Informações Geográficas. In: Borém, A.; M. P. del Giúdice; Daniel Marçal de Queiroz; Evandro Chartuni Mantovani; Lino Roberto Ferreira; Francisco Xavier Ribeiro do Valle; Reinaldo Lúcio Gomide. (Org.). **Agricultura de Precisão**. Viçosa, v.2 , p. 381-407, 2002.

ROCHA, J. V.; Sistema de informações geográficas no contexto do planejamento integrado de bacias hidrográficas. In: Engenharia Ecológica e Agricultura Sustentável. Enrique Ortega (organizador), 2003. Capítulo 20. <http://www.fea.unicamp.br/docentes/ortega/livro/index.htm>. Acessado em 08/12/2006.

RODRIGUES, W. P. “O projeto Mandalla: Ação de Desenvolvimento Holístico e Sistêmico Ambiental”. Disponível em: <<http://www.agenciamandalla.org.br>> (Acesso em: 06 nov. 2008).

ROMEIRO, A. R. O papel dos indicadores de sustentabilidade e da contabilidade ambiental. In: **Avaliação e contabilização de impactos ambientais**. Campinas, SP. editora UNICAMP, São Paulo, SP, 2004.

SÁ, I.B.; RICHÉ, G.R.; FORTIUS, G.A. As paisagens e o processo de degradação do semi-árido nordestino. In: SILVA, J.M.C. da.; TABARELLI, M.; FONSECA, M.T. da.; LINS, L.V., org. **Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: UFPE, 2004. p.17-36.

SACHS, I. Desarrollo sustentable, bio-industrialización descentralizada y nuevas configuraciones rural-urbanas. Los casos de India y Brasil. **Pensamiento Iberoamericano**, n. 46, p. 235 - 256. 1990.

SACHS, I. Brasil rural: da redescoberta à invenção. **Estud. av.** v. 15, n. 43, p. 75-82. 2001.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I.H. & KAUFFMAN, J. B. Effect of different fire severities on coppicing of caatinga vegetation in Serra Talhada, PE, Brazil, **Blotropica, Lawrence**, v.25, n.4, p.452-460, 1993.

SANO, E.D.; ASSAD, E.E. **Sistemas de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2ª edição, Brasília: Embrapa-SPI. 1998.

SANTOS, I.P.; FERRANTE, V.L.S.B. **Da terra nua ao prato cheio: produção para o**

**consumo familiar nos assentamentos rurais do Estado de São Paulo.** Araraquara, SP: Fundação ITESP/UNIARA, 2003. 116 p.

SEGGAL-CORREA, A. M. et al. **Relatório Técnico: Acompanhamento e avaliação da segurança alimentar de famílias brasileiras: validação de metodologia e de instrumentos de coleta e informação.** Campinas: FCM/UNICAMP, 2003.

SEGALL-CORREA, A. et al. **Acompanhamento e avaliação da Segurança Alimentar de famílias brasileiras: Validação de metodologia e de instrumento de coleta de informação urbano/rural,** Relatório Técnico, versão preliminar, 2004.

SETTI, A. A. et al. **Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos.** 2º edição Brasília. Agência Nacional de Energia Elétrica Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas. 2000. 207 p.

SILVA, J. R. C. **Perda de solo e produção de sedimentos.** Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1978.

SILVA, J.M.C. et al. (orgs.) 2004. **Biodiversidade da Caatinga: Áreas e Ações Prioritárias para Conservação.** Ministério do Meio Ambiente, Brasília-DF.

SILVEIRA, M. A. da Agricultura familiar. Agência de Informação Embrapa Agricultura e Meio ambiente. 2006. disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia23/AG01/arvore/AG01\\_18\\_299200692526.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia23/AG01/arvore/AG01_18_299200692526.html). Acesso em 18/08/2007.

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. 2006a.

SOUZA, H, N. Sistematização da experiência participativa com sistemas agro florestais: rumo à sustentabilidade da agricultura familiar na Zona da Mata mineira. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa – MG, 2006b. 127p

SULSOFT. Guia do Envi em português. Versão atualizada em 09/2004. Disponível em: <www.envi.com.br> Acesso em: 15 set. 2006.

TOSCANO, L. F. Agricultura familiar e seu grande desafio. Diário de Votuporanga, Ano 50, nº 12.769, 09 de Outubro de 2003, p. 02. Disponível em: <http://www.agr.feis.unesp.br/dv09102003.htm>, acesso em 12/08/2007.

ULGIATI, S., E BROWN, M.T. Quantifying the environmental support for dilution and abatement of process emissions: the case of electricity production. **Journal of Cleaner Production**, n.10, p. 335-348. 2002.

ULGIATI, S., BARGIGLI, S., RAUGEI, M. An emergy evaluation of complexity, information and technology, towards maximum power and zero emissions. **Journal of Cleaner Production**, n. 15, p.1359-1372. 2007.

VALERIANO, M. M. Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul. São José dos Campos, INPE, 72p. (INPE-10550-RPQ/756). Disponível em: <http://iris.sid.inpe.br:1912/col/sid.inpe.br/sergio/2004/06.30.10.57/doc/publicacao.pdf>.2004.

VEIGA, J. E., Agricultura familiar e sustentabilidade. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.13, n.3, p.383-404, 1996.

\_\_\_\_\_. O Brasil Rural Precisa de uma Estratégia de Desenvolvimento. (Série Textos para Discussão n. 1) Brasília: NEAD/MDA, 2001. **Sociologias**, Porto Alegre, ano 5, n. 10, p. 312-347, jul/dez 2003.

VELLOSO, A.L.; SAMPAIO, E. V. S.; PAREYN, F. G. C. **Ecorregiões Propostas para o Bioma Caatinga**. TNC-Brasil, Associação Plantas do Nordeste, Recife, 2002.

VERDEJO, M. E. **Diagnóstico Rural Participativo**. Guia prático. Brasília:MDA / Secretaria da Agricultura Familiar, 2007.62 p.

XAVIER, F. A. S. et al . Biomassa microbiana e matéria orgânica leve em solos sob sistemas agrícolas convencional e orgânico na região da Chapada da Ibiapaba-CE. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 247-258, mar./abr. 2006.

ZANETTI, R. **Análise fitossociológica e alternativas de manejo sustentável da mata da agronomia**. Trabalho integrante do conteúdo programático da disciplina Manejo Sustentado de Florestas Naturais. Viçosa, Minas Gerais. Viçosa: UFV, 1994. 92 p.

WANDERLEY, M. de N. B. A agricultura familiar no Brasil: um espaço em construção. In: **Revista da Associação Brasileira de Reforma Agrária**. v. 25, n. 2 e 3, p. 37-68, mai/dez., 1995.

\_\_\_\_\_. Em busca da modernidade social: uma homenagem a Alexander V. Chayanov. In : Para pensar: outra agricultura. FERREIRA, Ângela Damaceno; BRANDENBURG, Alfio. (Orgs.). Curitiba: Ed. da UFPR, 1998.

\_\_\_\_\_. Raízes históricas do campesinato brasileiro. In: **Agricultura familiar: realidades e perspectivas**. TEDESCO, João Carlos (Org). Passo Fundo: EDIUPF, 1999.

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

WISCHMEIER, W. H. & SMITH, D. D. Predicting rainfall erosion losses: a guide planning. Washington. D.C: USDA, 1978.

WWF-Brasil. O que é uma ecorregião. Disponível em: <http://www.wwf.org.br>. Acesso em 20 jun. 2007.

\_\_\_\_\_. Caatinga. Disponível em: [http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/biomas/bioma\\_caatinga/index.cfm](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/biomas/bioma_caatinga/index.cfm)> Acesso em: 24 Ago. 2007.

WHITAKER, D. C. A. A questão da diversidade em Assentamentos de Reforma Agrária. Araraquara-SP. In.: FERRANTE, V. L. S. B.; BERGAMASCO, S. M. P. P.; AUDRÉE, M.(orgs). **Dinâmicas familiar, produtiva e cultural nos Assentamentos Rurais de São Paulo**.Campinas: FEAGRI/Unicamp; Araraquara: UNIARA; São Paulo: INCRA, 2003.

## 9. ADENDOS

### ANEXO A – Perguntas incluídas no Suplemento de Segurança Alimentar da PNAD 2004 referentes à escala EBIA.

Perguntas
Moradores tiveram preocupação de que os alimentos acabassem antes de poderem comprar ou receber mais comida
Alimentos acabaram antes que os moradores tivessem dinheiro para comprar mais comida
Moradores ficaram sem dinheiro para ter uma alimentação saudável e variada
Moradores comeram apenas alguns alimentos que ainda tinham porque o dinheiro acabou
Algum morador de 18 anos ou mais de idade diminuiu alguma vez a quantidade de alimentos nas refeições ou deixou de fazer alguma refeição porque não havia dinheiro para comprar comida
Algum morador de 18 anos ou mais de idade alguma vez comeu menos porque não havia dinheiro para comprar comida
Algum morador de 18 anos ou mais de idade alguma vez sentiu fome mas não comeu porque não havia dinheiro para comprar comida
Algum morador de 18 anos ou mais de idade perdeu peso porque não comeu quantidade suficiente de comida devido à falta de dinheiro para comprar comida
Algum morador de 18 anos ou mais de idade alguma vez fez apenas uma refeição ou ficou um dia inteiro sem comer porque não havia dinheiro para comprar comida
Algum morador com menos de 18 anos de idade alguma vez deixou de ter uma alimentação saudável e variada porque não havia dinheiro para comprar comida
Algum morador com menos de 18 anos de idade alguma vez não comeu quantidade suficiente de comida porque não havia dinheiro para comprar comida
Algum morador com menos de 18 anos de idade diminuiu a quantidade de alimentos nas refeições porque não havia dinheiro para comprar comida
Algum morador com menos de 18 anos de idade alguma vez deixou de fazer uma refeição porque não havia dinheiro para comprar comida
Algum morador com menos de 18 anos de idade alguma vez sentiu fome mas não comeu porque não havia dinheiro para comprar comida
Algum morador com menos de 18 anos de idade alguma vez ficou um dia inteiro sem comer porque não havia dinheiro para comprar comida

**ANEXO B –Questionários de avaliação da segurança alimentar (SEGALL CORRÊA et al., 2004)**

- A. Quantas pessoas vivem nesta casa?
- B. Destas pessoas quantas são menores de 20 anos ?
- C. Quantas destas pessoas são menores de 6 anos?
1. Nos últimos 3 meses a(o) senhora (sr) teve preocupação que a comida na sua casa acabasse antes que a(o) senhora(sr) tivesse condição de comprar, receber ou produzir mais comida?  
( ) SIM ( ) NÃO
2. Com que frequência isto ocorreu?  
( ) Em quase todos os dias  
( ) Em alguns dias  
( ) Em apenas 1 ou 2 dias  
( ) Não sabe
3. Nos últimos três meses a comida acabou antes que a(o) senhora(sr) tivesse produção ou dinheiro para comprar mais comida ?  
( ) SIM ( ) NÃO
4. Com que frequência isto ocorreu?  
( ) Em quase todos os dias  
( ) Em alguns dias  
( ) Em apenas 1 ou 2 dias  
( ) Não sabe
5. Nos últimos 3 meses a(o) senhora(sr) ficou sem dinheiro (ou produção) para ter uma alimentação saudável e variada?  
( ) SIM ( ) NÃO
6. Com que frequência isto ocorreu?  
( ) Em quase todos os dias  
( ) Em alguns dias  
( ) Em apenas 1 ou 2 dias  
( ) Não sabe
7. (ESTA PERGUNTA DEVE SER FEITA APENAS EM DOMICÍLIOS COM MORADORES MENORES DE 20 ANOS (CRIANÇAS E/OU ADOLESCENTES). Nos últimos 3 meses a(o) senhora(sr) teve que se arranjar com apenas alguns alimentos para alimentar algum morador com menos de 20 anos (crianças e adolescentes) porque o dinheiro ou a produção acabou?  
( ) SIM ( ) NÃO
8. Com que frequência isto ocorreu?  
( ) Em quase todos os dias  
( ) Em alguns dias  
( ) Em apenas 1 ou 2 dias  
( ) Não sabe
9. ESTA PERGUNTA DEVE SER FEITA APENAS EM DOMICÍLIOS COM

MORADORES MENORES DE 20 ANOS (CRIANÇAS E/OU ADOLESCENTES).

Nos últimos 3 meses a(o) senhora(sr) não pode oferecer a algum morador com menos de 20 anos de idade uma alimentação saudável e Variada porque não tinha dinheiro (ou produção)?

SIM  NÃO

10. Com que frequência isto ocorreu?

Em quase todos os dias

Em alguns dias

Em apenas 1 ou 2 dias

Não sabe

11. ESTA PERGUNTA DEVE SER FEITA APENAS EM DOMICÍLIOS COM MORADORES MENORES DE 20 ANOS (CRIANÇAS E/OU ADOLESCENTES).

Nos últimos 3 meses algum morador com menos de 20 anos de idade não comeu quantidade suficiente de comida porque não havia produção ou dinheiro para comprar mais comida?

SIM  NÃO

12. Com que frequência isto ocorreu?

Em quase todos os dias

Em alguns dias

Em apenas 1 ou 2 dias

Não sabe

13. Nos últimos 3 meses a(o) senhora(sr) ou algum adulto em sua casa diminuiu, alguma vez, a quantidade de alimentos nas refeições ou deixaram de fazer refeições, porque não havia produção ou dinheiro suficiente para comprar a comida?

SIM  NÃO

14. Com que frequência isto ocorreu?

Em quase todos os dias

Em alguns dias

Em apenas 1 ou 2 dias

Não sabe

15. Nos últimos 3 meses, a(o) senhora(sr) alguma vez comeu menos do que achou que devia porque não havia produção ou dinheiro suficiente para comprar comida ?

SIM  NÃO

16. Com que frequência isto ocorreu?

Em quase todos os dias

Em alguns dias

Em apenas 1 ou 2 dias

Não sabe

17. Nos últimos 3 meses, a(o) senhora(sr) alguma vez sentiu fome mas não comeu porque não havia produção ou dinheiro suficiente para comprar comida?

SIM  NÃO

18. Com que frequência isto ocorreu?

- Em quase todos os dias
- Em alguns dias
- Em apenas 1 ou 2 dias
- Não sabe

19. Nos últimos 3 meses, a(o) senhora(sr) perdeu peso porque não tinha produção ou dinheiro suficiente para comprar comida ?

- SIM  NÃO

20. A quantidade de peso que perdeu foi:

- Pouca
- Média
- Muita
- Não sabe

21. Nos últimos 3 meses, a(o) senhora(sr) ou algum adulto em sua casa ficou, alguma vez, um dia inteiro sem comer ou, teve apenas uma refeição ao dia, porque não tinha produção ou dinheiro para comprar comida ?

- SIM  NÃO

22. Com que frequência isto ocorreu?

- Em quase todos os dias
- Em alguns dias
- Em apenas 1 ou 2 dias
- Não sabe

23. ESTA PERGUNTA DEVE SER FEITA APENAS EM DOMICÍLIOS COM MORADORES MENORES DE 20 ANOS (CRIANÇAS E/OU ADOLESCENTES). Nos últimos 3 meses a(o) senhora(sr) alguma vez diminuiu a quantidade de alimentos das refeições de algum morador com menos de 20 anos de idade (criança e /ou adolescente), porque não havia produção ou dinheiro suficiente para comprar comida?

- SIM  NÃO

24. Com que frequência isto ocorreu?

25. ESTA PERGUNTA DEVE SER FEITA APENAS EM DOMICÍLIOS COM MORADORES MENORES DE 20 ANOS (CRIANÇAS E/OU ADOLESCENTES).

Nos últimos 3 meses, alguma vez a(o) senhora (sr) teve que deixar de fazer uma refeição para algum morador com menos de 20 anos de idade (criança ou adolescentes) porque não havia produção ou dinheiro para comprar comida ?

- SIM  NÃO

26. Com que frequência isto ocorreu?

- Em quase todos os dias
- Em alguns dias
- Em apenas 1 ou 2 dias
- Não sabe

27. ESTA PERGUNTA DEVE SER FEITA APENAS EM DOMICÍLIOS COM



MORADORES MENORES DE 20 ANOS (CRIANÇAS E/OU ADOLESCENTES).Nos últimos 3 meses, algum morador com menos de 20 anos de idade (criança ou adolescentes) teve fome mas a(o) senhora(sr) simplesmente não podia comprar mais comida?

SIM  NÃO

28. Com que frequência isto ocorreu?

Em quase todos os dias

Em alguns dias

Em apenas 1 ou 2 dias

Não sabe

29. ESTA PERGUNTA DEVE SER FEITA APENAS EM DOMICÍLIOS COM MORADORES MENORES DE 20 ANOS (CRIANÇAS E/OU ADOLESCENTES).Nos últimos 3 meses, algum morador com menos de 20 anos de idade (criança ou adolescentes) ficou sem comer por um dia inteiro porque não havia dinheiro para comprar a comida?

SIM  NÃO

30. Com que frequência isto ocorreu?

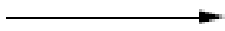
Em quase todos os dias

Em alguns dias

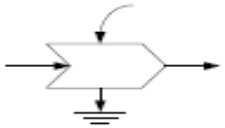
Em apenas 1 ou 2 dias

Não sabe

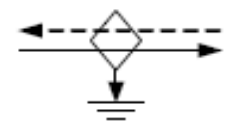
## ANEXO C – Símbolos utilizados na construção dos diagramas sistêmicos.



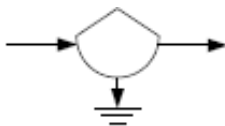
**Fluxo de Energia:** Um fluxo cuja vazão é proporcional ao volume do estoque ou à qualidade da fonte que o produz.



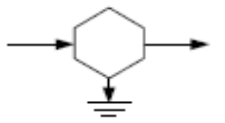
**Interação:** Intersecção de dois fluxos para produzir uma saída em proporção a uma função de ambos ou controle de ação de um fluxo sobre outro.



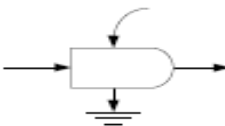
**Transação:** Uma unidade que indica a venda de bens ou serviços (linha contínua) em troca de um pagamento em dinheiro (linha tracejada).



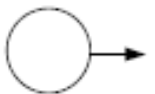
**Depósito:** Uma reserva energética dentro do sistema, que guarda uma quantidade de energia de acordo com o balanço de entrada e saída.



**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.



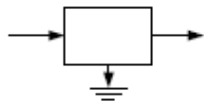
**Produtor:** Unidade que coleta e transforma energia de baixa qualidade (baixa intensidade) em energia com qualidade superior.



**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 (2ª Lei da Termodinâmica).



**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 - Cálculo das médias e desvio padrão - faixas salariais dos assentados

Ho: média A - média B = 0

Ha: média A - média B < 0

estatística teste:

sp<sup>2</sup> 4,107746555

t 1,568926479

graus de liberdade 43

a 95% de segurança

região de rejeição t > 2,021

portanto, as médias são estatisticamente iguais

A-C

Sp 4,060555858 são iguais

graus de liberdade 45

T 1,830855565

B-C

Sp 3,875196247 são iguais

graus de liberdade 36

T 0,188929318

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
	0,25	0,25	0,50
	1,50	3,00	3,75
	10,50	7,50	6,00
	15,00	10,00	12,50
	10,50	7,00	7,00
	18,00	4,50	4,50
	30,00	7,50	7,50
	85,75	39,75	41,75
	<b>Média</b>		
	3,18	2,21	2,09
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	
<b>Diferença</b>			
8,561043	3,835069	6,752813	
11,77023	8,506944	8,944531	
19,66109	2,508681	1,380625	

2,741255	0,340278	0,850781
0,315072	3,336806	3,990313
7,012689	5,251736	5,820156
74,79047	28,00174	29,29516
4,801994	3,045956	3,001809
<b>desvio padrão</b>		
2,19	1,75	1,73

## Apêndice 2 -Cálculo das médias e desvio padrão - escolaridade dos assentados

### Teste de hipótese para a escolaridade entre os assentamentos

média = 0

A-B

Z=

(1,20)

região de rejeição

<-1,96 ou >1,96

não rejeita

A-C

Z=

(0,25)

região de rejeição

<-1,96 ou >1,96

não rejeita

B-C

Z=

(0,25)

região de rejeição

<-1,96 ou >1,96

não rejeita

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
0	0	0
72	68	58
48	72	75
77	105	49
197	245	182
	<b>Média</b>	
1,79	2,11	1,84
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Diferenças</b>		
35,28	40,15	30,42
45,04	84,10	40,77
23,39	18,92	33,73
298,48	358,38	186,50
3,69	4,36	2,97

Desvio padrão

1,92            2,09            1,72

### Apêndice 3 - Dados brutos do Assentamento A

nota	descrição			
1	Sol	radiação solar=	5,66	kWh/m <sup>2</sup> .ano
		albedo=	20	%
		energia=	(kWh/m <sup>2</sup> .ano)*(albedo)*(10000m <sup>2</sup> /ha)*(3600000J/kWh)	
		energia=	4,08E+10	J/ha.ano
2	Chuva	pluviosidade=	0,52	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .ano
		energia da água=	5000	J/kg
		densidade da água=	1000	kg/m <sup>3</sup>
		energia=	(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .ano)*(J/kg)*(kg/m <sup>3</sup> )*(10000m <sup>2</sup> /ha)	
		energia=	2,60E+10	J/ha.ano
3	Vento	densidade do ar=	1,3	kg/m <sup>3</sup>
		média anual de	0,71	m/s
		coeficiente de arraste=	0,001	adimensional
		energia=	(kg/m <sup>3</sup> )*(m/s) <sup>3</sup> *0,001*(10000m <sup>2</sup> /ha)*(31,56E+6s/ano)	
		energia=	3,16E+07	J/ha.ano
4	água corrêgo	quantidade=	3,43E+03	l/ha.ano
		densidade=	1,00E+00	kg/l
		energia água=	5,00E+03	J/kg
		energia=	(l/ha.ano)*(kg/l)*(J/kg)	
		energia=	1,72E+07	J/ha.ano
5	Perda de solo (matéria orgânica)	perda de solo=	1372	kg solo/ha.ano
		matéria orgânica=	0,04	kg m.o./kg solo
		energia da m.o.=	5400	kcal/kgm.o.
		energia=	(kg solo/ha.ano)*(kg m.o./kg solo)*(kcal/kg)	
		energia=	1,24E+09	J/ha.ano
6	combustíveis fósseis (inclui: diesel, gasolina e lubrificantes)	consumo=	50,08	l/ha.ano
		densidade=	0,85	kg/litro
		energia combustível=	10000	kcal/kg
		energia=	(l/há.ano)*(kg/litro)*(kcal/kg)*(4186J/kcal)	
		energia=	1,78E+08	J/ha.ano
7	calcário	quantidade=	50,42	kg/ha.ano
8	nitrogênio			

9	fósforo	quantidade=	13,96	kg/ha.ano
10	potássio	quantidade=	25,28	kg/ha.ano
11	sementes	quantidade=	25,28	kg/ha.ano
12	mudas frutíferas	quantidade=	1,5	kg/ha.ano
		quantidade=	22,83	Unid/ha.ano
		valor muda=	3,50	R\$/Unid
		valor dólar=	2,17	US\$
		energia=	$(\text{unid/ha.ano}) * ((\text{R\$/unid}) / \text{US\$})$	
		energia=	36,77	US\$/ha.ano
13	Ração	quantidade=	22,70	US\$/ha.ano
14	equipamentos	quantidade=	2,17	kg/ha.ano
15	Concreto	quantidade=	0,02	M <sup>3</sup> /ha.ano
		densidade=	1500	kg/m <sup>3</sup>
		energia=	$(\text{m}^3/\text{ha.ano}) * (\text{kg}/\text{m}^3)$	
		energia=	30	kg/ha.ano
16	Eletricidade	quantidade=	126,42	Kwh/ano
		energia=	$(\text{KWh/ano}) * (1/\text{área}) * (1000\text{W}/\text{KW}) * (3600\text{s}/\text{h})$	
		energia=	4,55E+08	J/ha.ano
17	Outros serviços	quantidade=	4,00E+01	US\$/ha.ano
18	impostos	quantidade=	26,85	US\$/ha.ano
19	Serviços (mão-de-obra)	horas=	10	h/ha.ano
		metabolismo=	2500	kcal/dia
		energia=	$(\text{h}/\text{ha.ano}) * (\text{kcal}/\text{dia}) * (\text{dia}/24\text{h}) * (4186\text{J}/\text{kcal})$	
		energia=	4,36E+06	J/ha.ano
20	Serviços (mão-de-obra) familiar	horas=	93,72	h/ha.ano
		metabolismo=	2500	kcal/dia
		energia=	$(\text{h}/\text{ha.ano}) * (\text{kcal}/\text{dia}) * (\text{dia}/24\text{h}) * (4186\text{J}/\text{kcal})$	
		energia=	4,09E+07	J/ha.ano

## Apêndice 4 – Dados brutos do Assentamento B

nota	descrição		
1	Sol		
	radiação solar=	5,66	kWh/m <sup>2</sup> .ano
	albedo=	20	%
	energia=	(kWh/m <sup>2</sup> .ano)*(albedo)*(10000m <sup>2</sup> /ha)*(3600000J/kWh)	
	energia=	4,08E+10	J/ha.ano
2	chuva		
	pluviosidade=	0,52	M <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .ano
	energia da água=	5000	J/kg
	densidade da água=	1000	kg/m <sup>3</sup>
	energia=	(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .ano)*(J/kg)*(kg/m <sup>3</sup> )*(10000m <sup>2</sup> /ha)	
	energia=	2,60E+10	J/ha.ano
3	Vento		
	densidade do ar=	1,3	kg/m <sup>3</sup>
	média anual de	0,71	m/s
	coeficiente de arraste=	0,001	adimensional
	energia=	(kg/m <sup>3</sup> )*(m/s) <sup>3</sup> *0,001*(10000m <sup>2</sup> /ha)*(31,56E+6s/ano)	
	energia=	3,16E+07	J/ha.ano
4	água corrêgo		
	quantidade=	4,43E+03	l/ha.ano
	densidade=	1,00E+00	Kg/l
	energia água=	5,00E+03	J/kg
	energia=	(l/ha.ano)*(kg/l)*(J/kg)	
	energia=	2,22E+07	J/ha.ano
5	perda de solo (matéria orgânica)		
	perda de solo=	1372	Kg solo/ha.ano
	matéria orgânica=	0,04	kg m.o./kg solo
	energia da m.o.=	5400	kcal/kgm.o.
	energia=	(kg solo/ha.ano)*(kg m.o./kg solo)*(kcal/kg m.o.)*(4186J/kcal)	
	energia=	1,24E+09	J/ha.ano
6	combustíveis fósseis (inclui: diesel, gasolina e lubrificantes)		
	consumo=	105,08	l/ha.ano
	densidade=	0,85	kg/litro
	energia combustível=	10000	kcal/kg
	energia=	(l/ha.ano)*(kg/litro)*(kcal/kg)*(4186J/kcal)	
	energia=	3,74E+08	J/ha.ano
7	calcário		
	quantidade=	126,42	kg/ha.ano
8	nitrogênio		
	quantidade=	23,96	kg/ha.ano
9	fósforo		

10	potássio	quantidade=	25,28	kg/ha.ano	
11	fungicidas	quantidade=	25,28	kg/ha.ano	
12		quantidade=	17,92	kg/ha.ano	
			Herbicidas		
		quantidade=	2,15	l/ha.ano	400g/l
		densidade=	1,17	Kg/l	
		energia=	(l/ha.ano)*(kg/l)		
		energia=	2,52	kg/ha.ano	
13	inseticidas	quantidade=	3,96	l/ha.ano	
		densidade=	0,4	Kg/l	
		energia=	(l/ha.ano)*(kg/l)		
		energia=	1,58	kg/ha.ano	
14	sementes	quantidade=	2,11	kg/ha.ano	
15	mudas Frutíferas	quantidade=	22,83	Unid/ha.ano	
		valor muda=	3,50	R\$/Unid	
		valor dólar=	2,17	US\$	Ref.2007
		energia=	(unid/ha.ano)*((R\$/unid)/US\$)		
		energia=	36,77	US\$/ha.ano	
16	Ração	quantidade=	52,70	US\$/ha.ano	
17	equipamentos	quantidade=	9,17	kg/ha.ano	
18	concreto	quantidade=	0,02	m <sup>3</sup> /ha.ano	
		densidade=	1500	kg/m <sup>3</sup>	
		energia=	(m <sup>3</sup> /ha.ano)*(kg/m <sup>3</sup> )		
		energia=	30	kg/ha.ano	
19	eletricidade	quantidade=	226,42	Kwh/ano	
		energia=	(KWh/ano)*(1/área)*(1000W/KW)*(3600s/h)		
		energia=	8,15E+08	J/ha.ano	
20	outros serviços	quantidade=	5,00E+01	US\$/ha.ano	
21	impostos	quantidade=	46,85	US\$/ha.ano	
22	serviços (mão-de-obra) familiar	horas=	103,72	h/ha.ano	
	metabolismo=		2500	kcal/dia	



energia= (h/ha.ano)\*(kcal/dia)\*(dia/24h)\*(4186J/kcal)  
 energia= 4,52E+07 J/ha.ano  
 22 serviços (mão-de-obra) especializada  
     horas= 53,72 h/ha.ano  
     metabolismo= 2500 kcal/dia  
     energia= (h/ha.ano)\*(kcal/dia)\*(dia/24h)\*(4186J/kcal)  
     energia= 2,34E+07 J/ha.ano

## Apêndice 5 – Dados brutos do Assentamento C

nota	descrição		
1	sol		
	radiação solar=	5,66	kWh/m <sup>2</sup> .ano
	albedo=	20	%
	energia=	(kWh/m <sup>2</sup> .ano)*(albedo)*(10000m <sup>2</sup> /ha)*(3600000J/kWh)	
	energia=	4,08E+10	J/ha.ano
2	chuva		
	pluviosidade=	0,52	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .ano
	energia da água=	5000	J/kg
	densidade da água=	1000	Kg/m <sup>3</sup>
	energia=	(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .ano)*(J/kg)*(kg/m <sup>3</sup> )*(10000m <sup>2</sup> /ha)	
	energia=	2,60E+10	J/ha.ano
3	vento		
	densidade do ar=	1,3	Kg/m <sup>3</sup>
	média anual de	0,71	m/s
	coeficiente de arraste=	0,001	adimensional
	energia=	(kg/m <sup>3</sup> )*(m/s) <sup>3</sup> *0,001*(10000m <sup>2</sup> /ha)*(31,56E+6s/ano)	
	energia=	3,16E+07	J/ha.ano
4	água córrego		
	quantidade=	4,43E+03	l/ha.ano
	densidade=	1,00E+00	kg/l
	energia água=	5,00E+03	J/kg
	energia=	(l/ha.ano)*(kg/l)*(J/kg)	
	energia=	2,22E+07	J/ha.ano
5	perda de solo (matéria orgânica)		
	perda de solo=	1575	kg solo/ha.ano
	matéria orgânica=	0,04	kg m.o./kg solo
	energia da m.o.=	5400	kcal/kgm.o.
	energia=	(kg solo/ha.ano)*(kg m.o./kg solo)*(kcal/kg)	
	energia=	1,42E+09	J/ha.ano
6	combustíveis fósseis (inclui: diesel, gasolina e lubrificantes)		
	consumo=	105,08	l/ha.ano
	densidade=	0,85	Kg/litro
	energia combustível=	10000	kcal/kg

	energia=	(l/há.ano)*(kg/litro)*(kcal/kg)*(4186J/kcal)	
	energia=	3,74E+08	J/ha.ano
7	Calcário		
	quantidade=	66,42	kg/ha.ano
8	Nitrogênio		
	quantidade=	28,96	kg/ha.ano
9	Fósforo		
	quantidade=	11,28	kg/ha.ano
10	Potássio		
	quantidade=	11,28	kg/ha.ano
11	Controle de pragas		
	quantidade=	4,92	kg/ha.ano
12	Sementes		
	quantidade=	1,11	kg/ha.ano
13	esterco do gado		
	quantidade=	1,11	kg/ha.ano
14	ração		
	quantidade=	22,70	US\$/ha.ano
15	equipamentos		
	quantidade=	1,17	kg/ha.ano
16	concreto		
	quantidade=	0,01	m <sup>3</sup> /ha.ano
	densidade=	1500	Kg/m <sup>3</sup>
	energia=		(m <sup>3</sup> /há.ano)*(kg/m <sup>3</sup> )
	energia=	15	kg/ha.ano
17	eletricidade		
	quantidade=	126,42	Kwh/ano
	energia=	(KWh/ano)*(1/área)*(1000W/KW)*(3600s/h)	
	energia=	4,55E+08	J/ha.ano
18	outros serviços		
	quantidade=	8,00E+01	US\$/ha.ano
19	impostos		
	quantidade=	26,85	US\$/ha.ano
20	serviços (mão-de-obra) especializada		
	horas=	10	h/ha.ano
	metabolismo=	2500	kcal/dia
	energia=	(h/ha.ano)*(kcal/dia)*(dia/24h)*(4186J/kcal)	
	energia=	4,36E+06	J/ha.ano
21	serviços (mão-de-obra) familiar		
	horas=	93,72	h/ha.ano
	metabolismo=	2500	kcal/dia
	energia=	(h/ha.ano)*(kcal/dia)*(dia/24h)*(4186J/kcal)	
	energia=	4,09E+07	J/ha.ano

