

## **AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE AGROECOSSISTEMAS ATRAVÉS DE INDICADORES EM UM ASSENTAMENTO RURAL EM SÃO PAULO**

*Felipe Rosafa Gavioli*

Eng. Agrônomo, MSc. Agroecologia e Desenvolvimento Rural. Consultor em projetos de desenvolvimento agrícola. Piracicaba – SP.  
E-mail: gavioli.f@gmail.com

**Resumo:** A sustentabilidade na agricultura pode ser mensurada através de indicadores, elaborados para este fim. O presente trabalho avaliou a sustentabilidade em quatro agroecossistemas localizados em um assentamento rural no estado de São Paulo, pela aplicação da metodologia MESMIS, com o uso de indicadores econômicos, socioculturais e ambientais. O sistema baseado na exploração hortícola diversificada alcançou os melhores níveis de sustentabilidade, ao passo que o agroecossistema especializado na produção de cana de açúcar em parceria com usinas obteve os menores índices de sustentabilidade. De forma geral, a dimensão econômica nos quatro sistemas avaliados é deficitária, enquanto que a dimensão sociocultural atinge níveis mais elevados de sustentabilidade. Conclui-se que a diversificação de cultivos e a presença do subsistema de produção animal são elementos chave para a elevação dos sistemas de produção a níveis elevados de sustentabilidade.

**Palavras-chave:** MESMIS, agricultura familiar, agroecologia.

### **EVALUATION OF THE SUSTENTABILITY OF AGROECOSYSTEMS BY INDICATORS IN A RURAL SETTLEMENT IN SÃO PAULO**

**Abstract:** Sustainability in agriculture can be measured through indicators, designed for this purpose. This study evaluated the sustainability of four agroecosystems located in a rural settlement in São Paulo state, by applying the MESMIS methodology, with the use of economic, social and environmental indicators. The system based on diversified vegetable farm reached the highest levels of sustainability, while the agroecosystem specialized in the production of sugarcane in partnership with industrial plants had the lowest levels of sustainability. In general, the economic dimension in the four systems evaluated is in deficit, while the socio-cultural dimension reaches higher levels of sustainability. We conclude that the diversification of crops and the presence of livestock subsystem are key elements for the elevation of production systems to high levels of sustainability.

**Key-words:** MESMIS, family farming, agroecology.

### **INTRODUÇÃO**

Durante os anos 1960 e 1970, a agricultura brasileira passou por uma intensa transformação, no processo que ficou conhecido como modernização conservadora. Em linhas gerais, esta modernização consistiu em incorporar à agricultura, através de apoio estatal, práticas agroquímicas e motomecânicas de produção, integrando o setor agrícola ao industrial. Ainda que este processo tenha aumentando os níveis de produtividade, levando o Brasil a se tornar um dos principais exportadores mundiais de commodities agrícolas, os custos sociais e ambientais deste processo também foram muito elevados. As explorações agrícolas monocultoras, intensivas no uso de maquinário pesado, agrotóxicos, fertilizantes solúveis e energia contribuíram para a degradação acelerada dos recursos naturais como solo, água e biodiversidade. A modernização foi seletiva a algumas regiões, produtos e categorias de agricultores, levando a concentração de crédito, renda e terras, deixando à margem um grande contingente de

camponeses empobrecidos (CAPORAL & COSTABEBER, 2004).

No anos 1980, os debates sobre sustentabilidade começam com força, levando a uma crítica deste modelo de agricultura industrial e de desenvolvimento rural. No período, os territórios rurais são revalorizados ponto de articulação entre sociedade e natureza (FERREIRA, 2002), e a agricultura familiar vista como mantenedora destes territórios.

Objeto de muitas discussões deste então, o conceito de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável não está definido, e se encontra sob diversas interpretações. Sem embargo, a idéia de sustentabilidade sugere, de forma geral, uma compatibilização entre produção e conservação dos recursos naturais ao longo do tempo, tendo sempre uma base ecológica associada a aspectos econômicos e socioculturais (VEIGA, 2005).

As atuais práticas produtivas na agricultura encontram-se longe de uma condição sustentável. Observamos a utilização intensiva de agrotóxicos e fertilizantes solúveis que, ademais de contaminarem o

ambiente e causarem desequilíbrios ecológicos, fazem da agricultura uma atividade de balanço energético negativo, já que estes insumos são produzidos a partir de combustíveis fósseis. A agricultura moderna gasta mais energia na forma de maquinário, agroquímicos e fertilizantes, do que pode fornecer na forma de produtos agropecuários (GLIESSMAN, 2001).

Por outro lado, observa-se que a agricultura familiar constitui-se no lócus ideal para o desenvolvimento de uma agricultura ecológica ou sustentável (CARMO, 1998), pois realiza de forma mais efetiva o potencial multifuncional dos recursos que a sistem. Em outras palavras, as agriculturas familiares geralmente utilizam melhor os recursos como biodiversidade, solos, água, luz solar, conhecimentos locais, entre outros, apresentando a possibilidade de melhorar a produtividade e incrementar os serviços ecológicos e socioeconômicos desempenhados pela prática agrícolas. Baseados em policultivos no tempo e no espaço, os sistemas familiares de produção alcançam boas produções enquanto mantém o equilíbrio biológico das populações de insetos-praga e doenças, com pouca necessidade da utilização de energia externa (ALTIERI, 2002).

Esta agricultura familiar com potencial para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável é bastante relevante em termos econômicos e sociais, já que representa 84% dos estabelecimentos agropecuários brasileiros. Mesmo ocupando 24% do território, a agricultura familiar é responsável por 38% do valor bruto da produção, com 87% da mandioca, 70% do feijão, 46% do milho, 58% do leite e 38% do café produzidos no país (IBGE, 2006).

Este trabalho busca avaliar a sustentabilidade de agroecossistemas familiares em um assentamento rural na região de Araraquara, no estado de São Paulo, através do método MESMIS: marco de evaluación de los sistemas de manejos de recursos naturales incorporando indicadores de sustentabilidade (MASERA et al., 1999).

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Quando se deseja analisar a sustentabilidade da agricultura, os enfoques convencionais nem sempre são os mais apropriados, pois colocam muito peso nas análises econômicas, e pouco ou nada avaliam os aspectos ecológicos e socioculturais (LÓPEZ-RIDAURA et al., 2001).

Para que a discussão da sustentabilidade aporte elementos práticos mais além da retórica, é necessário desenvolver marcos conceituais e ferramentas de fácil aplicação para avaliação da sustentabilidade, e também para o planejamento de agroecossistemas de elevada complexidade.

O MESMIS é uma destas ferramentas. Desenvolvido desde 1994 pela ONG mexicana GIRA (Grupo Interdisciplinario para Tecnología Rural

Apropriada), o MESMIS busca entender de forma integral os agroecossistemas, identificando suas potencialidades e limitantes para a sustentabilidade. A utilização da metodologia busca, por intermédio de uma abordagem comparativa entre distintos sistemas de produção e/ou recortes temporais, avaliar os níveis de sustentabilidade (DEPONTI et al., 2002). Mais do que simplesmente apontar o grau de sustentabilidade destes agroecossistemas, a aplicação dos indicadores permite reconhecer os pontos críticos e falhos na estrutura e funcionamento dos mesmo, fomentando propostas de intervenção para o incremento dos níveis de sustentabilidade (FERRAZ, 2003).

A estrutura básica do MESMIS é operacional e flexível, sendo adaptável para realidades diversas. A metodologia define que a sustentabilidade se expressa em três dimensões: ecológica, econômica e sociocultural. Estas três dimensões se relacionam com cinco atributos da sustentabilidade em agroecossistemas (MASERA et al., 1999). São eles:

- **Produtividade:** é a capacidade do agroecossistema em oferecer o nível requerido de determinados bens e serviços, em um período de tempo estabelecido. A produtividade pode ser representada por diversos indicadores como ingressos monetários, rendimento do trabalho e/ou da terra, produção de biomassa, entre outros.

- **Estabilidade/Resiliência:** é a propriedade do agroecossistema em se manter em equilíbrio dinâmico estável ao longo do tempo, isto é, manter suas funções de produção de biomassa e ciclagem de nutrientes, e a população de insetos-praga, vegetais e microorganismos, entre outros, em níveis equilibrados. A resiliência é a capacidade de o sistema retornar ao estado de equilíbrio dinâmico após uma perturbação grave, estando relacionada com a estabilidade, e também com a diversidade funcional e estrutural do agroecossistema.

- **Adaptabilidade:** se refere ao nível de adequação – ecológica, econômica e sociocultural – do agroecossistema ao ambiente em que está inserido. Em outras palavras, a adaptabilidade expressa se o sistema está ajustado aos diversos condicionantes externos, e se pode gerar benefícios mesmo com mudanças de longo prazo nestas condicionantes.

- **Equidade:** aqui o enfoque recai sobre a capacidade de o agroecossistema distribuir de maneira equitativa os benefícios e custos desencadeados pelo seu funcionamento. Trata-se de analisar a repartição das externalidades positivas e negativas entre os diversos agentes envolvidos no agroecossistema, e também com a sociedade como um todo.

- **Autonomia:** é o último atributo, que se refere a independência do sistemas de fontes externas de energia, materiais, organização e conhecimento. Trata-se de avaliar em que medida determinado agroecossistema é capaz de definir endogenamente seus objetivos, prioridades e estratégias, e se consegue de forma autônoma alcançar estes objetivos.

*Artigo Científico*

Estes cinco atributos representam propriedades sistêmicas fundamentais, que são avaliadas nas três dimensões da sustentabilidade, mediante a formulação e aplicação de indicadores (MASERA et al., 1999). Com base nesta metodologia, se procedeu à formulação dos indicadores e a avaliação de quatro agroecossistemas no assentamento Monte Alegre, localizado na região de Araraquara, no estado de São Paulo.

Criado pelo governo estadual em 1985, o assentamento reúne 377 famílias, que vivem e trabalham em lotes de cerca de 14 hectares, sendo a área total do assentamento de 6.600 hectares (CAMPOI, 2005). A maioria dos assentados eram trabalhadores volantes antes de entrarem no assentamento, havendo também uma parcela de imigrantes de outros estados brasileiros (FIAMENGUE, 2002).

Uma característica importante do assentamento Monte Alegre é sua localização, em uma região de agricultura industrializada no estado de São Paulo, com forte presença dos complexos sucroalcooleiro e citrícola. Este contexto geográfico influencia a agricultura praticada no interior dos lotes, e traz uma dinâmica peculiar para a reprodução econômica e social das famílias assentadas, na medida em que grande parte dos agricultores cultivam a cana de açúcar em parceria com as usinas, por meio de contratos de fornecimento (FERRANTE et al., 2006).

Assim, observamos na realidade estudada duas estratégias principais de reprodução socioeconômica das famílias: de um lado, existe o cultivo da cana em associação com as usinas, limitado por normativa estadual até a metade dos lotes. De outro lado, existem as famílias que rechaçam a produção da matéria prima industrial, e seguem cultivando frutas, hortaliças, grãos e criando pequenos animais de forma autônoma. Sem embargo, é

importante destacar que estas duas lógicas de produção não são excludentes, existindo sistemas baseados tanto na cana de açúcar industrial como no cultivo de hortaliças, por exemplo.

O presente trabalho buscou avaliar a sustentabilidade de quatro agroecossistemas de referência, segundo a metodologia MESMIS. Um agroecossistema é definido como um sistema agrícola, descrito em termos de estrutura e função. Assim, a avaliação necessariamente parte da descrição dos limites dos sistemas, dos seus subsistemas e elementos constituintes, e das inter-relações entre estes elementos, bem como das entradas, saídas e perdas de energia e materiais (HART, 1985).

Os agroecossistemas de referência estudados foram: (a) um baseado no cultivo da cana de açúcar em parceria com usinas; (b) um agroecossistema misto, baseado no cultivo da cana e em hortaliças diversificadas; (c) um sistema de olericultura exclusiva pouco diversificada; e (d) um sistema de olericultura exclusiva de elevada diversificação. Ainda que estes agroecossistemas foram escolhidos por serem representativos, não é possível dizer que se trata de uma tipologia, já que o assentamento engloba outros sistemas baseados na bovinocultura leiteira, criação de aves, fruticultura, entre outros. Desta forma, trata-se antes de estudos de caso do que uma análise da sustentabilidade do assentamento, o que exigiria uma classificação dos distintos agroecossistemas com uso de estatística.

Em acordo com o MESMIS, foram desenvolvidos indicadores para a avaliação, abordando os cinco atributos sistêmicos e as três dimensões básicas da sustentabilidade. Os descritores e indicadores elaborados foram:

Tabela 1. Descritores e indicadores elaborados.

<b>Atributos</b>	<b>Descritores</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Dimensão</b>
Produtividade	Rendimentos	Ingressos monetários	Econômica
	Eficiência	Eficiência de utilização do solo	Ecológica
		Eficiência de utilização do trabalho familiar	Sociocultural
Resiliência/Estabilidade	Diversidade	Diversidade de cultivos	Ecológica
		Presença do subsistema de criação animal	Ecológica
		Diversidade de canais de comercialização	Econômica
	Reciprocidade	Participação em redes (religiosas, de trabalho, associações)	Sociocultural
		Erosão do solo	Ecológico
		Fragilidade do sistema	Controle sobre o preço dos produtos
Adaptabilidade	Capacidade de mudança	Presença de jovens	Sociocultural
		Existência de pluriatividade	Econômica

		Intercambio de conhecimentos	Sociocultural
		Intercambio de sementes/material genético	Ecológico
Eqüidade	Distribuição de benefícios	Ocupações criadas no lote agrícola	Econômico
		Estabelecimento de relações cidade-campo.	Sociocultural
Autonomía	Nível de independência	Uso de insumos externos	Ecológico
		Produção para autoconsumo	Econômico
		Uso de conhecimentos locais	Sociocultural

Ao total foram criados 18 indicadores, sendo 6 econômicos, 6 ecológicos e 6 da dimensão sociocultural, distribuídos em 8 descritores associados aos atributos da sustentabilidade dos agroecossistemas. Já que os indicadores são de grandezas e unidades distintas, foi necessário efetuar uma normalização destes, isto é, integra-los em uma matriz comum de análise. Assim, cada

indicador recebeu um valor de um a três, permitindo, posteriormente, comparações entre os atributos e as dimensões da sustentabilidade.

Na Tabela 2 são apresentadas as formas de mensuração, os parâmetros adotados e as notas para cada um dos indicadores:

**Tabela 2. Mensuração, parâmetros e notas para os indicadores escolhidos.**

Indicadores	Mensuração	Parâmetro	Notas
Ingresso monetário	Ingressos (em R\$) mensais/família	Salário mínimo R\$ 465,00 (ano base 2009)	01: < 1 S.M. 02: 1 S.M. até 3 S.M. 03: > 3 S.M.
Eficiência de utilização do solo	% solo coberto por cultivos (temporários e permanentes)	Pelo menos 50% do solo utilizado.	01: < 50% 02: 50% até 90% 03: > 90%
Eficiência de utilização do trabalho familiar	Nº pessoas que trabalham no lote/Nº pessoa da família aptas ao trabalho	Pelo menos 50%	01: < 50% 02: 50% até 80% 03: > 80%
Diversidade de cultivos	Nº cultivos principais	Mais que duas espécies principais cultivadas	01: ≤ 2 cultivos 02: 2 até 5 cultivos 03: > 5 cultivos
Presença do subsistema de criação animal	Presença do subsistema de criação animal	Sim	01: Não há animais 02: Há uma exploração animal 03: > 1 exploração
Diversidade de canais de comercialização	Nº de canais de comercialização	Mais que dois canais principais	01: ≤ 2 canais 02: 2 até 4 canais 03: > 4 canais
Participação em redes (de trabalho, religiosas, associações)	Frequência de participação	Participação frequente	01: não participa 02: participa pouco 03: participa sempre
Erosão do solo	Observação da erosão no campo	Sem sinais de erosão	01: muita erosão 02: pouca erosão 03: sem erosão
Controle sobre o preço dos produtos	Intensidade de controle	Capacidade de controlar o preço	01: sem controle 02: pouco controle 03: muito controle
Presença de jovens	Desejo de permanência dos jovens na agricultura	Jovens trabalhando no lote	01: sem jovens 02: jovens no lote, mas sem trabalho 03: jovens trabalhando no lote
Existência de pluriatividade	Existência de trabalhos não-agrícolas	Pluriatividade dentro do lote.	01: Trabalho não-agrícola fora do lote 02: sem pluriatividade 03: trabalho não-agrícola no lote.
Intercâmbio de conhecimentos	Intercâmbio entre agricultores	Intercâmbio frequente	01: sem intercâmbio 02: pouco intercâmbio 03: intercâmbio frequente

Intercâmbio de sementes/material genético	Intercâmbio entre agricultores	Intercâmbio frequente	01: sem intercâmbio 02: pouco intercâmbio 03: intercâmbio frequente
Ocupações criadas na agricultura	Nº trabalhadores assalariados no lote	1 ou mais trabalhadores assalariados	01: sem trabalhadores 02: 1 trabalhador 03: mais de 1 trabalhador
Estabelecimento de relações campo-cidade	Proximidade nas relações campo-cidade	Intercâmbios frequentes	01: sem intercâmbio (apenas relações comerciais) 02: intercâmbio razoável 03: intercâmbio frequente
Uso de insumos externos	Uso de adubos/agrotóxicos	Sem uso	01: uso frequente 02: uso eventual 03: sem uso
Produção para autoconsumo	Consumo de produtos do lote	Produz a maior parte dos alimentos que consome	01: não produz p/ autoconsumo 02: produz a menor parte 03: produz a maior parte
Conhecimentos locais	Aplicação de conhecimentos locais	Uso frequente	01: sem uso de conhecimentos locais 02: pouco uso 03: uso frequente

A avaliação dos indicadores foi feita no ano de 2009, durante a investigação de pós-graduação do autor, por intermédio da aplicação de um questionário. Nota-se que a grande maioria dos indicadores exige uma avaliação mais qualitativa do que quantitativa, já que a sustentabilidade nem sempre pode ser mensurada por instrumentos objetivos. Neste sentido, também lançou-se mão de metodologias oriundas das ciências sociais, tais como a observação direta dos agroecossistemas, realização de entrevistas semi-estruturadas com os agricultores, e anotações em diário de campo (WHITAKER, 2002), instrumentos simples e praticamente sem custos. Alguns indicadores elaborados necessitam de informação adicional, para justificar as formas de mensuração e parâmetros definidos:

- Eficiência de utilização do trabalho familiar: consideraram-se os membros da família aptos ao trabalho, excluindo as crianças em idade escolar, enfermos e idosos.

- Participação em redes (religiosas, de trabalho, associações): ainda que alguns agricultores participem de mais de uma rede, o enfoque recaiu sobre a qualidade da participação, expressa pela frequência declarada em entrevista.

- Controle sobre o preço dos produtos: se refere à capacidade de negociação do agricultor sobre o preço dos seus produtos. Assim, os que realizam vendas diretas tem grande controle; os que dependem de atravessadores pouco controle; e aqueles que produzem *commodities* ou dependem de agroindústrias não tem nenhum controle sobre o preço dos seus produtos.

- Existência de pluriatividade: a pluriatividade se refere às atividades não agrícolas exercidas pelos membros da família. Quando um agricultor trabalha fora do lote familiar (como operário, ou cortador de cana, por exemplo), é possível que esta opção seja fruto da impossibilidade de obter rendimentos satisfatórios na agricultura, ao que a nota dada foi 1. Por outro lado, se a atividade não agrícola é realizada dentro do lote (agroindústria familiar, turismo rural, etc.), há agregação

de valor aos produtos/serviços agrícolas, e fortalecimento da agricultura familiar, ao que a nota atribuída foi 3.

- Estabelecimento de relações campo-cidade: este indicador aponta para o nível de proximidade nas relações campo-cidade. Se as relações são puramente de compra e venda, a nota foi 1. Se há venda direta de produtos na cidade, ou se o consumidor vem até o estabelecimento agrícola, há uma melhor relação e a nota atribuída foi 2. Agora, se há ações deliberadas de integração campo-cidade (turismo rural, serviços do tipo “colha e pague”, visitas sistemáticas de estudantes/pesquisadores), a nota foi máxima.

Os parâmetros foram pensados tendo em conta um agroecossistema hipotético, com um nível elevado de sustentabilidade. Os quatro agroecossistemas de estudo foram avaliados em comparação com este “sistema modelo”. A nota mínima permitida pelos indicadores elaborados é 18, e a máxima possível é 54.

Depois de atribuídas as notas aos indicadores para cada um dos quatro agroecossistemas, se efetuou uma análise de síntese, com a criação de Índices de Sustentabilidade para as três dimensões (ecológica, econômica e sociocultural), somando os valores dos indicadores em cada dimensão e dividindo-os por seis.

#### **4.0) Resultados e discussão:**

##### **4.1) Agroecossistema de cana de açúcar industrial.**

Este agroecossistema é composto por um casal de assentados sem filhos, que estão no assentamento há três anos. São provenientes de uma cidade próxima, onde trabalhavam como autônomos no comércio, e ambos não possuem experiência prévia com agricultura.

Metade do lote (7 hectares) é ocupado com cana de açúcar, plantada em parceria com uma usina, e a família complementa sua renda trabalhando em um comércio na cidade de Matão. Não há componente animal no agroecossistema, e a produção para autoconsumo é inexistente.

A análise da sustentabilidade foi a seguinte:

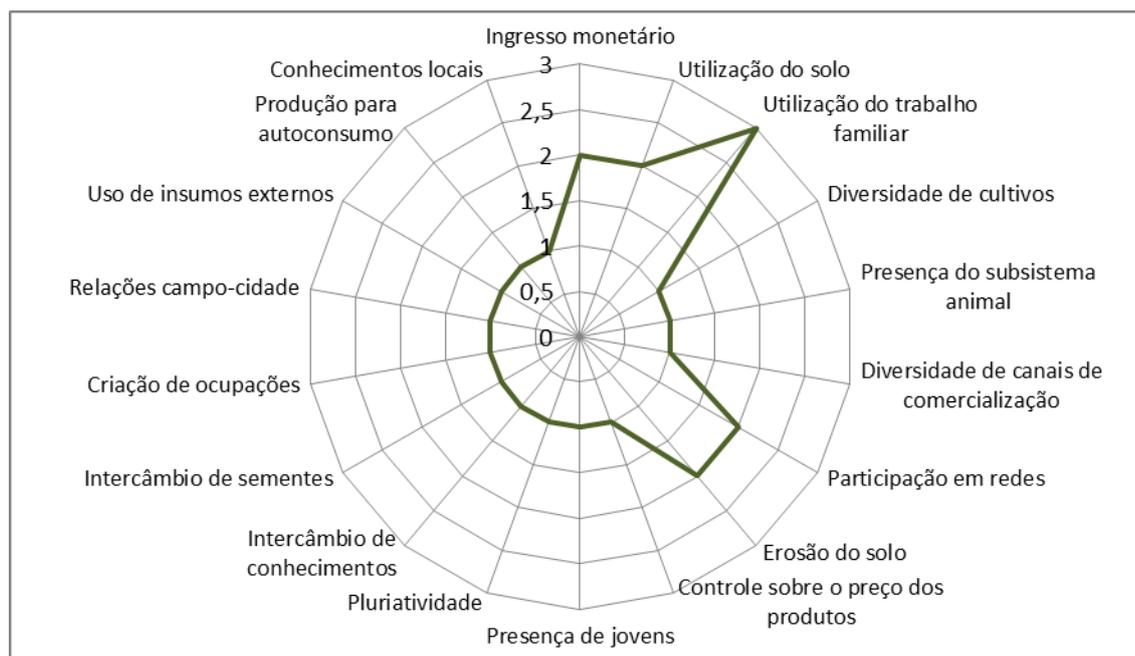


Figura 1. Análise da sustentabilidade no agroecossistema de cana de açúcar em parceria.

O agroecossistema apresentou uma nota de 24 para os indicadores, em uma média de 1,3 (24/18). Assim, é um sistema de baixa sustentabilidade. O único indicador que chegou a nota máxima três foi “utilização do trabalho familiar”, já que o sistema absorve a mão de obra do casal e é capaz de trazer ingressos monetários da ordem de R\$ 700,00 mensais, ou 1,5 salários mínimos. Sem embargo, há trabalho fora do lote, o que contribui para rebaixar o nível geral de sustentabilidade.

A presença central da monocultura de cana de açúcar no sistema também se traduz em uma elevada utilização de fertilizantes e herbicidas, e na falta completa de controle dos produtores sobre o preço, além da dependência de conhecimentos externos para a aplicação do pacote tecnológico da agricultura industrial. Ademais, não há diversidade de cultivos e de canais de comercialização, e o agroecossistema não conta com nenhum componente animal. A produção de autoconsumo e a participação dos agricultores em redes de intercâmbio de sementes e conhecimento são inexistentes. Entretanto,

há participação pouco frequente em redes de sociabilidade: trata-se de um grupo de ajuda vicinal existente no assentamento para a colheita da cana industrial, composto por famílias que plantam a cultura em contrato com usinas. Este tipo de ajuda mútua é um elemento comum dentro de grupos camponeses, se repetindo no assentamento (CANDIDO, 1979).

#### 4.2) Agroecossistema cana industrial e horticultura diversificada:

Este sistema também é administrado por um casal de agricultores que está no assentamento há 11 anos. Os dois filhos saíram do lote para trabalhar em uma grande cidade próxima. O casal tem experiência com agricultura, pois foram arrendatários no extremo oeste do estado de S. Paulo, onde plantavam milho, algodão, girassol e feijão. Aqui também metade do lote está ocupado por cana de açúcar industrial, enquanto a outra metade está ocupada por explorações autônomas, especialmente a olericultura.

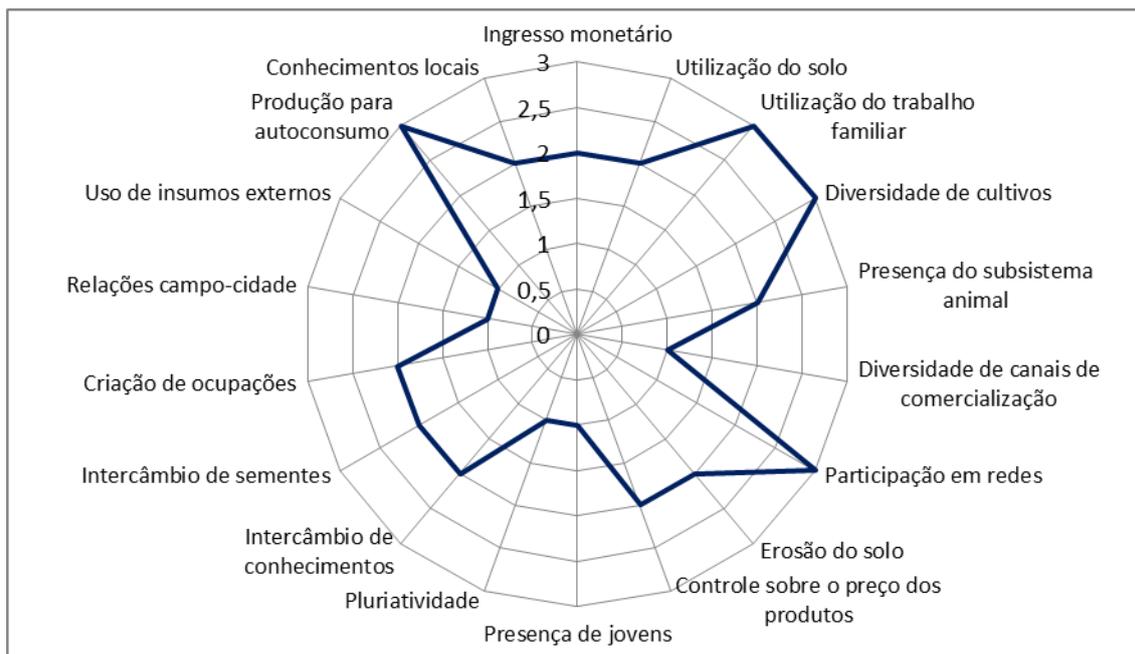


Figura 2. Análise da sustentabilidade no agroecossistema misto de cana de açúcar e olericultura diversificada.

O agroecossistema apresentou uma nota de 35, em uma média de 1,9 (35/18). Os rendimentos monetários foram um pouco superiores ao agroecossistema de cana de açúcar industrial – cerca de R\$ 1.000,00 mensais – mas mesmo assim a nota foi intermediária para o indicador correspondente. Este rendimento também é dependente de pluriatividade, já que a agricultora trabalha como faxineira em uma escola. A utilização do solo é mais eficiente, mas não superou a nota intermediária.

Já a diversidade de cultivos alcança o nível máximo, pois ademais da cana de açúcar, se cultiva a mandioca, hortaliças variadas (folhosas e de fruto) e algumas frutíferas. Também há presença de animais – frangos de corte – para o consumo da família. A comercialização das hortaliças é feita por atravessadores, e da cana através da agroindústria, em apenas dois canais de comercialização. Com os atravessadores, é possível uma melhor negociação, e portanto controle, sobre o preço das

hortaliças. A família participa de uma rede religiosa, frequentando sempre os cultos de uma igreja evangélica. Esta rede garante também algum intercâmbio de sementes e de conhecimentos com outros camponeses. No lote observa-se uma produção para autoconsumo relevante, mas também há utilização frequente de fertilizantes solúveis e agrotóxicos nos dois sistemas de cultivo principais, a cana e as hortaliças. Sem embargo deste aporte de insumo de síntese, o agricultor põe em prática algumas técnicas ecológicas, como rotação e consórcio de cultivos, além de contratar um trabalhador para auxiliar nas atividades referentes à horticultura.

#### 4.3) Agroecossistema de horticultura não diversificada.

Neste lote a família conta com quatro pessoas: um casal, e dois filhos de 20 e 26 anos, sendo que o de 20 trabalha na horticultura. A família está no assentamento há 10 anos, e já viveu em outros lugares do Brasil, mas sempre como agricultores familiares.

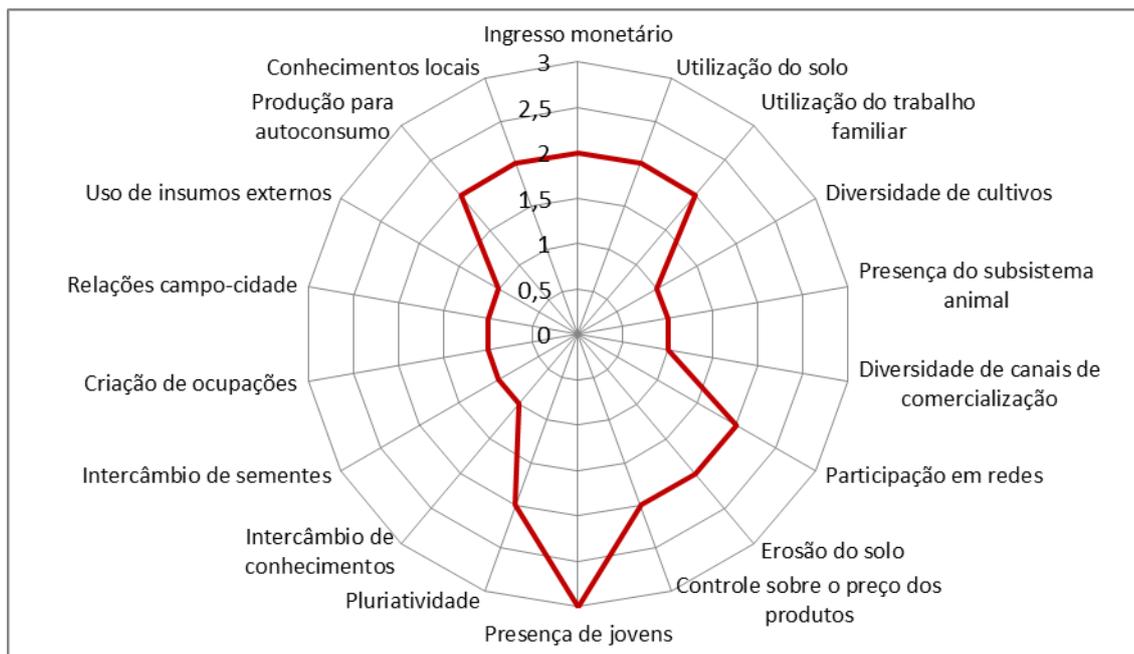


Figura 3. Análise da sustentabilidade do agroecossistema de horticultura não diversificada.

Aquí a nota foi 29, em uma média de 1,6 (29/18). O único indicador que alcançou nota máxima foi o de presença de jovens, já que um dos filhos trabalha no lote junto ao pai, enquanto a mãe e o filho mais velho não trabalham. A dependência única da agricultura como fonte de rendimentos resulta em um ingresso monetário de R\$ 550,00 mensais, ou 1,1 salários mínimos. Neste sistema não há pluriatividade. O solo é utilizado para o cultivo de duas espécies: abobrinha e chuchu. Esta baixa diversificação leva a um uso elevado de fertilizantes de síntese e agrotóxicos, bem como a irrigação. Mesmo assim, o agricultor lança mão de adubação verde, especialmente com guandú.

A família não consegue produzir todo alimento que consome, produzindo uma parte. Não há componente animal. A participação em redes é pouco frequente, com a

inserção da família na igreja católica; porém, esta participação não resulta em intercâmbios de conhecimento ou sementes. De forma geral, os recursos do sistema estão subaproveitados e organizados de forma pouco funcional.

#### 4.4) Agroecossistema de horticultura diversificada.

Este agroecossistema é administrado por uma família de 6 pessoas: um casal com um filho de 28 anos, a esposa do filho e suas duas filhas de 3 e 5 anos. Assim, quatro pessoas trabalham no lote agrícola. A família é originária da região de Araraquara, e sempre trabalhou com agricultura, como proprietários de terra. Depois de uma quebra de safra, e com a impossibilidade de pagar o financiamento, a família perdeu a terra, e se instalou no assentamento, onde estão há nove anos, cultivando hortaliças e frutas.

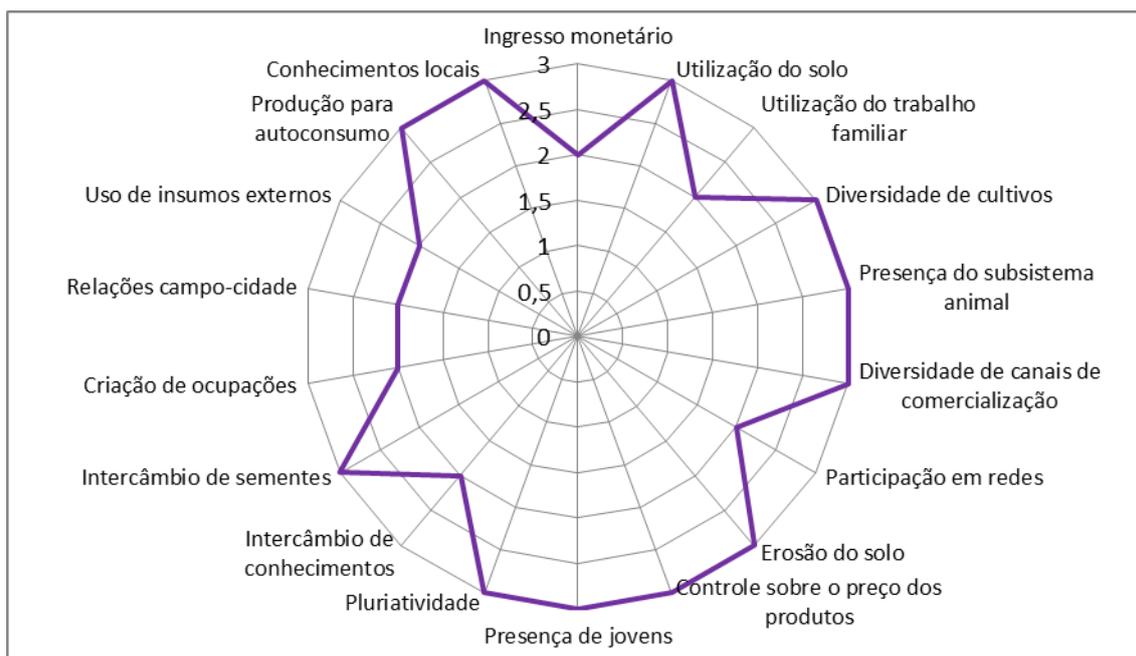


Figura 4. Análise de sustentabilidade no agroecossistema de horticultura diversificada.

A nota do sistema foi 50, em uma média de 2,7 (50/18). É um sistema de produção com grande diversidade de cultivos – feijões, milho, mandioca, abóboras, pimentas, hortaliças folhosas, cenouras, cítricos, bananicultura, mamão, maracujá, entre outros – e, portanto apresenta elevada eficiência na utilização do solo. Também se observa a presença do componente animal, orientado para o abastecimento da família, como porcos, frangos e gado de leite. Este sólido e diversificado subsistema animal otimiza o uso dos recursos disponíveis, incrementando a ciclagem de nutrientes através do uso do esterco na horticultura, que a família transforma em composto orgânico. Este incremento da matéria orgânica traz uma boa condição de solo, que não apresenta sinais de erosão. A diversidade de cultivos também se traduz em uma diversidade de canais de comercialização: a família realiza vendas principalmente através de uma feira de produtores municipal, que ocorre duas vezes por semana; também comercializa os produtos de forma direta, aos consumidores vêm até o lote buscar verduras e legumes; existe ainda a venda institucional de abóboras e mandioca para o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), um programa do governo federal de compra de produtos agrícolas da agricultura familiar. Desta forma a família tem um maior controle sobre o preço de seus produtos, especialmente nas modalidades de venda direta ao

consumidor ou na feira, escapando à dependência de um único canal de comercialização com controle externo.

Neste sistema também há agregação de valor aos produtos agrícolas através de um subsistema de transformação artesanal: do leite a família produz queijos ou doces; abóboras e goiabas são transformadas em doce e geléia; e a carne de porco é conservada sob a forma de linguiças, que também são vendidas no estabelecimento. Estas atividades de transformação primária dos produtos são vistas atividades para-agrícolas, isto é, desenvolvidas de forma paralela à exploração agropecuária, e em uma relação de fortalecimento desta. Estes produtos processados também fazem parte da dieta da família, que produz a maior parte dos alimentos que consome em um elevado nível de auto provisionamento.

O agroecossistema diversificado recebe aplicações pouco frequentes de fertilizantes solúveis, mas ao contrário dos outros sistemas observados, aqui não há aplicação de agrotóxicos. Por fim, é importante ressaltar que a família participa de atividades religiosas com certa frequência, e sempre troca sementes e conhecimentos com vizinhos, incrementando a diversidade do lote e consolidando laços de solidariedade. Existe o contrato de funcionários temporários durante o verão, quando há mais trabalho por conta das necessidades de capina.

Assim, as médias gerais dos indicadores para cada agroecossistema foram as seguintes:

Tabela 3. Comparação das notas médias dos agroecossistemas.

Agroecossistema	Nota média
Cana de açúcar industrial	1,3
Misto cana e horticultura	1,9
Horticultura não diversificada	1,6
Horticultura diversificada	2,7

A Figura 5 apresenta os índices de sustentabilidade para cada dimensão – econômica (ISEcon), ambiental (ISAmb) e sociocultural (ISSocio) – e para cada agroecossistema. Estes índices foram obtidos somando as notas de cada

indicador do conjunto de indicadores econômicos, ambientais ou socioculturais, e depois dividindo esta soma por seis, já que cada dimensão foi descrita a partir de seis indicadores.

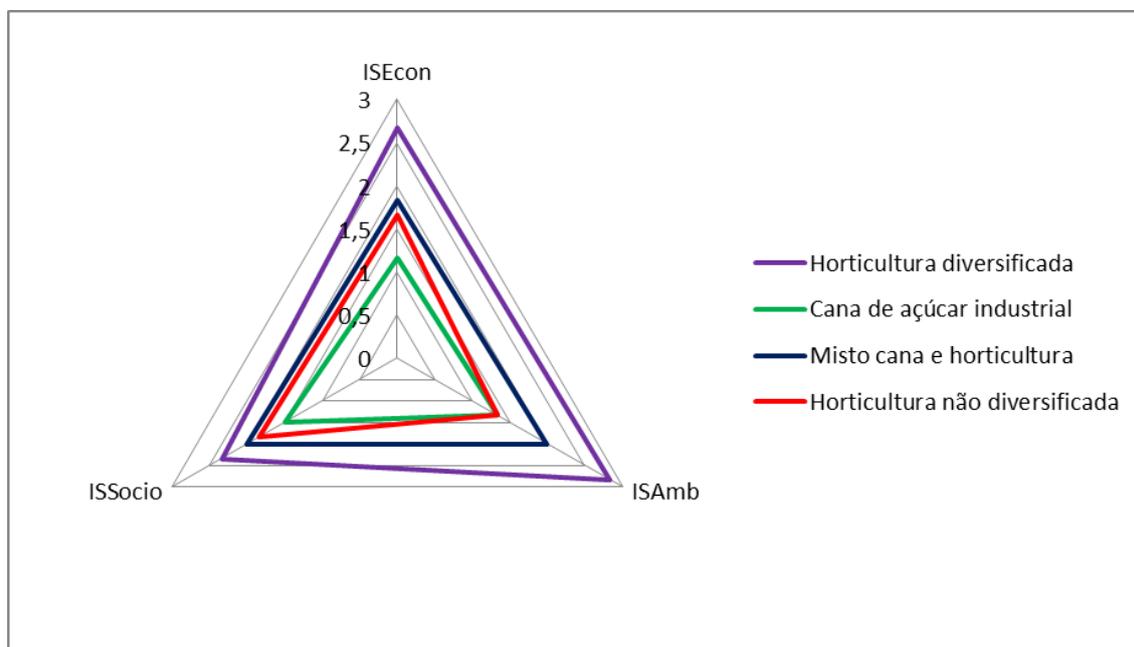


Figura 5. Índices de Sustentabilidade para cada dimensão e agroecossistema.

A partir do gráfico é possível observar que o agroecossistema de Horticultura diversificada obteve um melhor desempenho em todas as dimensões, especialmente a econômica e ambiental. Comparando o sistema Misto, o segundo melhor no nível de sustentabilidade, com o de Horticultura não diversificada, observamos semelhanças no ISSocio e ISEcon, ou seja, condições socioculturais e econômicas próximas, sendo que a diferença se faz mais marcante na dimensão ambiental. Isto ocorre porque a presença de horticultura diversificada e do componente animal no sistema Misto

eleva os níveis de sustentabilidade ambiental para acima do obtido no agroecossistema de Horticultura não diversificada. Por fim, o agroecossistema de Cana de açúcar industrial apresenta semelhanças importantes com o de Horticultura não diversificada na dimensão ambiental (ISAmb), mas também mostra diferenças acentuadas em relação a todos os outros nas esferas sociocultural e econômica.

Na Figura 6 apresentamos a média de cada uma das dimensões de avaliação, de forma ponderada para todos os agroecossistemas:

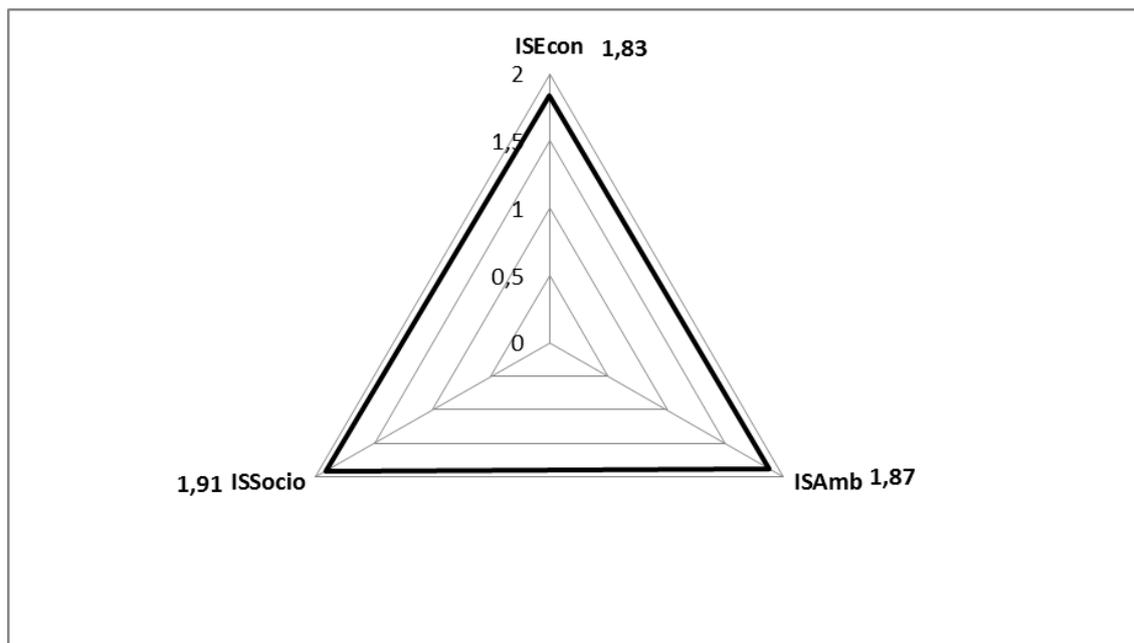


Figura 6. Média das dimensões de avaliação para todos os agroecossistemas.

De forma geral, a sustentabilidade econômica é mais deficitária nos sistemas estudados no assentamento Monte Alegre, enquanto a sustentabilidade sociocultural é mais robusta. Sem embargo, não há diferenças muito discrepantes entre as três dimensões, havendo antes um equilíbrio entre elas.

## CONCLUSÃO

A diversificação de subsistemas e de cultivos no estabelecimento agrícola é elemento essencial para a obtenção de níveis elevados de sustentabilidade. Neste sentido, os agroecossistemas com presença de um subsistema de horticultura diversificada apresentaram os maiores níveis de sustentabilidade. A presença da cana de açúcar industrial nos lotes, ao que parece, rebaixa os níveis de sustentabilidade, uma vez que a monocultura implica em aportes crescentes de insumos externos como fertilizantes solúveis e agrotóxicos. Ademais, a cana reduz o espaço disponível para os cultivos alimentares e para a criação de animais, desestruturando algumas das funções do agroecossistema. O sistema produtivo baseado na cana de açúcar industrial não obteve um índice de sustentabilidade econômica elevado, e apresentou o mesmo perfil ambiental do sistema misto.

Por seu turno, os sistemas Misto e de Horticultura não diversificada são bastante parecidos nas dimensões econômica e sociocultural, mas há diferenças consideráveis no que se refere à sustentabilidade ambiental, com vantagens para o sistema Misto. Assim, e mesmo com a presença da cana de açúcar em associação com usinas em metade da área disponível, a horticultura diversificada traz benefícios ambientais ao sistema Misto que a presença de horticultura não diversificada no outro agroecossistema não é capaz de oferecer.

Por fim, o agroecossistema de Horticultura diversificada obteve os melhores índices de sustentabilidade, com especial destaque para a dimensão ambiental. Este desempenho é decorrente da diversificação de culturas, do incremento de matéria orgânica no solo facilitado pela presença do componente animal, pouco uso de fertilizantes solúveis e não uso de agrotóxicos. Ademais, este é o único sistema analisado em que a família agrega valor aos seus produtos pela transformação artesanal, contribuindo assim para a sustentabilidade econômica.

A partir deste estudo foi possível comparar quatro agroecossistemas familiares localizados em uma mesma realidade temporal e espacial, destacando os pontos fracos e fortes dos mesmos. Acredita-se que a sustentabilidade econômica dos sistemas pode ser incrementada pela diversificação dos canais de comercialização e pela agregação de valor aos produtos dentro do lote agrícola. Para tanto, a diversificação de cultivos e um melhor uso dos recursos disponíveis localmente é essencial, sendo que o enfoque integrador da agroecologia pode contribuir em muito para o redesenho dos agroecossistemas visando níveis elevados de sustentabilidade.

## BIBLIOGRAFIA

- ALTIERI, M. Agroecologia: as bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592p.
- ANTUNIASSI, M.H.R., AUBRÉE, M., CHONCHOL, M.E.F. De sitiante a assentado: trajetórias e estratégias de famílias rurais. Revista São Paulo em Perspectiva, vol.7, n.3, jul-set. São Paulo: Fundação SEADE, 1993. p.125-132.

- CAMPOI, A.M. Sistemas de produção e estratégias de vida para a permanência na terra: um estudo no projeto de assentamento Monte Alegre – Araraquara-SP. (Dissertação de mestrado). Araraquara: UNIARA, 2005. 183p.
- CANDIDO, A. Os Parceiros do Rio Bonito. Estudo sobre o caipira paulista e a transformação dos seus meio de vida. 5ª Ed. São Paulo: Duas Cidades, 1979.
- CARMO, M.S. A produção familiar como lócus ideal da agricultura sustentável. Agricultura em São Paulo. São Paulo: IEA, vol.45, n.1. 1998, p.1-15.
- CARNEIRO, M.J. e MALUF, R.S. (Orgs.) Para além da produção: multifuncionalidade e agricultura familiar. Rio de Janeiro : MAUAD, 2003. 230p.
- CAPORAL, F.R. & COSTABEBER, J.A. Análise multidimensional da sustentabilidade: uma proposta metodológica a partir da Agroecologia. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável. Porto Alegre: 2002, v.3. n.3. p.70-84.
- CAPORAL, F.R. & COSTABEBER, J.A. Agroecologia: alguns conceitos e princípios. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA, 2004. 24p.
- CAPORAL, F.R. e COSTABEBER, J.A. Agroecologia: alguns conceitos e princípios. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA, 2007. 24p.
- DEPONTI, C.M., ECKERT, C., AZAMBUJA, J.L.B. Estratégia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável. Porto Alegre: 2002, v.3. n.4. p.44-52.
- FERRAZ, J.M.G. As dimensões da sustentabilidade e seus indicadores. In: MARQUES, J.F., SKORUPA, LA.,
- FERRAZ, J.M.G. Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. p.17-33.
- FERRANTE, V.L.S.B., BARONE, L.A., DUVAL, H.C. Experiências de reforma agrária: bloqueios e perspectivas de desenvolvimento rural. Revista Lutas & Resistências, v.1. Londrina: UEL/GEPAL, 2006. p.76-90.
- FERRANTE, V.L.S.B. e BARONE, L.A. Assentamentos na agenda de políticas públicas: a “trama de tensões” em regiões diferenciadas. In: FERRANTE, V.L.S.B. e WHITAKER, D.C.A. (Orgs.) Reforma Agrária e desenvolvimento: desafios e rumos da política de assentamentos rurais. Brasília: MDA/Nead, 2008. p.272-308.
- FERREIRA, A.D.D. Processos e sentidos sociais do rural na contemporaneidade: indagações sobre algumas especificidades brasileiras. Estudos Sociedade e Agricultura. Rio de Janeiro: UFRRJ/CPDA, n.18. 2002, p.28-46.
- FIAMENGUE, E.C. Histórico dos assentamentos. In: Whitaker, D.C.A. Sociologia Rural: questões metodológicas emergentes. Letras a margem: Presidente Venceslau, 2002. p.173-185.
- GLIESSMAN, S. R. Agroecologia: Processos Ecológicos em Agricultura Sustentável. 2ª edição. Porto Alegre: UFRGS, 2001. 653p.
- HART, R.D. Conceptos básicos sobre agroecossistemas. Turrialba: CATIE, 1985. 160p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2006: Agricultura familiar, primeiros resultados. Brasil, grandes regiões e unidades da federação. Rio de Janeiro: 2006, 267p.
- LÓPEZ-RIDAURA, S., MASERA, O., ASTIER, M. Evaluando la sostenibilidad de los sistemas agrícolas integrados: el marco MESMIS. Boletín de ILEIA, 2001. p.25-27.
- MASERA, O., ASTIER, M., LÓPEZ-RIDAURA, S. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS. México: GIRA/Mundi-Prensa, 2000. 109p.
- MORUZZI MARQUES, P.E. Concepções em disputa na formulação das políticas públicas de apoio à agricultura familiar: uma releitura sobre a criação do PRONAF. Revista Raízes, vol.22, nº02. Campina Grande: UFCG/PPGS, 2003. p.168-180.
- VEIGA, J.E. Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI. Rio de Janeiro: Garamond, 2005. 200p.
- WHITAKER, D.C.A (Org.) Sociologia Rural: questões metodológicas emergentes. Presidente Venceslau: Letra à Margem, 2002. 200p.

Recebido em 12 03 2011

Aceito em 22 12 2011