

- KRIEGER, David J. Einführung in die allgemeine Systemtheorie. München: Wilhelm Fink Verlag, 1998. p. 183.
- LUHMANN, Niklas. Soziale Systeme. Grundriss einer allgemeinen Theorie. Frankfurt: Suhrkamp, 1987. p. 675.
- MATURANA, Humberto. *A ontologia da realidade*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1997. p. 350.
- MATURANA, Humberto. *Cognição, ciência e vida cotidiana*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2001. p. 203.
- MATURANA, Humberto. *Autopoiesis, structural coupling and cognition: a history of these and other notions in the biology of cognition*. Cybernetics & Human Knowing, vol. 9, n. 3-4, p. 5-34, 2002.
- MATURANA, H.; PÖRKSEN, B. Vom Sein zum Tun. Die Ursprünge der Biologie des Erkennens. Heidelberg: Carl-Auer-Systeme Verlag, 2002. p. 223.
- MORIN, Edgar. *Ciência com consciência*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 350.
- NEVES, C. E. B. Niklas Luhmann e sua obra. In: NEVES, C. E. B.; SAMIOS, E. M. B. (Org.). *Niklas Luhmann: a nova teoria dos sistemas*. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, Goethe-Institut/ICBA, 1997, p. 9-17.
- NORMAN, D. W. The farming systems approach: a historical perspective. In: SYMPOSIUM OF THE INTERNATIONAL FARMING SYSTEMS ASSOCIATION, 17., 2002. Flórida. *Proceedings...* Flórida: IFSA, 2002, CD-ROM.
- The OPEN UNIVERSITY. Systems thinking and practice: a primer. Milton Keynes: 2002, p. 79.
- PESSIS-PASTERNAK, Guitta. *Do caos à inteligência artificial: quando os cientistas se interrogam*. São Paulo: Editora da UNESP, 1993. 259p. (Heinz von Foerster, pioneiro da cibernética, p. 197-206)
- PINHEIRO, Sérgio L. G. O advento da abordagem de sistemas na agricultura. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 2., 1995. Londrina. *Anais...* Londrina: 1995, p. 21-52.
- WILLKE, Helmut. *Systemtheorie I: Grundlagen. Eine Einfuehrung in die Grundprobleme der Theorie sozialer Systeme*. Suttgart: Lucius & Lucius, 2000. p. 271.

Recebido para publicação em 18/03/04

Aceito para publicação em 20/09/04

## AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM AGROECOSSISTEMAS: UM POUCO DE PRAGMATISMO<sup>1</sup>

Lino Geraldo Vargas Moura<sup>2</sup>

Jalcione Almeida<sup>3</sup>

Lovois de Andrade Miguel<sup>4</sup>

### Resumo

A popularização da expressão "Desenvolvimento Sustentável", nas últimas décadas, trouxe consigo um novo desafio: a avaliação da sustentabilidade. Propostas de indicadores de sustentabilidade entraram na agenda de governos e instituições não governamentais com o objetivo de medir a sustentabilidade em agroecossistemas. No entanto, metodologias de alta complexidade, tanto no que se refere a obtenção como a interpretação de indicadores de sustentabilidade, têm dificultado a aplicação e a operação destas propostas em escalas locais ou regionais. Neste artigo comparam-se quatro metodologias utilizadas recentemente em trabalhos científicos para a avaliação da sustentabilidade em sistemas de produção agropecuários. Para tanto, foi selecionado um conjunto de indicadores de avaliação de sustentabilidade. Estes indicadores foram testados utilizando três metodologias que utilizam cálculos estatísticos sofisticados e uma metodologia utiliza cálculos simplificados (média aritmética simples) para comparar a sustentabilidade em sistemas de produção agropecuários. Pode-se constatar que as quatro metodologias empregadas neste estudo produziram resultados semelhantes e permitiram avaliar e comparar os diferentes sistemas de produção agropecuários sob uma perspectiva de sustentabilidade. A análise comparativa simplificada configurou-se assim como uma alternativa viável e confiável para a avaliação da sustentabilidade de sistemas de produção agropecuários.

Palavras-chave: sustentabilidade, desenvolvimento, indicadores.

<sup>1</sup> As reflexões constantes deste artigo fazem parte de dissertação de mestrado do primeiro autor realizada no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PGDR/UFRGS).

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Mestre pelo Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Rural/ PGDR da UFRGS. Linovmoura@IG.com.br

<sup>3</sup> Dr. em Sociologia e Professor do Departamento de Horticultura e Silvicultura e do Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Rural/ PGDR da UFRGS. Jal@UFRGS.br

<sup>4</sup> Dr. em Agronomia e Professor do Departamento de Ciências Econômicas e do Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Rural/ PGDR da UFRGS. Lovois@UFRGS.br

## ABSTRACT

**SUSTAINABILITY OF AGRO ECOSYSTEMS EVALUATION: A BIT OF PRAGMATISM<sup>5</sup>** - The popularization of the expression "Sustainable Development", in the last decades, has involved a new challenge: sustainability's evaluation. Suggestions of sustainability indicators became part of governmental and non-governmental organizations' agenda with the purpose of measuring agro ecosystems' sustainability. However, complex methodologies for the creation and interpretation of sustainability indicators have made the application and operationalization of these proposals difficult in local and regional scales. In this paper, four methodologies recently used in scientific studies for sustainability evaluation in the agricultural and stock raising productive system, are compared. Therefore, we selected a group of indicators of sustainability evaluation. They were tested with three methodologies that use sophisticated statistical calculations and a methodology that uses simplified calculations (arithmetic means) in order to compare the sustainability in agricultural and stock raising productive systems. We can say that the four methodologies applied in this study produced similar results and allowed the evaluation and comparison of different agricultural and stock raising productive systems from the sustainability perspective. The simplified comparative analysis became a reliable alternative for the evaluation of the agricultural and stock raising productive systems' sustainability.

Keywords: sustainability, development, indicators.

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o debate sobre o tema desenvolvimento sustentável chegou a quase todas as esferas da sociedade. A expressão "desenvolvimento sustentável", que procura condensar a necessidade de conciliar o crescimento econômico com justiça social e preservação ambiental, se popularizou a partir da divulgação do Relatório Brundtland.<sup>6</sup> Ao mesmo tempo, passou a gerar polêmicas em função dos poucos avanços, em termos de consenso obtido, nesta questão. Várias iniciativas científicas têm proposto formas de minimizar os problemas sociais e ecológicos, causados pela ação antrópica nos agroecossistemas.<sup>7</sup>

A necessidade de uma "solidariedade diacrônica",<sup>8</sup> isto é, que permita às gerações

<sup>5</sup> The reflections present in this article are part of my Master's Dissertation, from the Graduate Program on Rural Development of the Universidade do Rio Grande do Sul (PGDR/UFRGS). For this reason, the field Research methodology and the working of index are not shown in detail.

<sup>6</sup> Relatório da Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (1987) sobre os padrões de desenvolvimento em relação aos recursos naturais.

<sup>7</sup> QUIRINO et al (2002).

<sup>8</sup> CAPORAL & COSTABEBER (2000).

futuras continuarem a usufruir os recursos naturais e se reproduzir socialmente e a constatação de uma "crise" no plano ambiental forma o pano de fundo para o debate da sustentabilidade. Esta "crise", relacionada com a finitude dos recursos naturais e as injustiças sociais, acarretou um novo desafio: avaliar o grau de sustentabilidade dos agroecossistemas. Várias proposições foram operacionalizadas com a finalidade de medir a sustentabilidade em diversas escalas de agregação (de unidades de produção até escalas globais). Entretanto, este tema ainda está longe de ser consensual ou de atender às necessidades de agentes de intervenções nos agrossistemas.

Neste artigo procura-se levantar a questão da necessidade da objetivação da avaliação da sustentabilidade, mesmo concordando com a complexidade do tema. Busca-se, a partir da concordância com esta complexidade, sugerir alguns avanços na possibilidade de transformar a sustentabilidade em uma noção objetiva, capaz de instrumentalizar ações mais conseqüentes de agentes técnicos ou políticos em diferentes realidades.

Compara-se metodologias para a avaliação da sustentabilidade, disponíveis no meio científico, com uma proposta de método simplificado, chegando-se a dados finais muito semelhantes, no que diz respeito a Índices de Sustentabilidade Relativa (IRS). Com isto, sugere-se a possibilidade de obter informações de maneira prática, rápida e objetiva sobre a sustentabilidade de agrossistemas, sem a necessidade de recorrer a complexos cálculos matemáticos, que implicam em rejeição de parte de agentes que tratam da questão e, muitas vezes, justificam a manutenção de discursos subjetivos e sem sustentação quantitativa.

## 2 A INSUSTENTABILIDADE DOS AGROECOSSISTEMAS

Desde os primórdios da civilização, a agricultura é a principal forma de interação do ser humano com a natureza, a causadora das maiores transformações no meio ambiente e, conseqüentemente, dos problemas que convencionamos chamar de impacto ambiental. A necessidade de produção de alimentos, fibras e riqueza levou o homem ao aperfeiçoamento do instrumental de intervenção e modificação das condições ambientais.

Após séculos de avanços, a passos lentos, no progresso técnico, o século XX trouxe uma aceleração no processo de inovação tecnológica e, por conseguinte, na capacidade do homem interferir nos processos naturais. Theodore W. Schultz, em sua obra, "Transformig Traditional Agriculture" (1964) propôs uma teoria de que os agricultores eram racionais e eficientes no uso de recursos e o que restringia o seu progresso material eram as deficiências técnicas e econômicas. Isto significava a necessidade da inclusão de insumos de alta eficiência nos sistemas agrícolas para aumentar a produtividade da terra e da mão-de-obra. Baseado nesta teoria, um novo modelo de agricultura, identificado como Revolução Verde, foi implantado no final da década de 60,

sobretudo, nos países que se convencionou chamar de “terceiro mundo”. Este modelo se baseou na intensificação e na especialização da produção, isto é, no aumento do rendimento da terra e da mão-de-obra e na monocultura de produtos vegetais. Para tornar os agroecossistemas mais eficientes, em termos econômicos, houve uma simplificação dos sistemas agrícolas, através de um conjunto de práticas, também chamado de “pacote tecnológico” que envolve: moto-mecanização, sementes geneticamente melhoradas, fertilizantes químicos, pesticidas, herbicidas e irrigação.

Para dar sustentação à difusão e à implantação do novo modelo foram criados no Brasil os sistemas de assistência técnica e extensão rural e de pesquisa agrícola. O sistema de pesquisa, basicamente, adaptou tecnologias de países “desenvolvidos”, facilitando a difusão e a adoção das mesmas rapidamente.

Os objetivos previstos, inicialmente, foram atingidos de acordo com Delgado (2002): “de fato no período analisado houve aumento significativo nos indicadores técnicos de modernização agropecuária, aumento da produção e sua diversificação e significativa alteração no padrão técnico do setor rural”. A modernização da agricultura, no Brasil, cumpriu parte do papel a ela atribuído: aumentar a produção e a produtividade, aumentar o rendimento do trabalho e beneficiar a acumulação de riqueza e patrimônio. Mas isto foi feito acompanhado de impactos negativos, do ponto de vista social e ambiental, de acordo com vários autores.<sup>9</sup>

A exclusão social e a marginalização econômica dos agricultores que, por razões internas ou externas, não puderam acompanhar este processo de modernização, foram conseqüências desfavoráveis deste processo. Problemas urbanos, em virtude da migração desenfreada do campo para as cidades, causando inchaço das cidades, miséria, desemprego e violência, tornaram-se realidade. Houve maior concentração da renda e da propriedade da terra. O crédito foi seletivo, aumentando a concentração de riqueza e, muitas vezes, impôs tecnologias não adaptadas à realidade sócio-econômica dos agricultores. Seguiu-se a isto, um aumento das desigualdades sociais e regionais. O crédito rural, principal instrumento das políticas públicas, foi destinado, prioritariamente, para as regiões mais desenvolvidas e aos produtos mais dinâmicos (destinados à exportação). Conseqüentemente, observou-se a aceleração do processo de degradação ambiental. A simplificação dos sistemas de cultivo e o uso de tecnologias que não levavam em conta os fatores ambientais causaram significativos impactos ambientais que podem ser identificados na menor eficiência energética, perda da biodiversidade, redução da fertilidade do solo, bem como o aumento do uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos.

<sup>9</sup> Os impactos negativos da modernização da agricultura citados são baseados em Costabeber (1989), Pereira Filho (1991), Graziano da Silva (1996), Martine & Garcia (1987), Delgado (2002) e Almeida (1997).

### 3 O IDEAL DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O esgotamento das estratégias baseadas no crescimento econômico, em virtude dos problemas sociais e ambientais, impulsionou a “idéia” de desenvolvimento sustentável, especialmente, a partir da Conferência de Estocolmo, quando emergiu o conceito de ecodesenvolvimento. Caporal & Costabeber (2000) definem esta crise, que determinou uma mudança no debate a respeito do desenvolvimento: “A partir da década de 1970, os resultados da aplicação das estratégias convencionais de desenvolvimento já começavam a se mostrar insuficientes para dar conta das crescentes condições de desigualdade e de exclusão social. Apesar do crescimento do PIB, as análises destes resultados passavam a indicar que tais estratégias estavam ocasionando graves danos ao meio ambiente”.

Em 1987, o Relatório Brundtland definiu que “desenvolvimento sustentável significa atender às necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades”. A partir daí se multiplicaram as definições, sempre enfocando a relação entre o meio ambiente e a sociedade. No entanto, esta continua a ser a definição que norteia todas as outras formuladas posteriormente.

Almeida (1997), ao discutir o conceito de Desenvolvimento Sustentável, classifica-o como um “guarda-chuva que abriga um grupo de atores alternativos que buscam inventar um novo modo de desenvolvimento e de agricultura que seja: socialmente justo, economicamente viável, ecologicamente sustentável e culturalmente aceito, recuperando técnicas, valores e tradições”, expressando uma visão multidimensional da sustentabilidade.

#### 3.1 Os consensos

Um dos pontos de consenso, entre aqueles que tratam do desenvolvimento sustentável, é o reconhecimento da insustentabilidade dos padrões de desenvolvimento adotados pelo homem na sociedade contemporânea, bem como a necessidade de conciliar o crescimento econômico com justiça social e coerência ecológica.

Outro aspecto consensual é a aceitação da noção de complexidade dos agroecossistemas e a conseqüente dificuldade de dar conta de toda esta complexidade nos estudos científicos. Aspectos relacionados com a escala de agregação, escala temporal, dimensões, variáveis relevantes em cada sistema e o interesse dos diferentes atores são fatores limitantes para a formulação de propostas adequadas para diferentes realidades.

Levando em conta os aspectos convergentes, a Agenda 21 propõe a formulação de indicadores para a avaliação da sustentabilidade, o que passou a ser considerado como uma necessidade por diversos organismos internacionais e objeto de investigações em diversos países.

#### 4 OS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

Para os fins deste estudo define-se indicador de sustentabilidade como um conjunto de parâmetros que permita medir as modificações antrópicas em um determinado sistema e comunicar, de forma simplificada, o estado deste sistema em relação aos critérios e as metas estabelecidas para avaliar a sua sustentabilidade.

##### 4.1 Características dos indicadores de sustentabilidade

Observa-se na bibliografia uma extensa relação de características que pode impor dificuldades para o investigador atender a todas, na seleção de um conjunto de indicadores.<sup>10</sup> Alguns autores minimizam esta dificuldade. “A maioria dos indicadores não preenche todos os critérios desejáveis, pelo que deverá haver um compromisso de otimização entre os critérios possíveis de garantir e aqueles que são tidos como mais relevantes para cada caso” (GOMES et al., 2000). Conforme Guijt (1999), os indicadores não necessitam ser perfeitos, mas representar uma realidade bem mais complexa e por isto devem ser relevantes e precisos. As características de um bom indicador são resumidas como sendo aquele que atende “aos seguintes critérios: ser específico, mensurável, atingível, relevante, oportuno” (GUIJT, 1999).

##### 4.2 Tipos de propostas para a avaliação da sustentabilidade

Masera et al (1999) sintetiza as linhas de publicações e projetos que procuram responder aos questionamentos referentes à avaliação da sustentabilidade em agrossistemas:

- publicações que dedicam a definição dos indicadores de sustentabilidade para avaliação de sistemas;
- metodologias para determinação de índices de sustentabilidade que buscam reunir as informações em uma medida única;
- metodologias que comparam a sustentabilidade de agroecossistemas com sistemas naturais;
- metodologias que propõem um marco de avaliação da sustentabilidade, enfatizando sua aplicabilidade prática.

<sup>10</sup> Para mais informações sobre a caracterização de indicadores de sustentabilidade, ver Marzall (1999), Camino & Muller (1999) e Masera et al. (1999).

#### 5 EM BUSCA DA OBJETIVIDADE

O objetivo deste artigo é propor uma metodologia comparativa simplificada, que permita avaliar, de forma objetiva, a sustentabilidade relativa dos sistemas de produção praticados pelos fumicultores do município de Agudo – RS.

Com simulações de avaliação da sustentabilidade em sistemas de produção, utilizando quatro metodologias e os mesmos parâmetros, obtidos em pesquisa de campo, busca-se verificar a validade do uso de cálculos simples (as quatro operações matemáticas básicas e a média aritmética simples) para o mesmo tipo de avaliação sem perder a eficiência. Com isto procura-se ganhar em agilidade e acesso a usuários sem conhecimentos aprofundados de estatística.

##### 5.1 Abarcar toda a complexidade ou não fazer nada?

Havendo concordância com a insustentabilidade e com a dificuldade de dar conta da complexidade dos agrossistemas, o discurso passa a ser a alternativa para a denúncia e a busca de mudança dos padrões de desenvolvimento. Isto leva a um dilema: já que não há a possibilidade de dar conta, objetivamente, de todos os componentes do processo de desenvolvimento, então é melhor manter o discurso da insustentabilidade, ainda que conduzido de forma pouco eficiente e sem referências que dêem sustentação ao mesmo. No entanto, a possibilidade de interferir e atrair a atenção dos diversos atores envolvidos no processo, apenas com informações subjetivas ou juízos de valor, torna-se uma tarefa árdua e, muitas vezes, inócua.

##### 5.2 A necessidade de referenciais

Para romper com a subjetividade são necessários referenciais quantitativos, ainda que imprecisos, mas que possibilitem comparações entre diferentes componentes dos sistemas ou diferentes sistemas. A impossibilidade de dar conta de toda a complexidade não impede que algumas variáveis sejam comparadas na avaliação dos processos de desenvolvimento e desta forma permitam relativizar a sustentabilidade, mesmo que parcialmente. Com o uso de indicadores de sustentabilidade visa-se obter informações objetivas, sobre alguns componentes dos sistemas, de modo a permitir a avaliação da situação dos mesmos, em termos relativos, através de análise comparativa. Com estas referências pode-se interferir de forma conseqüente em etapas do processo de desenvolvimento, identificando os fatores que contribuem para contextos de maior ou menor sustentabilidade relativa de todo o sistema estudado.

### 5.3 Uma metodologia simplificada para o cálculo de indicadores de sustentabilidade

O processo de seleção dos indicadores baseou-se na bibliografia citada e na realidade estudada. A partir de dados originais da pesquisa de campo (34 unidades de produção), agruparam-se 47 parâmetros em 15 indicadores de sustentabilidade, em três dimensões: econômica (5 indicadores), social (5 indicadores) e ambiental (5 indicadores). Em cada dimensão foram avaliados cinco critérios de sustentabilidade: produtividade, equidade, estabilidade, autonomia e resiliência. Todos os parâmetros receberam o mesmo peso.

Procedeu-se o cálculo de indicadores de sustentabilidade por unidade e por sistemas de produção, diferenciados a partir dos indicadores sócio-econômicos. Desta forma, gerou-se um Índice Relativo de Sustentabilidade – “IRS” para cada UPA e cada sistema. Calcularam-se, também, os índices por dimensão para cada sistema.

Para estabelecer uma escala de valores foram adotados os seguintes passos:

a) Foi calculada a média aritmética simples dos valores dos parâmetros agregados de cada critério em cada dimensão.

b) Foi calculado o índice relativo à média do indicador bruto de cada UPA.

$\text{Índice} = \frac{\text{parâmetro agregado}}{\text{Média}}$

Média

c) Para obter o Índice Relativo de Sustentabilidade (IRS) da UPA foram somados os índices de cada indicador (15 indicadores).

d) Para obter o índice de cada dimensão foram somados os cinco valores referentes a cada dimensão.

e) Para obter o índice de cada critério foram somados os três valores referentes a cada critério (um em cada dimensão).

f) Para obter os IRS dos sistemas de produção foram calculadas as médias aritméticas simples dos indicadores de todas as unidades que compõem cada sistema.

## 6 COMPARANDO O MÉTODO PROPOSTO COM OUTROS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE

Para verificar a validade do método proposto, comparam-se os seus resultados com os obtidos utilizando-se outros métodos já divulgados no meio científico.

Após a formatação de planilhas de acordo com cada método, foram utilizados os mesmos parâmetros usados na metodologia proposta. Foi utilizada a mesma tipologia das UPA's em todos os métodos testados.

Para comparação dos resultados nas dimensões (econômica, social e ambiental) e dos sistemas de produção foi analisada a ordem de classificação em termos de

sustentabilidade relativa de cada sistema e feita uma avaliação visual através de comportamento em gráficos de barras elaborados com o Microsoft Excel. Para a elaboração dos gráficos os resultados, obtidos nos quatro métodos, foram padronizados para a mesma escala de valores com a função “Padronizar” do Microsoft Excel.

Como o objetivo desta análise é apenas verificar a validade do uso de cálculos simplificados, apresentam-se os resultados de forma descritiva e comparativa, não havendo maior detalhamento das causas que condicionam semelhanças ou diferenças entre os resultados.

### 6.1 As fontes dos dados

Para todos os métodos usam-se os mesmos parâmetros obtidos em pesquisa de campo no município de Agudo<sup>11</sup>. Para a comparação utilizam-se os parâmetros agregados, pois se parte do princípio que a agregação dos parâmetros originais deva ser a mesma, para preservar a possibilidade de comparação. Estes parâmetros são apresentados na Tabela 4. A definição dos sistemas de produção foi realizada com base em parâmetros socioeconômicos e não é objeto deste artigo por ter-se utilizado os mesmos dados para todos os métodos, não influenciando nos resultados.<sup>12</sup>

A partir destes parâmetros, calcularam-se os índices de sustentabilidade, globais e por dimensão, para cada unidade e para cada sistema de produção. Posteriormente, foram comparados os resultados obtidos em cada uma das metodologias testadas.

### 6.2 Métodos utilizados na comparação com a metodologia proposta

Os critérios de escolha dos métodos para comparar os resultados com a metodologia proposta neste estudo estão relacionados a quatro fatores:

Ser de publicação recente.

Apresentar uma descrição inequívoca de todo o processo metodológico não permitindo interpretações subjetivas dos seus pressupostos e fórmulas.

A metodologia deve ser capaz de gerar um Índice Relativo de Sustentabilidade para unidades e/ou sistemas de produção.

Permitir a aplicação direta dos mesmos dados utilizados neste estudo em relação aos dados de unidades de produção e das dimensões da sustentabilidade.

<sup>11</sup> Os procedimentos metodológicos empregados na coleta de dados não são objeto deste artigo e estão explicitados em Moura (2002).

<sup>12</sup> Os parâmetros para a elaboração da tipologia das unidades de produção (UPA) foram baseados em Ferreira (2001).

### 6.2.1 Método proposto por Daniel (2000)<sup>13</sup>

O autor analisa a sustentabilidade de sistemas florestais através de indicadores representativos de três dimensões: ambiental, social e econômica. São gerados índices, para facilitar a sua interpretação, por meio da disposição dos valores dos indicadores nos raios de um gráfico do tipo radar. O autor propôs 57 indicadores de sustentabilidade biofísica e 48 de sustentabilidade socioeconômica. A área, formada pelo maior polígono resultante, gera um índice de sustentabilidade (IS).

### 6.2.2 Método proposto por Lopes (2001)<sup>14</sup>

O autor analisa os pressupostos de organização político-institucional e seus respectivos formatos tecnológicos, típicos de sistemas agro-florestais existentes na região que compreende os vales dos rios Caí e Taquari, no Rio Grande do Sul. O método propõe a constituição e seleção de indicadores de sustentabilidade para análise destes sistemas, compondo um Índice de Sustentabilidade (IS). Faz a classificação dos diferentes sistemas, a partir dos seus caracteres estruturais e funcionais, visando a determinação de diferentes padrões organizativos (arranjos institucionais). Posteriormente, determina os padrões de sustentabilidade através do IS. Os indicadores escolhidos para a análise proposta situam-se em quatro diferentes dimensões da sustentabilidade: ambiental, organizacional, técnico-produtiva e econômica.

### 6.2.3 Método proposto por Sepúlveda (2002)<sup>15</sup>

Os autores propõem-se a colocar à disposição dos usuários instrumentos de uso prático, que viabilizem a operacionalização dos acordos da Agenda 21. Apresentam uma metodologia e seu respectivo programa de cálculo computadorizado, que permite realizar avaliações rápidas e a análise comparativa dos níveis de sustentabilidade em diversos níveis de agregação, bem como realizar análises para diferentes séries de tempo. O enfoque metodológico tem como fundamento conceitual uma perspectiva multidimensional do processo de desenvolvimento.

Trata-se de um processo para a geração de um índice de desenvolvimento sustentável (S) que contempla as diferentes dimensões da sustentabilidade.

<sup>13</sup> DANIEL, Omar. Definição de indicadores de sustentabilidade para sistemas agroflorestais. 2000. Tese (Doutor). Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal: Universidade Federal de Viçosa. 113p.

<sup>14</sup> LOPES, Saulo Barbosa. Arranjos institucionais e a sustentabilidade de sistemas agroflorestais: uma proposição metodológica. 2001. Dissertação (mestre em Desenvolvimento Rural) UFRGS. Porto Alegre.

<sup>15</sup> SEPÚVELDA, Sergio. et al. Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible en espacios territoriales. Disponível em: [www.infoagro.net/codes/stcpublicaciones.htm](http://www.infoagro.net/codes/stcpublicaciones.htm). Acesso em: 30/04/2002.

## 6.3 Resultados da comparação dos métodos

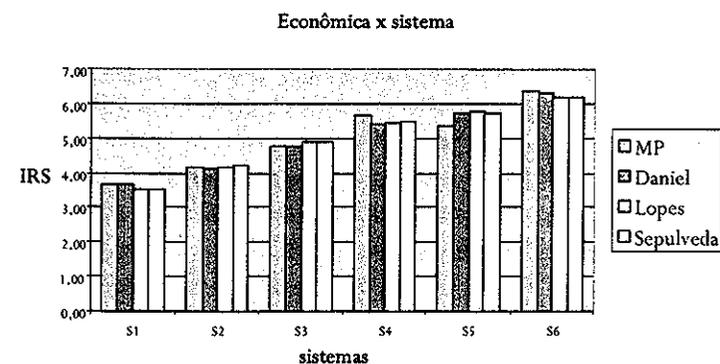
Para a comparação dos resultados por dimensão, em cada sistema de produção praticado pelos agricultores familiares de Agudo/RS, os dados dos indicadores de sustentabilidade foram padronizados,<sup>16</sup> o que permitiu a plotagem de gráficos na mesma escala de valores. Desta forma é possível visualizar os Índices Relativos de Sustentabilidade em cada método, por dimensão e por sistema de produção.<sup>17</sup> A seguir são analisados os dados obtidos nas três dimensões, utilizando os quatro métodos comparados neste estudo.

### a) Dimensão econômica

Quando calculados os IRS dos sistemas de produção, observa-se um comportamento semelhante na dimensão econômica, com o aumento dos valores a partir do sistema 1 até o sistema 6, respectivamente. A única variação observa-se no método proposto neste estudo (MP) que apresenta um comportamento diferenciado no sistema 5, com IRS inferior ao sistema 4.

Observa-se uma regularidade dos IRS nos sistemas de produção nos diferentes métodos, o que conduz a concluir-se que há uma equivalência de resultados nesta dimensão.

Gráfico 1 - Comparação dos Índices Relativos de Sustentabilidade (IRS) na dimensão econômica por método para cada sistema de produção:



Fonte: Planilhas construídas a partir dos parâmetros da tabela 4.

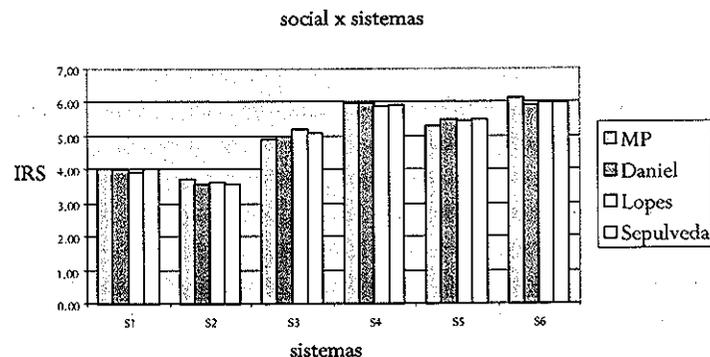
<sup>16</sup> A padronização foi feita com a função "padronizar" do Microsoft Excel.

<sup>17</sup> O termo "sistema X" refere-se ao sistema de produção praticado pelos agricultores familiares de Agudo/RS, sendo X o número do sistema referido (varia de 1 a 6, de acordo com a tipologia elaborada com base em indicadores sócio-econômicos).

### b) Dimensão social

Em relação à dimensão social, observa-se que os quatro métodos testados também apresentaram um comportamento semelhante. O sistema 2 apresenta os menores indicadores, em todos os métodos, seguido dos sistemas 1, 3 e 5, respectivamente.

Gráfico 2 - Comparação dos Índices Relativos de Sustentabilidade (IRS) na dimensão social por método para cada sistema de produção:



Fonte: Planilhas construídas a partir dos parâmetros da tabela 4.

Todos os métodos apresentam comportamento semelhante também em relação aos sistemas 4 e 6. Nos métodos propostos por Lopes (2001), Sepúlveda (2002) e neste estudo (MP) observa-se que a ordem é a mesma, bem como os valores obtidos são muito próximos. No método proposto por Daniel (2000) observa-se que o sistema 4 tem o IRS mais elevado que o sistema 6, mas com valores muito próximos, o que significa que todos os métodos testados chegaram a resultados semelhantes na dimensão social.

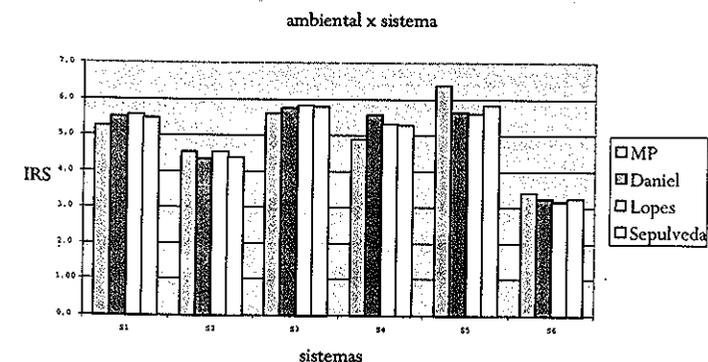
### c) Dimensão ambiental

Na dimensão ambiental, assim como nas demais dimensões, observa-se um comportamento semelhante dos resultados obtidos nos diferentes métodos, entretanto, os valores padronizados apresentam maiores diferenças do que nas dimensões econômica e social. A classificação dos sistemas de produção teve um comportamento semelhante na comparação dos métodos.

Em todos os métodos, os sistemas 6 e 2 tiveram os IRS mais baixos respectivamente, seguidos dos sistemas 4 e 1. Os sistemas 3 e 5 tiveram os melhores IRS na dimensão ambiental, porém apresentaram diferenças de desempenho: no método proposto neste estudo (MP) e no proposto por Sepúlveda (2002) o sistema 5 apresenta maior IRS em relação ao sistema 3. Já nos demais métodos testados esta situação se inverteu, mesmo

que os valores dos IRS nos dois sistemas comparados (3 e 5) tenham ficado muito próximos.

Gráfico 3 - Comparação dos Índices Relativos de Sustentabilidade (IRS) na dimensão ambiental por método para cada sistema de produção:



Fonte: Planilhas construídas a partir dos parâmetros da tabela 4.

Observa-se que o formato dos gráficos ressalta as dimensões que afetam a perspectiva de sustentabilidade de cada sistema, havendo uma relação entre as dimensões social e econômica. Os sistemas que apresentam IRS mais elevados na dimensão econômica, têm o mesmo comportamento na dimensão social.

Outro aspecto que se observa é que nos três sistemas com menores IRS (1, 2 e 3), a dimensão econômica apresenta índices menores do que a dimensão ambiental. O contrário ocorre no sistema 6, que tem o melhor IRS na dimensão econômica em todos os métodos. Nos sistemas 4 e 5, as três dimensões apresentam um maior equilíbrio. Atribui-se a este equilíbrio, o maior IRS apresentado por estes sistemas em relação aos demais.

A observação visual das semelhanças entre o comportamento por dimensão nos métodos comparados, que os gráficos possibilitam, é confirmada pela análise dos coeficientes de correlação, demonstrando a obtenção de resultados satisfatórios com a metodologia proposta. Na tabela 1 observa-se a correlação entre os resultados dos diferentes métodos por dimensão.<sup>18</sup>

<sup>18</sup> Os coeficientes de correlação foram obtidos utilizando a função "correl" do Microsoft Excel.

Tabela 1 - Coeficientes de correlação entre os Índices Relativos de Sustentabilidade (IRS) do método proposto (MP) e dos demais métodos testados por dimensão<sup>19</sup>:

	Econômica	Social	Ambiental
Daniel (2000)	0,9772	0,9893	0,8827
Lopes (2001)	0,9709	0,9842	0,8957
Sepúlveda (2002)	0,9743	0,9866	0,9432

Fonte: Moura, 2002.

#### 6.4 Comparando os IRS de cada sistema de produção<sup>20</sup>

Depois de calculados os índices de sustentabilidade de cada UPA, calculou-se a média aritmética dos valores dos IRS das unidades que compõem cada sistema de produção (conforme a tipologia elaborada a partir de indicadores sócio-econômicos) para a obtenção de um Índice Relativo de Sustentabilidade (IRS) global dos mesmos.

Na tabela 2, apresentam-se os índices de sustentabilidade de cada sistema de produção, obtidos através uso dos quatro métodos comparados neste capítulo. Também é apresentada a ordem de classificação de cada sistema em relação a sustentabilidade. Quanto maior o índice, maior é a sustentabilidade relativa do sistema de produção, considerando que todas as variáveis foram adequadas para ter uma relação direta com a perspectiva de sustentabilidade.

Observa-se, na tabela 2, que a ordem de classificação dos sistemas, de acordo com o índice relativo de sustentabilidade, foi semelhante na comparação entre os métodos, mudando apenas, no método proposto por Lopes (2001), a ordem dos sistemas 1 e 2 em relação aos demais métodos comparados. Observa-se um padrão de comportamento dos sistemas de produção em relação a sustentabilidade relativa. Os sistemas de produção 4, 5 e 6 apresentam comportamento semelhante, com maiores IRS que os demais. O sistema 3 apresenta uma situação de sustentabilidade relativa mediana em todos os métodos

<sup>19</sup> O coeficiente de correlação representa a relação entre duas, ou mais, variáveis. Se existe relação direta, é positivo. Se a relação é inversa, é negativo. Costuma-se classificar o coeficiente, conforme seu valor: nula -  $R = 0$ ; fraca -  $0 < |R| \leq 0,30$ ; média -  $0,30 < |R| \leq 0,60$ ; forte -  $0,60 < |R| \leq 0,90$ ; fortíssima -  $0,90 < |R| < 1$ ; perfeita -  $|R| = 1$ . Gonzalez (2002)

<sup>20</sup> As UPA's foram tipificadas de acordo com critérios sócio-econômicos e enquadradas em seis sistemas de produção diferenciados: Sistema Produção 1 – Fumicultores descapitalizados não proprietários de terra; Sistema de Produção 2 – Fumicultores descapitalizados com propriedade da terra; Sistema de Produção 3 – Fumicultores proprietários com restrições de área ou topografia; Sistema de Produção 4 – Fumicultores capitalizados que utilizam tecnologia de ponta; Sistema de Produção 5 – Fumicultores capitalizados com diversificação de atividade para o mercado; Sistema de Produção 6 – Fumicultores que usam tecnologia de ponta e têm muita restrição de áreas de cultivo.

testados. Os sistemas de produção 1 e 2 apresentam os mais baixos índices de sustentabilidade relativa, em todos os métodos testados.

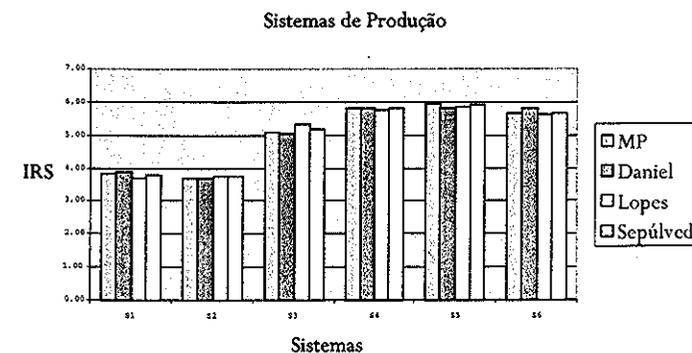
Tabela 2 - Índices Relativos de Sustentabilidade (IRS) obtidos nos Sistemas de Produção com a utilização de cada um dos métodos de avaliação:

Métodos	Método Proposto (MP)		Daniel (2000)		Lopes (2001)		Sepúlveda (2002)	
	IRS	Clas.	IRS	Clas.	IRS	Clas.	IRS	Clas.
Fumicultores descapitalizados não proprietários da terra - SP1	12,96	5	65,43	5	4,41	6	0,35	5
Fumicultores descapitalizados com propriedade da terra - SP2	12,7	6	63,34	6	4,42	5	0,34	6
Fumicultores proprietários com restrições de área ou topografia - SP3	15,21	4	77,68	4	4,94	4	0,47	4
Fumicultores capitalizados que utilizam tecnologia de ponta - SP4	16,54	2	85,89	2	5,08	2	0,52	2
Fumicultores capitalizados com diversificação de atividade para o mercado - SP5	16,83	1	85,94	1	5,1	1	0,53	1
Fumicultores que usam tecnologia de ponta e têm muita restrição de áreas de cultivo - SP6	16,24	3	85,5	3	5,03	3	0,51	3

Fonte: Moura, 2002.

Para a plotagem dos dados em gráfico de colunas foi realizada a padronização dos dados, nos cinco métodos. Para isto foi utilizada a função "Padronizar" do Microsoft Excel, sendo acrescida, a cada dado, uma constante de valor 5 para evitar valores negativos.

Gráfico 4 - Comparação dos Índices Relativos de Sustentabilidade (IRS) dos sistemas de produção para cada método de avaliação:



Fonte: Planilhas construídas a partir dos parâmetros da tabela 4.

A plotagem dos dados padronizados dos IRS dos sistemas de produção demonstra que há um comportamento semelhante em todos os métodos testados, o que pode ser observado pelo formato do gráfico 4. Neste gráfico, que compara os IRS de cada sistema de produção, nos cinco métodos, observa-se um comportamento semelhante destes índices, demonstrando que os resultados das diferentes metodologias permitem tirar as mesmas conclusões a respeito da sustentabilidade relativa de cada sistema de produção.

Os SP 1 e 2 apresentaram os IRS mais baixos; já o SP5 teve o mais alto índice relativo de sustentabilidade entre os seis sistemas de produção identificados na amostragem.

Verificam-se algumas sutilezas no comportamento dos IRS dos diferentes sistemas de produção quando analisados por metodologia proposta. Observa-se que o sistema 5 se destaca no método proposto neste estudo (MP), bem como nos métodos propostos por Lopes (2001) e Sepúlveda (2002), enquanto que no método proposto por Daniel (2000), mantém um IRS muito próximo dos verificados nos sistemas 4 e 6. No método proposto por Lopes (2001), verifica-se o IRS maior no sistema 2 do que no sistema 1, diferenciando-se do comportamento dos demais métodos, que apresentaram uma situação inversa.

Em todos os métodos testados, observa-se uma grande diferença entre os IRS dos sistemas de produção 1 e 2 em relação aos demais.

A observação visual, das semelhanças entre o comportamento dos métodos comparados é confirmada pela análise dos coeficientes de correlação, demonstrando a obtenção de resultados estatísticos confiáveis com o uso de médias aritméticas. Na tabela 3 observa-se a correlação entre os resultados dos diferentes métodos por sistema de produção.

Tabela 3 - Coeficientes de correlação entre o método proposto (MP) e os demais métodos testados para cada sistema de produção:

Método	Daniel (2000)	Lopes (2001)	Sepúlveda (2002)
Correlação	0,9957	0,9898	0,9982

Fonte: MOURA, 2002.

## 7 CONCLUSÕES

Na comparação com outros métodos disponíveis no meio científico, obteve-se resultados que indicam uma fortíssima correlação entre os resultados obtidos com o método proposto neste estudo e os resultados obtidos nos demais métodos testados. Os coeficientes de correlação confirmam, estatisticamente, aquilo que é visualizado nos gráficos apresentados (os gráficos apresentaram conformações semelhantes em todos os métodos testados, quando se comparam as mesmas variáveis). Os coeficientes de

correlação foram de 0,9637 na comparação com o método proposto por Daniel (2000), 0,9129 na comparação com o método proposto por Lopes (2001) e 0,9550 na comparação com o método proposto por Sepúlveda et al (2002). Os resultados das comparações comprovam a obtenção de resultados finais semelhantes com a aplicação do método proposto, utilizando apenas médias aritméticas simples, com os resultados obtidos com métodos que utilizam cálculos estatísticos mais sofisticados. Esta constatação atende aos objetivos do estudo de propor uma metodologia simplificada, que permita o seu uso por um maior número de pessoas, desde que tenham conhecimentos básicos de matemática.

A escolha do uso da média aritmética simples, além da simplificação dos cálculos, buscou uma forma simples de padronização de dados de escalas diferentes e tirar proveito da relação da média com o contexto estudado. Partiu-se do princípio de que os valores médios refletem a situação real do sistema estudado para um determinado parâmetro, critério ou dimensão e, por sua vez, se a metade das unidades da amostra (grosso modo) já atingiram este valor, considera-se que esta é uma meta atingível neste contexto, com os recursos disponíveis e sem demasiado esforço. Por outro lado, valores abaixo das médias indicam que neste parâmetro a unidade está tendendo a ser menos sustentável em relação ao sistema. Logo, a elevação destes índices não só conduz a unidade a contextos mais sustentáveis, como aumenta a média de todo o sistema.

O uso de médias aritméticas também tem conotação com outro pressuposto adotado neste estudo: a avaliação da sustentabilidade só pode ser realizada de forma comparativa em um determinado contexto. A média representa o referencial para a avaliação da sustentabilidade do sistema. Os valores, sendo comparados com a média do sistema, automaticamente, são colocados na mesma escala de valores, expressam evidências de sustentabilidade ou "não sustentabilidade" relativa dos sistemas ou unidades de produção.

Conclui-se que os resultados obtidos com a metodologia simplificada (média aritmética) proporcionam indicadores satisfatórios para a avaliação da sustentabilidade em sistemas de produção, enfatizando, de forma objetiva, os fatores que conduzem os mesmos em direção a contextos de maior ou menor sustentabilidade relativa.

## 8 REFERÊNCIAS

- AGENDA 21. *Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento*. 2ª Edição. Brasília: Senado Federal, 1997.
- ALMEIDA, Jalcione Pereira de. *Da ideologia do progresso à idéia de desenvolvimento (rural) sustentável*. In: ALMEIDA, Jalcione; NAVARRO, Zander. (Orgs.). *Reconstruindo a Agricultura*. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1997. p. 33-55.
- CAMINO, R.; MÜLLER, S. *Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales: bases para*

- estabelecer indicadores. San José: IICA, 1993. 134p. (Série Documentos de Programas IICA, 38).
- CAPORAL, Francisco R.; COSTABEBER, José Antônio. Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável: Perspectivas para uma Nova Extensão Rural. *Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, 1:16-36, 2000.
- COSTABEBER, José Antônio. *Eficiência Energética e Processos de Produção em Pequenas Propriedades Rurais de Agudo/RS*. Santa Maria, 1989. 295f. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural), Universidade Federal de Santa Maria.
- DANIEL, Omar. *Definição de indicadores de sustentabilidade para sistemas agroflorestais*. Viçosa, 2000. p. 113. Tese (Doutorado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa.
- DELGADO, Guilherme. *Expansão e modernização do setor agropecuário no Pós- Guerra: um estudo da reflexão agrária*. 2002. Mimeo.
- FERREIRA, José Romualdo Carvalho. *Evolução e diferenciação dos sistemas agrários do município de Camaquã - RS: uma análise da agricultura e suas perspectivas de desenvolvimento*. Porto Alegre, 2001. p. 181. Dissertação (Mestrado em Economia Rural). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- GOMES, Maria Leonor; MARCELINO, Maria Margarida; ESPADA, Maria da Graça. SIDS - Sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável. Amadora: Direcção Geral do Ambiente, 2000. Disponível em: [www.dga.min-amb.pt](http://www.dga.min-amb.pt). Acesso em: 05/12/2001.
- GONZALEZ, O que é análise estatística? Disponível em: <http://www.inf.unisinos.br/~gonzalez/valor/inferenc/testes/tester.html>. Acesso em 15/08/2002.
- GRAZIANO DA SILVA, José. *A nova dinâmica da agricultura brasileira*. São Paulo: UNICAMP/IE, 1996. p. 217.
- GUIJT, Irene. *Monitoramento participativo: conceitos e ferramentas práticas para a agricultura sustentável*. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1999. p. 143.
- LOPES, Saulo Barbosa. *Arranjos institucionais e a sustentabilidade de sistemas agroflorestais: uma proposição metodológica*. Porto Alegre, 2001. p. 173. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural), Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- MARTINE, George; GARCIA, Ronaldo C. *Os impactos sociais da modernização agrícola*. São Paulo: Editora Caetés, 1987.
- MARZALL, Kátia. *Indicadores de Sustentabilidade para Agroecossistemas*. Porto Alegre, 1999. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia),
- MASERA, O. R.; ASTIER, M.; LÓPEZ, S. *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: El Marco de evaluación MESMIS*. México: Mundiprensa, GIRA, UNAM, 1999.
- MOURA, Lino Vargas. *Indicadores para a avaliação da sustentabilidade em sistemas de produção da agricultura familiar: o caso dos fumicultores de Agudo/RS*. Porto Alegre, 2002. p. 251. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural), Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

- PEREIRA FILHO, Orlando Peixoto. *Implicações Ecológicas da Utilização de Energia em Agroecossistemas*. Santa Maria, 1991. p. 132. Dissertação (Mestre em Extensão Rural), Universidade Federal de Santa Maria.
- QUIRINO, Tarcizio Rego; ABREU, Lucimar S. Resposta das ciências sociais aos problemas ecológicos: entre paradigmas antropocêntricos e ecocentrismo. Disponível em: [www.terraavista.pt/bilene/9749](http://www.terraavista.pt/bilene/9749). Acesso em: 28/05/2002.
- SCHULTZ, Theodore W. *Transforming Traditional Agriculture*. New Haven: Yale University Press, 1964.
- SEPÚVELDA, Sergio et al. *Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible en espacios territoriales*. Disponível em: [www.infoagro.net/codes/stcpublicaciones.htm](http://www.infoagro.net/codes/stcpublicaciones.htm). Acesso em: 30/04/2002.
- Recebido para publicação em 18/01/04
- Aceito para publicação em 13/10/04

## ANEXO 1

Tabela 4 - Parâmetros agregados das unidades de produção (UPA) utilizados na comparação de métodos para avaliação da sustentabilidade em sistemas de produção<sup>22</sup>

Dimensão	ECONÔMICA						SOCIAL						AMBIENTAL								
	Prod	VA/SAU	NRS	IDP	Estab	Auto	Resil	Prod	VA/UTH	BEM	VIS	Estab	Auto	Resil	Prod	Equid	SAU/UTH	Estab	Auto	Resil	
SP UPA	VA/SAU	NRS	IDP	Estab	Auto	AEST	SEG	VA/UTH	BEM	VIS	Estab	Auto	PART	FORM	O/I	Equid	SAU/UTH	Estab	Auto	Resil	ENR
1	1.069,06	0,30	1,00	48,86	18,00	1.988,95	14,00	8,00	8,00	8,00	6,00	6,00	12,00	12,00	0,69	1,86	23,00	23,00	81,50	88,68	
1	1.109,66	0,40	1,00	43,55	16,00	2.465,91	23,00	5,00	5,00	5,00	6,00	6,00	16,00	16,00	0,15	2,22	25,00	25,00	6,68	84,40	
1	712,55	0,75	1,00	50,00	16,00	1.601,23	18,00	7,00	7,00	7,00	6,00	6,00	16,00	16,00	0,55	2,25	23,00	23,00	86,56	93,84	
1	1.147,58	0,59	1,02	50,00	12,00	1.981,43	22,00	4,00	8,00	8,00	10,00	8,00	16,00	16,00	0,24	1,73	25,00	25,00	87,46	92,62	
1	1.107,46	0,37	1,00	50,00	15,00	2.311,22	18,00	8,00	8,00	8,00	7,00	7,00	12,00	12,00	0,63	3,20	21,00	21,00	89,85	94,51	
2	797,21	0,83	1,03	100,0	12,00	2.551,07	19,00	8,00	8,00	8,00	7,00	7,00	12,00	12,00	0,18	2,13	23,00	23,00	40,79	88,99	
2	860,32	0,49	1,00	99,18	13,00	1.828,18	23,00	8,00	8,00	8,00	7,00	7,00	14,00	14,00	0,29	2,26	20,00	20,00	62,28	87,28	
2	959,62	0,57	1,03	98,18	12,00	2.172,73	19,00	4,00	9,00	9,00	6,00	6,00	14,00	14,00	0,19	1,89	22,00	22,00	52,16	94,54	
2	1.349,74	0,88	1,01	97,04	13,00	2.546,68	24,00	9,00	8,00	8,00	7,00	7,00	11,00	11,00	0,17	2,26	19,00	19,00	43,31	85,87	
2	758,81	0,70	1,01	98,53	11,00	1.718,06	9,00	8,00	8,00	8,00	7,00	7,00	11,00	11,00	0,26	2,45	20,00	20,00	51,21	88,11	
2	1.251,87	1,12	1,00	95,43	11,00	3.070,62	22,00	7,00	7,00	7,00	5,00	5,00	18,00	18,00	0,96	1,89	22,00	22,00	87,42	91,89	
3	1.964,90	0,78	1,01	50,00	15,00	3.707,36	19,00	8,00	8,00	8,00	9,00	9,00	15,00	15,00	0,67	3,20	21,00	21,00	82,86	90,67	
3	1.340,69	1,16	1,04	92,86	18,00	4.290,22	24,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	19,00	19,00	0,74	2,27	29,00	29,00	79,14	88,14	
3	1.315,54	1,09	1,05	100,0	16,00	2.989,86	24,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	16,00	16,00	0,55	2,41	18,00	18,00	70,36	90,22	
3	1.167,85	0,73	1,13	98,82	13,00	2.814,09	20,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	12,00	12,00	0,36	3,14	21,00	21,00	47,88	85,92	
3	1.635,51	1,14	1,13	88,89	14,00	5.140,18	17,00	9,00	9,00	9,00	6,00	6,00	12,00	12,00	0,18	2,05	26,00	26,00	92,96	82,15	
3	1.365,24	1,05	1,07	97,62	11,00	2.798,74	19,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	12,00	12,00	0,33	2,63	23,00	23,00	47,20	87,54	
3	1.879,16	1,45	1,18	95,36	13,00	4.932,80	27,00	7,00	7,00	7,00	8,00	8,00	12,00	12,00	0,45	2,62	23,18	23,18	55,70	88,07	

continua...

<sup>22</sup> No anexo 2 relacionam-se os indicadores de sustentabilidade utilizados neste estudo.

...continuação

Dimensão	ECONÔMICA						SOCIAL						AMBIENTAL								
	Prod	VA/SAU	NRS	IDP	Estab	Auto	Resil	Prod	VA/UTH	BEM	VIS	Estab	Auto	Resil	Prod	Equid	SAU/UTH	Estab	Auto	Resil	
SP UPA	VA/SAU	NRS	IDP	Estab	Auto	AEST	SEG	VA/UTH	BEM	VIS	Estab	Auto	PART	FORM	O/I	Equid	SAU/UTH	Estab	Auto	Resil	ENR
3	2.368,07	1,09	1,08	96,88	16,00	3.875,03	23,00	8,00	8,00	8,00	9,00	9,00	16,00	16,00	0,45	1,64	24,00	24,00	49,65	88,14	
3	1.091,13	0,86	1,15	100,0	11,00	2.892,16	15,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	22,00	22,00	0,43	2,65	23,00	23,00	85,73	91,03	
4	1.965,72	2,06	1,08	99,57	11,00	7.242,14	18,00	8,00	8,00	8,00	7,00	7,00	16,00	16,00	1,14	3,68	26,00	26,00	86,31	92,11	
4	1.875,98	1,24	1,06	100,0	10,00	3.429,22	24,00	8,00	8,00	8,00	9,00	9,00	17,00	17,00	0,16	1,83	26,00	26,00	28,15	90,85	
4	1.434,05	1,75	1,18	88,17	10,00	6.003,01	26,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	17,00	17,00	0,60	4,19	28,00	28,00	59,69	85,72	
4	2.138,28	1,74	1,10	77,89	16,00	9.265,90	20,00	8,00	8,00	8,00	5,00	5,00	14,00	14,00	0,15	4,33	20,00	20,00	32,65	85,22	
4	3.228,90	2,04	1,00	96,55	16,00	6.716,12	23,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	9,00	9,00	0,22	2,08	20,00	20,00	21,70	91,29	
4	2.283,42	2,06	1,09	100,0	13,00	6.160,93	25,00	9,00	9,00	9,00	7,00	7,00	9,00	9,00	0,30	2,70	27,00	27,00	38,73	89,52	
4	3.215,74	1,83	1,01	99,10	18,00	5.286,15	25,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	14,00	14,00	0,24	1,64	25,00	25,00	18,09	88,27	
4	2.109,27	2,60	1,17	53,66	14,00	10.865,9	28,00	9,00	9,00	9,00	8,00	8,00	17,00	17,00	0,22	5,15	25,00	25,00	2,19	82,47	
5	1.774,18	1,67	2,08	100,0	14,00	5.623,83	24,00	8,00	8,00	8,00	6,00	6,00	16,00	16,00	0,63	3,17	20,00	20,00	66,22	80,04	
5	1.192,97	1,60	1,67	100,0	14,00	4.248,93	22,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	0,97	3,56	20,00	20,00	77,47	84,45	
5	1.368,65	1,32	1,43	100,0	16,00	4.448,10	27,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	14,00	14,00	0,60	3,25	22,00	22,00	76,22	83,49	
5	1.148,88	0,89	1,45	50,00	17,00	3.111,54	23,00	6,00	6,00	6,00	11,00	11,00	17,00	17,00	0,60	2,71	24,00	24,00	81,59	89,68	
6	3.747,87	2,54	1,49	65,00	12,00	9.557,08	25,00	7,00	7,00	7,00	6,00	6,00	13,00	13,00	0,30	2,55	27,00	27,00	2,86	87,63	
6	2.519,79	1,49	1,17	100,0	17,00	5.039,57	26,00	8,00	8,00	8,00	9,00	9,00	17,00	17,00	0,14	2,00	25,00	25,00	5,89	85,97	
Média	1.625,17	1,21	1,14	84,74	13,94	4.255,15	21,62	7,56	7,56	7,56	7,47	7,47	14,62	14,62	0,45	2,62	23,18	23,18	55,70	88,07	

Fonte: pesquisa de campo realizada no município de Agudo/RS (2001)

## ANEXO 2

Tabela 5 - Relação dos indicadores e parâmetros utilizados na comparação dos métodos

## Dimensão Econômica

Indicador 1	VA/SAU - Produtividade da terra
Parâmetros	Valor agregado e superfície agrária útil.
Indicador 2	NRS - Nível de reprodução social simples
Parâmetros	Renda total da UPA e mão-de-obra que depende da renda.
Indicador 3	IDP - Diversidade de mercados
Parâmetros	Produção dos cultivos, criações e indústria caseira comercializada.
Indicador 4	AEST - Autonomia estrutural
Parâmetros	Propriedade da terra e familiarização da mão-de-obra.
Indicador 5	SEGUR - Segurança
Parâmetros	a) número de intoxicações de pessoas da família; b) recursos em caderneta de poupança para eventualidades; c) realização de seguro de vida em benefício da família; d) realização de seguro contra granizo no cultivo de fumo; e) participação em planos de Pre

## Dimensão social

Indicador 1	VA/UTHf - Produtividade do trabalho
Parâmetros	Valor agregado e quantidade de Unidades de Trabalho Familiar.
Indicador 2	BEM - Acesso a bens e serviços
Parâmetros	Número de bens que a família possui de uma lista de 10 bens selecionados; Banheiro; qualidade da moradia; eletrificação; telefone; assistência técnica pública; acesso a transporte coletivo; acesso à educação; abastecimento de água da UPA.
Indicador 3	VISÃO - Visão de futuro do agricultor
Parâmetros	Capitalização nos últimos 10 anos; terra própria suficiente para a reprodução familiar dos filhos; perspectiva de permanência na agricultura daqui a 10 anos.
Indicador 4	PART - Participação institucional
Parâmetros	Participação em cooperativa; Participação em sindicato; Participação em mutirões; Participação em grupos.
Indicador 5	FORM - Formação cultural
Parâmetros	Anos de estudo dos pais; Anos de estudo dos filhos; Participação em cursos

*continua...**...continuação*

## Dimensão ambiental

Indicador 1	O/I - Produtividade energética do sistema
Parâmetros	Energia adquirida de fora do sistema e energia exportada do sistema.
Indicador 2	PRAT - Práticas conservacionistas
Parâmetros	Uso de equipamento de proteção individual (EPI) na aplicação de agrotóxicos; Uso do fogo no preparo de áreas para plantio; destino dado à embalagens vazias de agrotóxicos; nível de erosão dos solos da UPA; proteção dos solos da UPA; uso do esterco produzi
Indicador 3	SAU/UTHf - Disponibilidade de terra
Parâmetros	Superfície agrária útil (SAU) e unidades de mão-de-obra familiar (UTHf).
Indicador 4	EINT - Autonomia energética do sistema
Parâmetros	Energia adquirida de fora do sistema e energia interna do sistema utilizada na produção.
Indicador 5	ENR - Renovabilidade energética no sistema
Parâmetros	Valor energético de origem renovável e valor energético de origem não-renovável.

Fonte: Moura, 2002.