



Análise da eficiência da agricultura familiar agroecologista¹.

Lúcio André de Oliveira Fernandes

Departamento de Ciências Sociais Agrárias, Universidade Federal de Pelotas, Brasil.

lucio.fernandes@ufpel.edu.br

Unai Pascual

Department of Land Economy, University of Cambridge, UK.

up211@cam.ac.uk

Fecha de recepción: 26/02/2013. Fecha de aceptación: 06/08/2014

Resumo.

Este artigo é originário de um estudo realizado na região sul do Rio Grande do Sul comparando unidades de produção familiar que desenvolvem uma agricultura de base ecológica, apoiadas nos princípios da agroecologia e outras unidades similares que não o fazem, tendo como objetivo identificar indicadores de sustentabilidade para a agricultura familiar. Para tanto foram realizadas entrevistas socioeconómicas com 20 famílias de agricultores agroecologistas e 64 famílias de agricultores não agroecologistas. Neste estudo os indicadores das dimensões social e ambiental mostraram-se favoráveis ao grupo de agricultores que adotava a agroecologia. Já os indicadores econômicos favoreceram ao grupo de agricultores não agroecológicos (convencionais). Para melhor entender esta última constatação o presente estudo busca estimar a eficiência econômica nas unidades produtivas destes dois grupos de agricultores. Na análise dos dados a técnica denominada stochastic production frontier (SPF) foi utilizada. Os resultados obtidos permitiram verificar que a opção das unidades familiares pela agroecologia, a maior escolaridade e maior número de pessoas na unidade familiar contribuíram para uma maior eficiência alocativa. Por outro lado, concorreram para uma menor eficiência alocativa a tomada de crédito, as rendas não agrícolas e aumento da área da propriedade.

Palavras Chave: Agricultura familiar, agroecologia, eficiência, SPF.

Abstract

This paper results from a study that aimed to identify agri-environmental indicators, which could embrace the environmental, economic and social dimensions of 'peasant' or 'family farm' farming systems in southern Brazil. The agroecological and the conventional farming systems were scrutinized. The analysis of the indicators provided evidence of greater ecological soundness and socially fairness of agroecological farmers. However, the non-ecological farming presented more sustainable trends in the economic dimension. In order to better understand the latter trend an efficiency analysis was carried out using the stochastic production frontier (SPF) model, a technique for efficiency measurement. The aim was not only to measure the relative efficiency or inefficiency of each individual farm, but also to identify the socio-economic variables that were contributory. The SPF uses a simultaneous regression of the input variables to explain the output variable with the regression of socioeconomic variables used to explain inefficiency. The SPF model analysis has shown that the agroecological system contributes to a greater allocative efficiency. The other statistically significant variables analysed in the model have shown that increases in off-farm income, credit and farm area, have a negative effects on efficiency, and that increases in schooling and number of working people in the household increases efficiency.

Key words: Family farming, agroecology, efficiency measurement, SPF.

JEL: Q16

¹ Uma versão anterior deste artigo foi apresentada no IX Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, Brasília, 2011.



1. Introdução.

A preocupação com a sustentabilidade remonta aos economistas clássicos como David Ricardo, Thomas Malthus e está presente mesmo nas origens neoclássicas como em Stanley Jevons (Martinez-Alier 2002). No entanto esta preocupação parece ter desaparecido da pauta dos problemas econômicos relevantes entre 1870 e 1970 (Pearce e Turner 1990). A tomada de consciência social em relação à crise ambiental alterou esta postura, e a sustentabilidade passou a ser tema central nos debates sobre o desenvolvimento (Pearce e Barbier 2000).

Também na agricultura as preocupações com a sustentabilidade tornaram-se centrais dado que esta é uma das mais antigas e ainda mais importantes formas de relação entre a humanidade e o meio ambiente (MMA 1999), e que os impactos do modelo tecnológico agrícola, adotado após a segunda guerra mundial, têm sido considerados um dos principais motivos para a situação de degradação ambiental (OECD 1999).

Para construir uma definição mais simples e operacional agricultura de sustentável, recorreríamos a noção de agroecossistema sustentável, que estaria o mais próximo possível do ecossistema natural, provendo ainda uma colheita sustentada (Gliessman 1997). Mesmo esta compreensão aparentemente mínima da agricultura sustentável, não está livre de falhas e contradições (Ellis 2000). Ainda mais, a definição de agricultura sustentável, não pode estar restrita a ideia de um agroecossistema sustentável, exceto se o agroecossistema seja entendido como toda a sociedade (Conway 1987; Conway e Barbier 1990). Para ser sustentável a agricultura deve ser também altamente produtiva, para atender a demanda de alimentos e fibras da sociedade (Lowrance et al. 1986; Conway e Barbier 1990; Gliessman 1997).

No Brasil, experiências de agriculturas sustentáveis vem sendo desenvolvidas nas últimas décadas, por diferentes atores sociais (Almeida 1998; Schneider 2007). Dentre as alternativas que buscam a sustentabilidade

na agricultura, a agroecologia é ciência que propõe o manejo de agroecossistemas a partir da aplicação de princípios ecológicos aos sistemas agrícolas e que inclui ainda a perspectiva de endereçar questões sócio-econômicas a partir da ótica dos agricultores empobrecidos (Altieri et al. 1996; Gliessman 1997). É também a agroecologia considerada “uma ciência ou disciplina científica, um campo do conhecimento de caráter multidisciplinar que apresenta uma série de princípios, conceitos e metodologias que nos permitem estudar, analisar, dirigir, desenhar e avaliar agroecossistemas” (Caporal e Costabeber 2002). Buscaria assim dar embasamento científico para o manejo de sistemas de produção da agricultura de base ecológica. Como contém indicações concretas de elementos para um modelo de desenvolvimento rural sustentável, tem se tornado, também, uma política pública importante:

Na esfera federal [...] este discurso também começou a permear as ações em relação a reforma agrária e a agricultura familiar [...] sendo aprofundado após 2003, com a eleição de Lula, particularmente em relação aos campos da assistência técnica e extensão rural, onde a orientação pela agroecologia tornou-se uma política estratégica (Schneider 2007:15)

Neste artigo relata-se um estudo com agricultores familiares nos municípios de Pelotas e Canguçu, na região sul do Rio Grande do Sul, que fizeram a opção tecnológica pela agroecologia em seus sistemas de produção. A pesquisa buscava obter informações socioeconômicas e relativas aos sistemas de produção de base ecológica. Também foram entrevistados outros agricultores familiares que não adotavam a agroecologia, mas que possuíam



sistemas de produção e características socioeconômicas similares as do grupo de agricultores agroecologistas. Ambos os grupos são caracterizados como familiares uma vez que seus sistemas de produção estão alicerçados no uso de mão de obra familiar, a direção das atividades dos trabalhos do estabelecimento é exercida pelo agricultor, detêm áreas de terra relativamente pequenas, menores que quatro módulos fiscais, e não tem grande acesso ao capital financeiro, enquadrando-se assim na definição de agricultura familiar (INCRA/FAO 1996; Guanziroli 2013), a despeito desta conceituação estar sendo questionada recentemente (Navarro et al. 2010).

As informações obtidas neste estudo serviram de base para a obtenção de um grupo de indicadores que permitem avaliar a sustentabilidade dos sistemas de produção agroecológicos e não agroecológicos ou convencionais (Fernandes e Woodhouse 2008). No referido estudo, que se ateve a construção de indicadores e sua distribuição em “cobwebs” que representavam as dimensões econômica, social e ambiental, em separado e também agregadas. Neste exercício, os indicadores das dimensões social e ambiental mostraram-se favoráveis ao grupo de agricultores que adota a agroecologia. Já os indicadores econômicos favoreceram ao grupo de agricultores não agroecológicos (convencionais).

Com objetivo de melhor entender estes resultados os dados são agora utilizados para analisar a eficiência econômica das duas opções tecnológicas. Esta tentativa, complementar ao trabalho supramencionado, tem sua racionalidade fundamentada no argumento de que uma maior eficiência contribui para a sustentabilidade, uma vez que significa uma melhor utilização dos recursos escassos. No entanto, se a eficiência econômica tem um preciso significado teórico, também tem sido objeto de debate a respeito do seu significado prático no mundo real ao ponto de admitir-se a impossibilidade de mensurá-la adequadamente (Pasour 1981). A eficiência econômica é composta pela eficiência técnica e pela eficiência alocativa. Uma firma pode

ser dita tecnicamente eficiente quando opera na fronteira de produção, onde a produção mais elevada para cada nível de combinação de insumos é alcançada (Ali e Byerlee 1991; Coelli et al. 1998). A eficiência alocativa é alcançada quando se obtém a condição de maximização do lucro, equalizando a receita marginal aos custos marginais a preços reais dos fatores (Fan 1999). Isto envolve a seleção de uma combinação de insumos que produzam uma determinada quantidade de produto ao custo mínimo (Coelli et al. 1998). A eficiência econômica geral é alcançada pela combinação da eficiência técnica e alocativa. Particularmente no caso da agricultura familiar, a eficiência refere-se a manutenção dos níveis de produção com redução do uso de insumos externos a propriedade, ou dos custos associados a estes, ou aumento dos níveis de produção com manutenção do uso de insumos externos a propriedade, ou dos custos associados a estes.

Para chegar a análise da eficiência dos dois grupos, o artigo descreve o uso de métodos de estatística descritiva e testes paramétricos e não paramétricos na análise das principais variáveis descritivas da amostra e posteriormente delineia a estimativa da fronteira de produção e análise de eficiência. Tem seguimento ao analisar os resultados obtidos e conclui apresentando a interação entre eficiência e sustentabilidade.

2. Procedimentos Metodológicos

Agricultores associados à Associação Regional de Produtores Agroecologistas da Região Sul (ARPASUL), entidade que promove a agricultura de base ecológica, nos municípios de Pelotas e Canguçu, região sul do estado do Rio Grande do Sul, foram listados e entrevistados em 2001/2002. Agricultores vizinhos a estes, com semelhantes sistemas de produção e características socioeconômicas, também foram entrevistados, possibilitando à pesquisa a constituição de um grupo de comparação.



De um total de 84 unidades familiares pesquisadas 31 eram sócios ou ex-sócios da ARPASUL. Destas 31 famílias de sócios da ARPASUL, 20 famílias permaneciam produzindo e comercializando como agroecologistas no período da coleta de dados. No entanto, 11 famílias haviam optado por abandonar o sistema de produção e/ou comercialização agroecológica, embora continuassem como sócias da ARPASUL. As demais 53 famílias nunca haviam utilizado a agroecologia como base tecnológica das suas atividades produtivas, embora recorressem a um determinado número de técnicas consideradas agroecológicas.

Através de análises estatísticas descritivas, foi possível verificar se haviam diferenças significantes entre os dois grupos, utilizando-se dos testes de Kolmogorov-Simirnov e de Mann-Whitney U. Para todos os testes valores de $p < 0,05$ apontam para diferenças significativas entre as duas amostras, provenientes, no caso, de dois grupos distintos quando considerada a variável estudada.

Para explorar a eficiência destas duas opções tecnológicas, um modelo foi construído usando-se a técnica para medir eficiência denominada de fronteira de produção estocástica (em inglês stochastic production frontier - SPF) (Coelli et al. 1998). Estas medidas de eficiência eventualmente assumem que a função de produção de firmas completamente eficientes é conhecida e idêntica através das firmas, o que na prática nunca ocorre (Coelli et al. 1998). Este problema é superado por Farrel (1957), que desenvolveu um conceito de fronteira de produção onde esta, ao invés de uma fronteira potencial representa um máximo (produto) ou mínimo (insumos) real da função. Farrel (1957) estimou a função de produção a partir de dados amostrais usando uma análise não paramétrica ou ainda uma função paramétrica (Coelli et al. 1998). A técnica de SPF adota a segunda opção, usando uma função paramétrica como, por exemplo, a Cobb-Douglas (Coelli et al. 1998). Neste modelo a ineficiência das firmas individuais é dada pela distância das funções de produção observadas em cada caso e a

fronteira de produção, que representa a prática mais eficiente (Müller 1997). A principal característica do modelo SPF é que o erro é dividido em duas partes. Uma é um componente simétrico que permite variações ao acaso da fronteira de produção através das firmas, capturando os efeitos de erros de medição ou outros problemas estatísticos e choques fora do controle das firmas. A outra é um componente que captura os efeitos da ineficiência relativa à fronteira estocástica (Müller 1997). Ainda de acordo com Muller (1997), a fronteira de produção pode ser descrita como sendo:

Equação 1: Fronteira de produção.

$$Y = f(x) \exp(v-u) \text{ onde } u \geq 0.$$

A condição $u \geq 0$ garante que todas as observações serão iguais ou inferiores a fronteira de produção. O valor de u mede os desvios em relação à fronteira de produção devidos a fatores que estão sobre o controle da firma, tais como eficiência técnica e alocativa. O valor de v captura variações ao acaso que ocorrem através das firmas ou a através do tempo para cada firma. A mensuração deste erro é obtida simultaneamente com a medida da eficiência. No procedimento de estimar os dois parâmetros em momentos distintos, a ineficiência é medida em primeiro lugar e depois as variáveis socioeconômicas que influenciam a ineficiência são estimadas. A mensuração simultânea do erro e da eficiência elimina o problema da tendenciosidade do modelo em dois tempos (Wang e Schmidt 2002). Uma limitação do SPF é que não existe uma justificativa para a escolha da forma *a priori* da função de produção (Coelli et al. 1998).

Neste estudo a pesquisa utilizou-se deste modelo paramétrico, estimando uma função Cobb-Douglas por máxima verosimilhança (maximun-likelihood estimation). A opção pela função Cobb-Douglas pode ser justificada pela severa multicolinearidade introduzida pela interação dos termos na função estimada (Pascual 2005). Nestas bases



avaliou-se uma fronteira de produção estocástica (Stochastic Production Frontier - SPF) na qual a produção das unidades familiares é considerada estocástica devido a fatores aleatórios como o clima e as diferenças de qualidade no solo (Squires et al. 2003). O modelo assume como hipótese zero a inexistência de ineficiência, sendo esta a hipótese testada.

Diante da excessiva heterogeneidade dos dados obtidos relativos aos insumos utilizados e à produção física das culturas e criações, estes foram avaliados como não suficientemente precisos. Isto tornou necessário restringir a análise da eficiência à eficiência alocativa devido à impossibilidade de estimar adequadamente a eficiência técnica da produção familiar.

Para análise da eficiência alocativa escolheu-se a renda agrícola como variável dependente (*output*). Como variáveis independentes (*inputs*) utilizaram-se os custos de produção, compostos pelos seguintes itens: sementes, fertilizantes orgânicos, resíduos orgânicos adquiridos, fertilizantes químicos, pesticidas, tratamentos orgânicos, horas de locação de trator, combustíveis, manutenção do capital físico, medicamentos veterinários, complementos à alimentação animal, outros custos gerais, arrendamento de terras, trabalho assalariado, custos com comercialização e custos com assistência técnica.

Foram incluídas como variáveis explanatórias da ineficiência no modelo o grau de especialização produtiva, rendas não agrícolas, volume de crédito utilizado, área per capita, a média de escolaridade, a média de idade, a razão entre o número de pessoas e o número de trabalhadores por unidade familiar e a opção pelo modelo tecnológico (agroecológico ou não agroecológico).

Equação 2: SPF utilizada:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln (C_1)_i + \beta_2 \ln (C_2)_i + \dots + \beta_N \ln (C_N)_i + (v_i - u_i)$$

Onde:

Y_i é a renda da unidade familiar (em R\$) para as unidades, $i = 1, 2, 3, \dots, 80$.

C_1 é o primeiro custo de produção incluído, C_2 o segundo, ..., C_N é o enésimo custo de produção incluído (neste caso o 16º).

β_j , $j = 0, 1, 2, \dots, 16$ são os vetores dos parâmetros desconhecidos a serem estimados.

v_i é o erro casual, que tem média zero, e é independente de u_i .

u_i é uma variável não negativa responsável pela ineficiência da unidade familiar de número i .

A estimativa da máxima verosimilhança foi obtida utilizando-se o software Frontier 4.1, um programa para estimação de SPF e de funções de custo (Coelli 1996).

3. Resultados

3.1. Descrição da amostra e comparações entre os grupos.

Na análise dos dados, o grupo de ex-agroecológicos foi incorporado ao de agricultores não agroecológicos, formando então uma amostra composta por 20 famílias agroecologistas e 64 não agroecologistas.

Para a amostra total de 84 famílias a média era de 4,21 membros e a mediana de 4,00 membros por família. As áreas das unidades produtivas tinham em média 21,23 ha e uma mediana de 17,50 ha², não tendo sido significativamente diferentes entre os grupos de agricultores agroecológicos e não agroecológicos. Diferenças significativas entre os dois grupos puderam ser constatadas na média de idade dos membros da família, onde os ecológicos se mostraram mais jovens, e na área *per capita* própria das unidades produtivas, onde os não agroecológicos aparecem com maior área per capita de propriedade privada (Tabela 1).

As atividades agropecuárias encontravam-se bastante diversificadas, incluindo produção

² Área disponível, que inclui área própria e área de terceiros (arrendamentos, parcerias, empréstimos, e outras formas de acesso a terra).



integrada à agroindústria de leite, frangos, fumo, fruticultura, e para o mercado não integrado e para o auto-consumo de cebola, feijão, milho, e horticultura diversificada. Os agricultores agroecologistas, apesar de terem produção diversificada, tinham em comum a horticultura como uma importante linha de produção, uma vez que abasteciam a feira ecológica semanal na cidade de Pelotas (Fernandes 2004).

Outras variáveis correlacionadas consideradas na análise mais geral são apresentadas na Tabela 2. Para variáveis com distribuição normal as comparações são entre as médias e para as demais entre as medianas.

A análise identificou diferença estatisticamente significante na variável distância à escola, favorecendo os agricultores agroecologistas. Também estatisticamente significantes foram as diferenças nas variáveis participação em organizações, custo desta participação e assistência técnica. Os agricultores agroecologistas ainda apresentaram uma maior participação em organizações comunitárias, com maior custo financeiro relativo a esta participação. Além disso, recebiam maior quantidade de assistência técnica, medida pelo número de visitas técnicas, e utilizavam volumes maiores de crédito agrícola. Estas duas últimas variáveis apresentaram também correlação positiva ($r = 0,583$; $p < 0,01$) (Fernandes e Woodhouse 2008).

Um índice de exposição a agrotóxicos foi criado. Multiplicou-se o somatório das quantidades dos pesticidas utilizados por pesos proporcionais ao inverso do valor da sua classificação toxicológica³. Assim pesticidas utilizados que tivessem classificação I eram multiplicados pelo peso 4, II pelo peso 3, III pelo peso 2 e IV pelo peso 1. Quando a exigência foi relaxada para $p < 0,10$, este índice foi significativamente mais baixo para o grupo agroecologista (Fernandes e Woodhouse 2008).

³ Varia de I a IV sendo I o mais tóxico. Os produtos utilizados pelos agricultores agroecologistas foram classificados como IV, embora sejam considerados por eles como atóxicos.

Indicadores financeiros *stricto sensu* foram gerados baseados nos custos de produção, nas receitas e margens brutas. A análise valeu-se do uso de custos operacionais (Carmo e Magalhães 1999). Esta opção encontra apoio na teoria econômica que sustenta que a firma deve continuar operando, no curto prazo, enquanto suas receitas marginais superam os custos variáveis médios (Maddala e Miller, 1989; Varian 1999). Incluem-se nestes os custos com sementes, fertilizantes⁴, tratamentos dos cultivos⁵, horas de máquina pagas, combustíveis, manutenção do capital físico, alimentação animal, tratamentos veterinários, trabalho assalariado (temporário e permanente), terra arrendada ou parcerias, assistência técnica, gastos com comercialização e outros custos gerais.

O custo operacional, composto pela soma de todos estes, não apresentou diferenças significativas entre os dois grupos. No entanto, ao excluir-se o custo com comercialização o grupo agroecologista apresentou um custo operacional 'da porteira para dentro' significativamente mais baixo, sendo esta vantagem anulada pelos seus custos de comercialização. Estes foram mais elevados em função da comercialização na feira ecológica ficar a cargo dos próprios agricultores agroecologistas. Nestes, incluem-se os custos de transporte bem como uma taxa sobre o total comercializado que se destina a ARPASUL para a manutenção da feira (Fernandes 2004).

As variáveis, margem bruta, renda per capita total (incluindo renda não agrícola), despesas e saldos *per capita* não apresentaram diferenças significativas. Apesar do comportamento semelhante os agroecologistas apresentaram uma menor variância nas margens, rendas e saldos. Os agricultores não agroecologistas tiveram maior dispersão nos valores, inclusive casos com margens e saldos negativos, fato que não ocorreu no grupo ecológico (Fernandes 2004).

⁴ Custos agregados relativos a fertilizantes químicos, fertilizantes orgânicos e resíduos orgânicos adquiridos.

⁵ Custos agregados relativos à de pesticidas ou tratamentos orgânicos adquiridos.



3.2. Análise da Eficiência

As estimativas de máxima verosimilhança dos parâmetros da função foram obtidas utilizando o software Frontiers 4.1 (Coelli 1996). Os resultados são apresentados nas tabelas 3 e 4.

Os valores de Beta são relativos aos coeficientes da função de produção. Os coeficientes Beta são significantes a 10% quando a estatística t supera 1,96. Os elevados valores de t obtidos para o coeficiente beta, demonstram que as variáveis independentes (custos de produção)

explicam de forma robusta a variável dependente (renda).

Os valores de Delta são relativos à eficiência. O valor esperado da estatística para uma distribuição de qui-quadrado (χ^2) mista com 11 graus de liberdade, (Kodde e Plam 1986) é de 19,04 para um de intervalo de confiança de 95%. O valor obtido neste caso foi de 46,19, resultado que demonstra que a hipótese de que não existe ineficiência na amostra (hipótese zero do programa), deve ser rejeitada, portanto existem ineficiências nos sistemas de produção. A eficiência média da amostra obtida foi de 0,48.

Tabela 1. Características das unidades familiares

Sistema tecnológico	Número de unidades	Número de membros (média)	Área média (ha)	Idade média (anos)	Área própria per capita média (ha)
Amostra	84	4,21	21,23	35,1	3,71
Agroecologistas	20	4,40	16,57	29,4	2,54
Não-agroecologistas	64	4,16	22,70	36,9	4,31

Fonte: dados primários

Tabela 2: Variáveis descritivas da amostra.

Variável	Estatística	Valor p	Unidade	Agroecológico	Não-agroecológico
Custo de reposição do capital físico	média	NS	R\$	8509,66	6637,81
Distância das escolas	mediana	< 0,05	Km	4,00	6,00
Índice uso de agrotóxicos	mediana	NS ⁶		9,00	16,75
Assistência técnica	mediana	< 0,05		15,00	2,00
Participação em organizações	mediana	< 0,05		3,00	2,00
Custo da participação	mediana	< 0,05	R\$	120,50	64,00
Crédito total	mediana	< 0,05	R\$	3740,00	2020,00
Custos operacionais	mediana	NS	R\$	1861,67	2352,76
Margens brutas	média	NS	R\$	4329,96	4770,55
Renda per capita	mediana	NS	R\$	1424,11	1627,37
Despesas per capita	mediana	NS	R\$	802,13	824,00
Saldos per capita	mediana	NS	R\$	531,11	715,00

Fonte: Dados primários.

⁶ Ao relaxar-se o nível de significância para $p < 0,10$ encontramos diferenças na variável índice de uso de pesticidas. Esta parece ser uma decisão adequada uma vez que os agricultores ecológicos podem ter sido “penalizados” pela decisão de incluir o que consideram defensivos naturais como contendo alguma toxicidade a saúde humana.



Tabela 3: Coeficientes BETA: Insumos afetando produto.

Variável independente	Coeficiente Beta	Erro padrão	t-ratio
Constante da função	6.00	0, 26	23,05
Custos com sementes	0.032	0.0021	14.77
Custos com fertilizantes orgânicos	0.014	0.052	0.28
Custos com resíduos orgânicos	0.008	0.065	1.31
Custos com fertilizantes químicos	0.046	0.022	2.10
Custos com agrotóxicos	0.137	0.011	12.50
Custos com tratamentos orgânicos	-0.018	0.105	-0.17
Custos com horas de de trator	0.065	0.054	1.22
Custos com combustíveis	0.068	0.048	1.40
Custo de manutenção do capital físico	-0.039	0.054	-0.71
Custos com medicamentos veterinários	-0.112	0.068	-1.65
Custos com a alimentação animal	-0.093	0.056	-1.67
Outros custos gerais	0.112	0.039	2.86
Custos com arrendamento de terras	0.016	0.043	0.37
Custo com trabalho assalariado	0.050	0.037	0.13
Custos com comercialização	0.108	0.035	3.11
Custos com assistência técnica	0.327	0.185	1.77

Fonte: resultados da regressão rodada em Frontiers 4.1.

Tabela 4: Coeficientes DELTA: Variáveis influenciando a Ineficiência.

Variável	Coeficiente Delta	Erro padrão	t-ratio
constante da função	-0.551	0.785	-0.70
grau de especialização produtiva	0.378	0.522	0.72
outras rendas per capita	0.150	0.022	6.85
crédito per capita	0.137	0.016	8.31
área per capita	0.625	0.140	4.43
escolariedade média	-0.999	0.194	-5.13
média de idade	-0.005	0.266	-0.018
razão número de pessoas na família / número de trabalhadores	-0.431	0.163	-2.63
agroecológico ou não ecológico	0.752	0.345	2.17
sigma-squared	0.364	0.049	7.44
Gamma	0.999	0.000044	22599.43

Fonte: resultados da regressão rodada em Frontiers 4.1.



Os coeficientes Deltas são significantes quando à estatística $|t|$ supera 1,96 (valor modular, desprezando-se o sinal negativo). Eles explicam a ineficiência no modelo, então um valor de Delta positivo e valor de $|t|$ (modular) superior a 1,96 indica que a variável está corroborando com a ineficiência, como no caso de outras rendas per capita. Já um valor negativo de Delta e valor de $|t|$ (modular) superior a 1,96, significa que a variável está reduzindo ineficiência, como no caso da variável escolaridade média, onde uma maior escolaridade diminui a ineficiência. Assim, as variáveis estatisticamente significantes para explicar ineficiência foram:

Outras rendas per capita: apresentou delta positivo e significante ($|t|>1,96$), indicando que agricultores com outras rendas aumentam a ineficiência na atividade agropecuária da unidade produtiva;

Crédito per capita: apresentou delta positivo e significante ($|t|>1,96$), indicando que o aumento do acesso ao crédito aumenta a ineficiência da atividade agropecuária na unidade produtiva;

Área disponível per capita: apresentou delta positivo e significante ($|t|>1,96$), indicando que o aumento na área da propriedade aumenta a ineficiência na atividade agropecuária da unidade produtiva;

Escolaridade média: apresentou delta negativo e significante ($|t|>1,96$), indicado que o aumento da escolaridade diminui a ineficiência da atividade agropecuária da unidade produtiva;

Razão entre número de pessoas na família / número de trabalhadores: apresentou delta negativo e significante ($|t|>1,96$), indicado que o aumento do número de pessoas na unidade familiar diminui a ineficiência da atividade agropecuária da unidade produtiva;

Agroecológico ou não agroecológico: apresentou delta positivo e significante ($|t|>1,96$). Como esta é uma variável categórica (dummy) e os valores atribuídos foram zero para unidades agroecologistas e um para não agroecologistas, o delta positivo indica que a agricultura não ecológica

aumenta a ineficiência da atividade agropecuária da unidade produtiva.

4. Discussão dos Resultados

A estatística significante da variável crédito per capita indica que a tomada de crédito contribui para a ineficiência. Isto até certo ponto contradiz a percepção de que o crédito é um incentivo para a agricultura. É possível que o maior acesso a crédito possa estimular a compra de insumos que não são tão “preço-eficiente”, diminuindo a eficiência alocativa. Todavia, não seria uma característica esperável a existência de ociosidade ou baixa produtividade para este recurso num sistema onde o capital é mais escasso que terra e trabalho. Pode-se especular que como grande parte deste crédito tem origem no PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar) e é utilizado para custeio das lavouras, com frustrações de safra e/ou baixos valores auferidos pela produção comercializada podem resultar em uma menor renda agrícola proporcionalmente aos valores maiores de crédito tomado e consequentemente menor eficiência alocativa deste recurso.

O aumento da área contribui para a ineficiência. Assim como no acesso ao crédito o resultado sugere um paradoxo quanto a ganhos de escala, especialmente levando em consideração as áreas médias das propriedades.

No entanto, é possível interpretar este resultado como uma relação onde quanto menor a área de terra, maior a quantidade de trabalho e capital aplicáveis nesta área, aumentando a eficiência desta área (medida pela relação custo/renda agrícola). Outro aspecto sobre o qual se pode especular é que devido ao limite de tamanho das propriedades os agricultores recorrem a arrendamentos, parceirias e outras formas de acesso a mais terra, o que ocasionaria incrementos aos custos.

Os outros aspectos socioeconômicos que explicam a ineficiência parecem ser mais intuitivos: A renda fora da propriedade contribui para a ineficiência (medida pela



relação custo/renda agrícola). É possível compreender que agricultores com rendas fora da propriedade possam dedicar menor atenção a agricultura, especialmente num período de preços agrícolas declinantes (safra 2000/2001) em que atividades não agrícolas tornam-se mais competitivas em relação as atividades agropecuárias.

O aumento do número de pessoas trabalhando na unidade familiar diminui a ineficiência. Interpreta-se como um aumento na quantidade de capital humano disponível sendo um fator de aumento da eficiência. Na variável *outras rendas* a possibilidade de trabalhar fora da unidade produtiva reduz a disponibilidade de mão-de-obra, comprometendo as atividades mais intensivas em trabalho, como as atividades típicas da agricultura familiar. Nesta ocorre o inverso: mais trabalhadores na família podem adicionar mais ao sistema de produção.

O aumento da escolaridade diminui a ineficiência. Este dado pode ser interpretado como sendo o aumento na qualidade do capital humano um fator pró-eficiência. Agricultores, como quaisquer outros gestores, tomam melhores decisões se estão melhor preparados.

Finalmente, ser agricultor agroecológico aumenta a eficiência alocativa. Isto significa que a agricultura de base ecológica, por suas características intrínsecas em uso de insumos e obtenção de produtos, ou pela habilidade dos que a praticam, é capaz de usar um conjunto de insumos que, aos preços dados pelo mercado, influenciam a renda da propriedade de forma mais positiva que o conjunto de insumos, a seus preços dados, utilizados pelos agricultores não agroecológicos. Na interpretação destes resultados devem ser consideradas as características específicas da produção e comercialização agroecológicas. A despeito de não obterem rendas significativamente maiores, estes agricultores obtêm uma maior eficiência alocativa no uso dos insumos, considerando inclusive o custo de comercialização, que lhes é desfavorável. Este resultado pode ser atribuído à característica desta opção por um manejo do

sistema de produção voltado à minimização no uso de insumos externos e comercialização em mercados locais, portanto mais específico, enquanto a opção tradicional opera em termos de ganhos médios e voltada a mercados mais globais.

Estes resultados obtidos também pelas análises estatísticas descritivas evidenciam que a agricultura praticada com base na agroecologia é uma opção custo eficiente para estes grupos, especialmente se considerados os custos internos a unidade de produção. Esta vantagem se reduz ou é anulada pela necessidade de custos incrementais na comercialização.

Ao rodar-se a regressão obteve-se como resultado uma eficiência média da amostra de 0,48. Esta pode ser considerada baixa, indicando altas ineficiências na amostra. A despeito dos fatores que influenciam a ineficiência já destacados, é provável que este valor muito baixo seja uma consequência da alta agregação do objetivo na variável dependente renda, e dos insumos nas variáveis independentes custos.

5. Considerações Finais

No presente estudo o uso da técnica SPF permitiu constatar que a variável dependente (renda da unidade de produção familiar) é explicada de forma robusta pelas variáveis independentes (custos associados à produção agrícola). Igualmente foram identificadas variáveis que contribuem para a ineficiência.

Dentre as limitações do exercício pode-se destacar a escolha *a priori* da função a ser utilizada como referência para a fronteira de produção. Cabe ainda ponderar quanto à inflexibilidade do modelo, que pressupõe um objetivo, no caso a variável dependente renda, associada a *n* inputs, os diferentes custos de produção. Este pode não ser um pressuposto adequado à agricultura familiar uma vez que esta tem vários objetivos, que se congregam na perspectiva da reprodução social da unidade produtiva familiar. Todavia, uma vez inserida nos mercados capitalistas a obtenção de renda é o que torna viável a



unidade familiar. Há ainda o fato de que a análise da eficiência foi realizada sem ajustes mostrando o efeito isolado das variáveis independentes sobre a dependente. Para conhecer-se os efeitos ajustados seria necessário utilizar-se da análise multivariada, o que não é possível devido ao pequeno tamanho da amostra (n). Outro aspecto relevante e que sugere cautela na interpretação é que só dispomos de uma observação, quando seria ideal uma análise de série de dados anuais. Estas limitações são relativas ao objetivo inicial da pesquisa, focado na identificação de indicadores de sustentabilidade. Este objetivo orientou a coleta de dados, ocasionando problemas pontuais, mas importantes para a análise da eficiência, como a inconsistência dos dados relativos à produção física, comprometendo a obtenção de resultados relativos à eficiência técnica e consequentemente à eficiência econômica. Estes problemas, todavia, poderiam ser superados com um desenho de pesquisa mais adequado à análise de eficiência.

Não obstante as dificuldades mencionadas, acredita-se que os resultados obtidos são relevantes e contribuem para a análise da sustentabilidade dos sistemas de produção. A principal constatação é de que a adoção da agroecologia contribui para uma maior eficiência alocativa e, portanto para a eficiência econômica. Esta afirmativa pode ser lida como sendo a adoção da agroecologia uma contribuição para a sustentabilidade na agricultura dado que, aparte de quaisquer considerações socioambientais, uma maior eficiência contribui com a viabilidade econômica, condição para a sustentabilidade. Também é possível argumentar-se que a adoção da agroecologia ao obter uma maior eficiência alocativa permite uma maior ecoeficiência, se aceitarmos que os preços são sinais adequados da escassez relativa dos recursos, neste caso, apenas dos insumos de produção e não de recursos naturais enquanto bens públicos, portanto, corrobora com a noção de sustentabilidade fraca. Todavia a leitura dos resultados deste estudo indica que a obtenção da eficiência e da

sustentabilidade, não se alcança pela adoção isolada de uma proposta tecnológica, ainda que esta possa ser ambientalmente correta. Para maior eficiência faz-se mister obter resultados em áreas outras das políticas sociais, tais como educação, que aumenta a qualidade do capital humano, ou acesso à saúde e ao lazer, que permitam a permanência de uma quantidade adequada de capital humano na agricultura familiar. Sem esta quantidade e qualidade de capital humano haveria uma menor eficiência no processo de produção e, portanto, uma menor sustentabilidade deste. O argumento possível de extrair-se desta análise é de que “mais gente na terra, mais sustentável a agricultura”. Uma leitura inadequada dos outros dois resultados mais controversos, mais terra e mais crédito levam a uma maior ineficiência, poderiam sugerir que a diminuição do acesso a estes dois fatores aumentaria a sustentabilidade. Acreditamos que a leitura mais adequada seria de que quanto mais escassos estes recursos, mais intensivamente são utilizados.

Por fim a análise sugere que a adoção de alternativas de renda diminui a eficiência. O que recomendaria pela não pluriatividade. Todavia este fato é resultado de uma disputa pelo recurso trabalho entre a agricultura e outras atividades. No presente estudo, possivelmente dadas as restrições de mercado e preços dos produtos agrícolas, no período estudado, quando o fator trabalho está sendo alocado em outras atividades, diminui a sua eficiência na produção agrícola. sua eficiência na produção agrícola. Para reverter este quadro, seria necessário garantir rendas adequadas para a agricultura familiar. Nesta perspectiva é necessário destacar que a opção pela produção agroecológica mostrou-se custo eficiente em relação a produção não agroecológica, apresentando desvantagens na comercialização. Adequar os canais de comercialização, como, por exemplo, utilizando-se os canais de mercado institucional e aquisições governamentais, representaria a eliminação desta barreira e aumento das margens para aos agricultores, mas também acesso aos consumidores



destes programas a alimentos de melhor qualidade e possivelmente, de menor custo. A despeito deste ser um tema de política agrícola, que excede em muito a proposta deste artigo, faz-se indubitavelmente relevante na análise das políticas públicas que contribuem para a sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

- Ali, M. y D. Byerlee. 1991. Economic efficiency of small farmers in a changing world: a survey of recent evidence. *Journal of International Development*, Vol.3(1):1- 28.
- Almeida, J. 1998. A construção social de uma nova agricultura: tecnologia agrícola e movimentos sociais no sul do Brasil. Ed. Universidade. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- Altieri, M., A. Yurjevic, J. M. Von Der Weid y J. Sanchez. 1996. Applying Agroecology to Improve Peasant Farming Systems in Latin America: an ImpactAssessment of NGOs Strategies. In Constanza, R., Segura, O. and Martinez Alier, J. Editors. Getting Down to Earth:Practical Applications of EcologicalEconomics. International Society for Ecological Economics, Island Press, Washington.
- Caporal, F. R. e J. A. Costabeber. 2002. Agroecologia. Enfoque científico e estratégico. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Vol.3,(2): 13-16.
- Carmo, M. e M. Magalhães. 1999. Agricultura Sustentável: avaliação da Eficiência técnica e econômica de atividades agropecuárias selecionadas no sistema não convencional de produção. *Informações Econômicas*, Vol..29. (7).Instituto de Economia Agrícola, Governo do Estado de São Paulo. São Paulo.
- Coelli, T. 1996. A guide do DEAP version 2.1: A guide to Frontier version 4.1: a computer program for stochastic frontier production and cost function estimation.
- CEPA Working Paper 96/07. CEPA, Department of Econometrics, University of New England – Australia, Armidale, Coelli, T.; Prasada, R. and Battese, G., 1998. An introduction to efficiency and Productivity analysis. Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London.
- Conway, G. 1987. The properties of agroecosystems. *Agricultural Systems*, Vol. 24: 95-17.
- Conway, G e E. Barbier. 1990. After the green revolution: sustainable agriculture for development. Earthscan publications, London.
- Ellis, F. 2000. Rural livelihoods and diversity in developing countries. Oxford University Press, Oxford.
- Fan, S. 1999. Technological change, technical and allocative efficiency in Chinese agriculture: the case of rice production in Jiangsu. Environment and production technology division paper no 39. International Food Policy Resarch Institute, Whashington.
- Farrell, M. J. 1957. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, CXX, Part 3.:253-290.
- Fernandes, L. A. 2004. The meaning of sustainability: searching for agri-Environmental indicators. Unpublished PhD thesis. IDPM, The Univeristy of Manchester, Manchester, UK.
- Fernandes, L.A. and Woodhouse, P. 2008. Family farm sustainability in Southern Brazil: an application of agri-environmental indicators. *Ecological Economics*, v.66: 243 - 257.
- Gliessman, S. R. 1997. Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture. Lewis Publishers. Boca Raton.
- Guanziroli, C. 2013. Mercados viáveis para a inserção econômica dos agricultores familiares in Campos, S. e Navarro, Z. (org.) A pequena produção rural e as tendências do desenvolvimento agrário brasileiro: Ganhar tempo é possível? CGEE, Brasília.
- INCRA/FAO. 1999. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária /Food and Agriculture Organization. Agricultura Familiar no Brasil: Uma Análise a Partir Do Censo Agropecuário de 95/96. Convênio INCRA/FAO. INCRA. Brasília.
- Kodde, D. A. e F. Palm. 1986. Wald criteria for jointly testing equality and inequality restrictions. *Econometrica*. 54 (5): 1243 – 1248.
- Lowrance, R., P. Hendrix e E. Odum. 1986. A hierarchical approach to sustainable agriculture. *American Journal of Alternative Agriculture*. 1(4):169-173.
- Maddala, G.S. e E. Miller. 1989. Microeconomics theory and applications. New York: McGraw-Hill international.
- Martinez-Alier, J. 2002. The environmentalism of the poor: a study of ecological conflicts and valuation. Edward Elgar, Cheltenham.
- MMA. 1999. Ministério do Meio Ambiente. Agricultura sustentável. Documentos de trabalho, workshops, texto para o workshop de janeiro 1999 [Online]. Brasilia, DF, www.atech.br/agenda21.as/doctos.htm [accessed, 02/08/99]
- Müller, S. 1997. Evaluating the sustainability of agriculture: the case of the Reventado river watershed in Costa Rica. European universities studies: series 5, vol. 2194, economics and management. Kiel University. Lang, Frankfurt.
- Navarro, Z., J. Gasques e R. F. Eustaquio. 2010. Agricultura Brasileira: desempenho, desafios e perspectivas. IPEA, Brasília.
- OECD. Organization for Economic Co-operation and Development. 1999. Environmental indicators for



agriculture. Volume1 - Issues and design. OECD press, Paris.

Pascual, U. 2005. Land use intensification potential in slash-and-burn farming through improvements in technical efficiency. *Ecological Economics.* , v.52: 497-511.

Pasour, E. C. Jr. 1981. A furter note on the measurement of efficiency and Economies of farm size. *Journal of Agricultural Economics*, XXXII (2): 135-146.

Pearce D. e E. Barbier. 2000. Blueprint for a sustainable economy. Earthscan Publications, London.

Pearce, D. e K. Turner. 1990. *Economics of Natural Resources and the Environment*. Harvester Wheatsheaf, London.

Schneider, S. 2007. Trends and matters in rural development studies in Brazil. XXIInd Congress of the European Society for Rural Sociology. Wageningen, the Netherlands.

Squires, D., R. Q. Grafton e M. F. Alam. 2003. Technical efficiency in Malaysian gill net artisan fishery. *Environment and Development Economics*. Vol. 8:481-504.

Varian, H. R. 1999. *Intermediate microeconomics. A modern approach*. 5th edition. W. W. Norton & Company. New York and London.

Wang, H. J. e P. Schmidt. 2002. One-step two-steps estimation of the effects of exogenous variables on technical efficiency levels. *Journal of Productivity Analysis*, n.18: 219-144.