



## AS FORÇAS CONDICIONANTES DA SUSTENTABILIDADE AGRÍCOLA: UTILIZANDO UM MODELO PARA UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA NO VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

ANDREA S.S.A. MELO;

UFPE

RECIFE - PE - BRASIL

andrea.samelo@ufpe.br

APRESENTAÇÃO ORAL

Agropecuária, Meio-Ambiente, e Desenvolvimento Sustentável

### **As Forças Condicionantes da Sustentabilidade Agrícola: utilizando um modelo para uma análise exploratória no Vale do Submédio São Francisco**

**Grupo de Pesquisa:** Agropecuária, Meio-Ambiente, e Desenvolvimento Sustentável

#### Resumo

Existem poucos trabalhos que buscam identificar os determinantes da sustentabilidade da atividade agrícola na literatura econômica e menos ainda aqueles que se utilizam de indicadores físicos de sustentabilidade. Trata-se, este trabalho, de um esforço neste sentido, utilizando-se, para tal, do conceito de indicadores DSR, propostos pela ONU. São utilizados os resultados obtidos por Melo (1999) para os indicadores de Estado, dos Fatores Condicionantes, e de Resposta da sustentabilidade para a região do submédio São Francisco para se estabelecer as forças condicionantes da sustentabilidade, através de uma regressão linear simples entre o índice de sustentabilidade, também estimado por Melo, e os indicadores de fatores condicionantes e de resposta. Os resultados obtidos confirmam as proposições de que o uso de defensivos agrícolas e a concentração na posse da terra tem impactos adversos sobre a sustentabilidade; mas trazem evidências contrárias sobre o comportamento esperado da concentração de renda, instalação de drenagem e diversificação produtiva. Como principal conclusão infere-se a necessidade de uso de modelos não lineares para o tratamento da questão.

Palavras-chaves: Pólo Petrolina Juazeiro, indicadores de sustentabilidade, determinantes da sustentabilidade.



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



## 1 INTRODUÇÃO

Desde a Rio 92 que esforços têm se dado no sentido de definir indicadores de sustentabilidade<sup>1</sup>, principalmente no âmbito dos trabalhos patrocinados pelas Nações Unidas, pela OECD e pelo Banco Mundial. A natureza e o propósito dos indicadores varia com os seus objetivos, a depender se serão utilizados para predizer um impacto real ou se simplesmente para fornecer informação a respeito de um risco; ou ainda para informar aos tomadores de decisão se os objetivos dos programas e políticas implementados estão sendo alcançados (Bockstaller e Girardin, 2003).

A abordagem tem se desenvolvido preponderantemente ressaltando a natureza física dos dados, opção que se justifica pela ineficiência do indicador preço em refletir a real escassez dos recursos naturais; ou devido à imperfeição dos mercados, ou aos diferentes tipos de escassez física, ou até mesmo devido à indefinição da reciclagem na determinação dos preços. A insuficiência de informação sobre as preferências pela função ambiental é também determinante desta ineficiência (Barbier, 1989).

No caso da atividade agrícola, poucos são os exemplos práticos de indicadores desenvolvidos, e em menor quantidade ainda os que buscam a sua agregação em um único índice<sup>2</sup>. De acordo com Pretty (1995), esta dificuldade resulta, em grande medida, do fato de muitos autores acreditarem que a sustentabilidade agrícola não seja mensurável de forma precisa, acreditando no fato de que as suas externalidades são difíceis de ser medidas. Além do fato de não se ter, na sustentabilidade agrícola, uma definição que seja consensual (Ehler, 1994).

É seguindo esta filosofia, por exemplo, que Rasul e Thapa (2004), ao estimarem indicadores de sustentabilidade para dois sistemas alternativos de produção de Bangladesh, não os agregam em qualquer momento, procedendo a comparações de sustentabilidade entre os dois sistemas a partir da performance de cada indicador individualmente. Eles construíram 11 indicadores para retratar as sustentabilidades ecológica, econômica e social.

Bockstaller et. al. (1997) estimam indicadores agro-ecológicos para a avaliação de diferentes sistemas de produção agrícola. Estes autores também não procedem à agregação dos mesmos, alegando, principalmente, a subjetividade e natureza não compensatória da realidade.

Cunha (1999), através de uma análise de agrupamento de clusters, tipifica quatro grupos de sistemas agrícolas distintos em propriedades de até 100 ha na Chapada dos Guimarães, no Mato Grosso. Eles se utilizaram de 49 indicadores.

Para a estimação de índices de sustentabilidade, e em âmbito mundial, destacam-se Rigby et. al. (2001), Taylor et. al. (1993) e Gomez et. al. (1996)<sup>3</sup>, os quais construíram indicadores e índices em nível das unidades produtivas para, respectivamente, Inglaterra,

<sup>1</sup>Existe ampla discussão em torno do conceito de sustentabilidade e da validade da utilização de indicadores como forma de medir esta sustentabilidade. Neste trabalho, no entanto, tomar-se-á a definição básica das Nações Unidas como referência e o uso do indicador como forma mais eficaz de se alcançar o desenvolvimento sustentável. Para aprofundamentos nesta controvérsia, ver Rigby et. al. (2001) e Melo (1999).

<sup>2</sup>Este índice representa o indicador composto de Girardin et. al. (1999), os quais são obtidos a partir da agregação de diversas variáveis ou de indicadores simples.

<sup>3</sup>Rodrigues e Vianna (1998) não são citados aqui por não considerarem de forma explícita a sustentabilidade em seu trabalho.



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



Malásia e Filipinas. Os dois primeiros trabalhos desenvolveram índices de sustentabilidade considerando uma relação linear entre indicadores que refletissem o controle de pragas, doenças e encharcamentos; a fertilidade do solo; e as condições da erosão. Gomez et. al. também estabeleceram uma relação linear, mas para agregar indicadores de rendimento, lucro, frequência de perda de colheita, profundidade do solo, matéria orgânica e cobertura vegetal.

No Brasil, destacam-se os trabalhos desenvolvidos por Ribas, Severo e Miguel (2003), que buscaram estimar a sustentabilidade de 4 sistemas de extrativismo da Mata Atlântica, através da construção de um índice relativo de sustentabilidade; Vasconcelos e Torres Filho (1994), que estudaram a sustentabilidade da região semi-árida do Nordeste brasileiro; por Silva (1998), que propôs considerar como índice de sustentabilidade o indicador mais limitante da sustentabilidade, num estudo de 30 unidades produtivas de Chapecó, em Santa Catarina; e por Melo (1999), que estimou um índice de sustentabilidade através da análise fatorial utilizando-se de 8 indicadores para 69 unidades produtivas do Vale do Submédio São Francisco.

A estrutura de indicadores utilizada por Vasconcelos e Torres Filho (1994) e por Melo (1999) para a construção do índice de sustentabilidade é a mesma sugerida por Mortensen (1997), a qual privilegia, além da retratação do Estado da sustentabilidade, o levantamento de suas Forças Condicionantes; entendidas estas como uma composição dos Fatores Condicionantes e das Respostas observadas às situações de insustentabilidade criadas. Estes são os indicadores DSR.

Os indicadores DSR, propostos no âmbito da ONU, são abrangentes, complexos, e não trazem qualquer relação preestabelecida entre eles. São indicadores que buscam registrar a natureza holística da sustentabilidade (Hecq, 1997), revelando seus fatores econômicos, sociais e ambientais.

A ausência de uma relação preestabelecida nesta estrutura de indicadores se deve ao fato de que muitas vezes um impacto positivo na economia e sociedade tem um impacto negativo no ambiente. Ou o fato de se poder ter explicações as mais diversas para um mesmo estado do ambiente. Estados diferentes de degradação do solo, por exemplo, podem advir tanto do uso intensivo de máquinas e defensivos numa agricultura moderna, como da utilização intensiva do solo numa agricultura tradicional. O processo de desenvolvimento sustentável apresenta uma dinâmica bastante intensa e por isso esta estrutura de indicadores não sugere *a priori* uma forma de agregação. O que não quer dizer que esta forma não possa existir (Mortensen, 1997).

Melo (1999) e Melo e Sampaio (2000) estimaram indicadores DSR para a agricultura irrigada do Vale do Submédio São Francisco, considerando dados de 1998 para 69 colonos dos Perímetros Irrigados Bebedouro e Nilo Coelho. Melo (1999), adicionalmente, sugeriu a agregação destes indicadores através da utilização de Componentes Principais. Esta análise fatorial é importante porque pode ser usada para monitorar o progresso dos problemas ligados a sustentabilidade e, assim, dar indicação de como resolvê-los (Rutherford, 1997).

Vasconcelos e Torres Filho (1994) também trabalharam com dados de seção cruzada, utilizando-se de um modelo linear muito simples para construir o índice de sustentabilidade.



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



O índice foi estimado para a região semi-árida brasileira, partindo da construção de sete indicadores de sua realidade econômica, social e ambiental.

Rodrigues e Viana (1998) não consideram a sustentabilidade explicitamente em seu trabalho, mas buscam construir um coeficiente de propensão à desertificação com indicadores que em muito se assemelham a estrutura DSR. Eles utilizam 46 indicadores divididos em 4 grupos, os quais versam sobre condições agropecuárias e econômicas, condições demográficas, condições sociais e condições naturais, para classificar os municípios do sertão do Ceará como propensos ou não à desertificação. Os indicadores utilizados estão todos muito bem explicados no artigo e muito embora como já salientado eles se assemelhem à estrutura DSR, a divisão em categorias de forças condicionantes, estado e resposta não está explicitada.

O índice segue uma modelagem de análise fatorial, ou seja, mais uma vez um modelo linear é utilizado para relacionar as variáveis de âmbito econômico, social e ambiental, e ainda aquelas que são consideradas forças condicionantes e de estado da desertificação.

Este trabalho pretende ser uma extensão destes aqui referenciados, buscando contribuir com a discussão da estimação de índices de sustentabilidade. Para isto, utilizará os indicadores e índice propostos em Melo (1999), para estabelecer uma relação causal entre os indicadores das forças condicionantes com o índice de sustentabilidade. Ressalta-se que se busca, ao se utilizar indicadores que refletem a realidade da unidade produtiva, facilmente percebida pelos produtores, favorecer à tomada de decisão, tanto em termos de política quanto da operacionalização por parte deste último (Bockstaller et. al., 1999).

Conforme já salientado anteriormente, esta relação, mesmo que apenas em sua direção, não é pré-estabelecida pela estrutura de indicadores, de forma que aqui se propõe um trabalho de natureza exploratória. Sendo assim, não são assumidas hipóteses quanto ao sinal esperado das variáveis independentes na função a ser estimada. Estes sinais serão aqui apresentados e discutidos. Adicionalmente, a partir da estimação da função, reflexões sobre a utilização de modelos lineares em casos de sustentabilidade passam a ser tecidas, no sentido de buscar uma adequação mais proveitosa nesta modelagem.

Buscando atingir estes objetivos, este trabalho foi dividido em 4 seções, sendo a primeira esta introdução. A segunda seção apresenta as variáveis da sustentabilidade utilizadas por Melo, assim como os principais resultados em termos dos índices de sustentabilidade estimados. Na terceira seção é estimada uma regressão linear para relacionar os indicadores das forças condicionantes com os indicadores de estado da sustentabilidade; e, na quarta e última seção, são apresentadas as principais conclusões.

## 2 AS VARIÁVEIS DA SUSTENTABILIDADE

O indicadores utilizados por Melo (1999) foram os seguintes:

**Fatores condicionantes:** AD (área descoberta), UD (utilização de defensivos), DR (instalação de drenagem), MP (utilização de máquinas pesadas), CT (concentração de terra) e CR (concentração de renda).

**Resposta:** CC (realização de consórcios), PC (prática de policulturas), RC (prática de rotação de culturas), LE (plantio de leguminosas), MR (manejo dos resíduos), CS (conservação do solo) e TM (técnicas de irrigação melhoradas).

O **Índice de Sustentabilidade** foi construído a partir dos seguintes **Indicadores de Estado:** CO (proporção de terras compactadas), CR (concentração de renda), CT (concentração na posse da terra), DD (ocorrência de doença pelo uso de defensivos), DS (diferença salarial entre homens e mulheres), PA (produtividade por área), TT (proporção de trabalho temporário) e SA (proporção de terras salinizadas).

Os indicadores se baseiam nas três principais dimensões da sustentabilidade e foram inspirados em Pieri et. al. (1995). Todos eles foram construídos de forma a variarem entre zero e um, sendo que a proximidade de um representa uma situação pior sob o ponto de vista da sustentabilidade. Cada um foi construído a partir de dados disponíveis nas unidades produtivas e, por isso, não requerem medidas de campo específicas, as quais são complexas e caras, conforme sugerem Bockstaller et. al (1997).

O Índice de Sustentabilidade, por sua vez, resultou da seguinte expressão:

$$IS_i = 0,057CO_i - 0,051CR_i + 0,022CT_i + 0,285DD_i + 0,205DS_i + 0,179PA_i - 0,079SA_i + 0,102TT_i$$

Os resultados obtidos precisaram ser normatizados (ISP), já que foram gerados valores menores que zero. O menor valor desta expressão foi -0,0654.

Utilizando-se da classificação sugerida por Vasconcelos e Torres Filho, as unidades produtivas foram classificadas da seguinte forma:

1. Sustentável:  $ISP < 0,20$ .
2. Sustentabilidade Ameaçada:  $0,20 \leq ISP < 0,40$ .
3. Sustentabilidade Comprometida:  $0,40 \leq ISP < 0,60$ .
4. Insustentável:  $0,60 \leq ISP < 0,80$ .
5. Seriadamente Insustentável:  $ISP \geq 0,80$ .

A Tabela 1 seguinte traz informações dos índices estimados, de onde se percebe que mais da metade das unidades produtivas estudadas, 50,8%, se encontravam em situação de sustentabilidade. Um grande percentual, aproximadamente 35%, era considerado com sustentabilidade ameaçada, ameaça esta que poderia advir de qualquer um dos indicadores usados no índice. 14,3% dos pesquisados registraram uma sustentabilidade que já se apresentava de alguma forma comprometida.

Entretanto, inexistem nos Perímetros produtores considerados insustentáveis; ou seja, a totalidade dos colonos entrevistados classificou-se entre as situações de sustentabilidade e sustentabilidade comprometida. Destes, 85,7% foram considerados entre sustentáveis e com a sustentabilidade apenas ameaçada.

**Tabela 1: Classificação dos produtores com relação à sustentabilidade - 1998**

Classificação	Número de Produtores	Proporção (%)	Proporção Acumulada
Sustentável	32	50,8	50,8

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural

Sustentabilidade Ameaçada	22	34,9	85,7
Sustentabilidade Comprometida	9	14,3	100,0
Insustentável Seriamente	0	0	100,0
Insustentável	0	0	100,0
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>100,0</b>	<b>-</b>

Fonte: Melo (1999).

### 3 A RELAÇÃO CAUSAL

Para a estimação da relação causal realiza-se, em primeiro lugar, uma análise pormenorizada dos indicadores das forças condicionantes usados por Melo (1999). O objetivo desta análise é o de identificar aqueles que, frente às limitações dos dados, e da amostra utilizada, devem ser realmente relevantes na análise. Deste estudo foram retirados da regressão estimada os indicadores de área descoberta (AD), de utilização de máquinas pesadas (MP), da realização de consórcios (CC), do plantio de leguminosas (LE), do manejo dos resíduos (MR) e da conservação do solo (CS). As justificativas para a não consideração destas variáveis são distintas.

Começa-se pelo indicador AD. A utilização da irrigação na agricultura permite que as áreas agrícolas estejam aptas para a produção durante todo o ano, ao invés de só nos períodos de safra. Este fato faz com que os solos passem a ser usados mais intensamente e, por isso mesmo, passem muito pouco tempo descobertos. O pouco tempo descoberto representa pouca ou nenhuma ameaça para a sustentabilidade sob o ponto de vista de que as áreas descobertas favorecem à erosão, perda de matéria orgânica e de fertilidade dos solos, e ainda a perdas econômicas.

Um indicador ideal para AD seria a ponderação da proporção do tamanho total da área descoberta na unidade produtiva pelo tempo de sua descobertura. Um indicador desta natureza possibilitaria uma comparação entre as diversas unidades no sentido de capturar melhor a real pressão sobre a sustentabilidade. Entretanto, devido à natureza dos dados obtidos junto a essas mesmas unidades, AD não foi calculado assim; mas apenas a partir de uma relação entre a proporção da área descoberta da propriedade e a maior proporção observada entre todas as parcelas produtivas estudadas, o que o torna menos significativo como indicador.

Ademais, o fato de não se ter observado nos dados da amostra nenhum caso de erosão, como revelaram os resultados dos indicadores amplamente discutidos em Melo (1999) e Melo e Sampaio (2000), retira-se de AD boa parte de sua relevância em questões de sustentabilidade. Na verdade, por se ter uma área relativamente plana na região em estudo, a pressão sobre a erosividade do solo das áreas descobertas se torna muito pequena.

O indicador MP (utilização de máquinas pesadas) entrou na análise para tentar captar a pressão sobre a compactação dos solos trabalhados pelas máquinas. Entretanto, tornou-se um indicador também incompleto a partir do momento que só foi possível coletar informações sobre a utilização ou não dessas máquinas, sem a consideração devida do tempo trabalhado.



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



Deve-se somar a isso também que os casos de compactação observados entre os colonos entrevistados pareciam estar mais ligados a uma condição original dos solos do que a uma condição criada propriamente pela atividade produtiva.

A realização de consórcios também não é considerada aqui como importante para a análise de regressão para explicar ganhos na produtividade do solo e, como consequência, do índice de sustentabilidade. É provável que CC tenha impactos realmente pequenos sobre a retenção de nutrientes nos solos irrigados.

Outrossim, as áreas destinadas ao cultivo de culturas permanentes só possibilitam a realização de consórcios quando as referidas plantas ainda não estão muito grandes, de forma que se torna possível plantar entre as fileiras dessas plantas. Plantas pequenas, na maioria das vezes, ainda não estão em produção, fato que afeta a produtividade estimada da área em questão. Ou seja, é possível que o indicador não consiga resumir todos os aspectos inerentes ao problema e que, no mínimo, sejam necessários dados de séries temporais para que se perceba o seu efeito no tempo.

Uma questão crucial na rotação de culturas, RC, não é a simples rotação, mas as culturas que a compõem. É preciso que haja uma complementaridade entre elas para que a rotação surta o efeito esperado. O ciclo básico de rotação de culturas identificado na região é feijão, tomate e melancia.

A leguminosa plantada na região é basicamente o feijão que, como fixadora de nitrogênio, é considerada fraca. Este fato pode levar a uma relativa insignificância deste indicador como determinante do índice de sustentabilidade.

O manejo dos resíduos (MR) e as técnicas de correção do solo (CS) apresentam problemas de inadequação dos indicadores estimados. MR, por exemplo, por falta e inadequação dos dados, não foi estimado como previsto, de forma a representar o nível de aproveitamento dos resíduos e o quanto este aproveitamento significava em termos da utilização total de fertilizantes.

As técnicas de correção dos problemas registrados com o solo na região foram predominantemente a drenagem da água para o caso da salinização e o revolvimento dos solos para os casos da compactação. Não foi verificada a eficiência na aplicação dessas técnicas, assim como esses dois problemas renderam um único indicador. Estas deficiências na estimação devem levar a que CS não tenha captado o verdadeiro sentido do que se pretendia com um indicador de conservação do solo.

Uma vez que tenham sido descartados os indicadores considerados como sem relevância para a análise, deve-se passar à relação propriamente dita. O modelo utilizado, os coeficientes e os resultados estatísticos obtidos estão expostos na Tabela 2. A função, por sua vez, apresenta-se da seguinte forma:

$$\text{ISP} = 0,6888 + 0,2122\text{UD} - 0,1882\text{DR} + 0,4713\text{CT} - 0,3813\text{CR} - 0,3062\text{TM} - 0,1473\text{PC}^2$$



O aumento da utilização de defensivos<sup>4</sup>, UD, que foi interpretado em Melo (1999) como exercendo pressão negativa sobre DD (Ocorrência de doença) e PQ (Perda de qualidade do produto)<sup>5</sup>, eleva o índice de sustentabilidade, ou, o que é a mesma coisa, aumenta a insustentabilidade da unidade produtiva. Uma relação que se justifica pela definição que lhe foi dada.

O indicador de concentração da terra, CT, foi utilizado para a construção do índice de sustentabilidade e agora entra como elemento de pressão sobre este mesmo índice, com força significativa e positiva. Maiores diferenças da propriedade média observada implicam em unidades produtivas consideradas muito grandes ou muito pequenas, o que, espera-se, exerce pressão sobre a sustentabilidade a partir da influência que têm sobre a escolha do modelo de produção (Ehrler, 1994).

**Tabela 2: Resultados da regressão entre ISP e 6 indicadores de fatores condicionantes e de resposta - 1998**

Variáveis Explicativas	Coefficiente	Teste "t"	Significância
Constante	0,6888	6,61	0,000
UD (Utilização de defensivos)	0,2122	2,70	0,009
DR (Instalação de drenagem)	-0,1882	-3,78	0,000
CT (Concentração na posse da Terra)	0,4713	3,08	0,003
CR (Concentração de Renda)	-0,3813	-1,92	0,060
TM (Técnicas de Irrigação Melhoradas)	-0,3062	-2,44	0,010
PC <sup>2</sup> (Prática de policulturas)	-0,1473	-1,97	0,053
<b>R<sup>2</sup></b>	42,5%		
<b>R-ajustado</b>	36,4%		
<b>Teste F</b>	6,9		0,000

Fonte: Melo (1999)

Todos os indicadores restantes apresentam sinais negativos, o que sugere uma análise um pouco mais aprofundada sobre o assunto. DR, por exemplo, é um indicador que mede a proporção<sup>6</sup> de área não drenada de cada unidade produtiva com relação à maior proporção de área não drenada observada. Quando DR é 1, isso significa que se está diante da unidade produtiva que apresenta a pior proporção de área drenada observada, pela qual todas as outras foram relativizadas. Sendo assim, a relação negativa entre este indicador e o índice implica

<sup>4</sup>O uso de defensivos deste indicador é relativizado pela quantidade do produto produzido em cada unidade produtiva e proporcional à maior relação observada na prática. Um aumento de UD significa uma maior utilização de defensivo por unidade de produto.

<sup>5</sup>Indicadores de estado que medem respectivamente a ocorrência de doenças por contaminação de defensivos e a ocorrência de rejeição de produto também por contaminação de defensivos.

<sup>6</sup>Área não drenada/área irrigada total de cada unidade produtiva.





**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



em se dizer que quanto menos se drenar, melhor para a sustentabilidade, o que parece um contra-senso. Todavia, ao se realizar uma análise mais detalhada, pode-se ter um melhor entendimento da questão, lembrando-se que este é um trabalho de cunho exploratório.

Segundo Melo e Sampaio (2000), é no Perímetro Irrigado Bebedouro onde se encontra a pior situação referente à instalação de drenagem. Também é neste perímetro onde se encontram os piores casos estudados de salinização e compactação. Destas constatações pode-se concluir que estes indicadores caminham na mesma direção.

Entretanto, como pode ser visto pela observação da função que estimou o índice, apresentada anteriormente, a salinização não foi considerada como importante na sua construção, significando que, a partir da matriz de variância-covariância dos dados, ela ainda não se apresenta como significativa. Em sendo assim, pode ser esperado que drenagem, que se relaciona diretamente com salinização<sup>7</sup>, tenha uma relação inversa com o índice. Esta possibilidade pode ser aumentada quando se considera a existência de variáveis não conhecidas e não discutidas no modelo. Além disso, a necessidade de drenagem varia com as características do solo, alguns a requerem e outros não.

CR (Concentração de renda) tem basicamente a mesma definição e justificativa teórica que CT (concentração na posse da terra)<sup>8</sup> e, no entanto, foi destacado com um sinal negativo na regressão, o que significa dizer que as maiores diferenças da renda média gerada contribuem para um índice mais próximo da sustentabilidade; ou seja, rendas muito pequenas com relação a média, por exemplo, geram unidades produtivas mais sustentáveis.

A literatura tem propagado que o impacto de CR sobre a sustentabilidade é negativo, uma vez que os extremos da distribuição de renda são nocivos à sustentabilidade, pela escolha que fazem do modelo produtivo. De um lado do *spectrum* a agricultura moderna e do outro a agricultura tradicional. Os resultados aqui obtidos são contrários a esta proposição.

Os dados registrados na Tabela 3 podem ajudar na reflexão deste resultado. Nesta tabela foi computada a estatística descritiva dos desvios da renda média das unidades produtivas (D). Busca-se com este tipo de análise avaliar a natureza das diferenças de renda nos perímetros, se mais marcadas por valores maiores do que a média ou se por menores.

**Tabela 3: Desvios da renda média e sua estatística descritiva<sup>9</sup> - 1998**

Número de Produtores		D <sub>máx</sub>	D <sub>min</sub>
D < 0	D > 0		
36	18	107.260,5	-12.339,5

Fonte: Melo (1999)

<sup>7</sup>A correlação entre DR e SA se apresentou como positiva, muito embora muitíssimo pequena (0,09).

<sup>8</sup>Apresentando-se, inclusive, com uma forte correlação positiva.

<sup>9</sup>Os oito produtores que não estão contabilizados nesta tabela ou não forneceram a informação ou atingiram valores muito próximos da média.



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



Observa-se dos dados que o número de produtores com renda abaixo do valor médio (R\$12.739,5), um total de 36, chega a ser o dobro do número de produtores com renda acima desse valor. Entende-se, dessa observação, e sob o ponto de vista do que já foi exposto, que em termos potenciais existe um número maior de produtores exercendo pressão sobre a sustentabilidade sob a forma de uma "agricultura tradicional" do que sob a forma de uma agricultura moderna.

No entanto, se este resultado for confrontado com a natureza do produtor e do tipo de agricultura desenvolvido por ele, algumas considerações adicionais podem ser tecidas no sentido de elucidar o sinal encontrado na regressão estimada. Agricultura irrigada, por si só, já é uma agricultura moderna, o que limita o nível de tradicionalismo que se possa ter ao se desenvolver a atividade. Sendo assim o agricultor de menor renda dos perímetros irrigados da CODEVASF não pode ser comparado a outros agricultores de menor renda que desenvolvem agricultura tradicional.

Na verdade, as diferenças de renda dos produtores com renda abaixo da média, não chegam a alcançar, em seu valor máximo, o valor da renda média. O oposto se dá no caso dos produtores que apresentaram diferenças positivas com relação a média. O valor máximo observado desta diferença chega a quase 8,5 vezes o valor da média calculado.

Em resumo, tem-se as condições que representam uma relativa ausência de pressão sobre a sustentabilidade do ponto de vista da agricultura tradicional. Em sendo assim, poder-se-ia dizer que os elementos negativos deste modelo de agricultura estariam ausentes do universo estudado, restando deste modelo o seu aspecto positivo de maior efeito distribucional. Este fato pode levar a que a relação se dê em sentido contrário. É por questões desta natureza, inclusive, que não se define, a priori, uma relação causal para o modelo.

TM (técnicas melhoradas de irrigação) foi introduzido na análise como um indicador de resposta. Ou seja, os colonos produtores buscam adotar técnicas de irrigação melhoradas para corrigir problemas que possam estar surgindo como resultado da adoção de uma técnica de irrigação não muito adaptada. Os problemas que podem surgir da escolha de uma técnica errada vão desde problemas com o solo, na forma de salinização ou compactação, a problemas com o uso da água, na forma de seu desperdício.

Desta informação já se têm elementos para que se possa começar a entender o resultado aparentemente contraditório da relação negativa entre TM e o ISP. Para que a técnica de irrigação não adequada exerça de fato uma pressão para elevação do índice de sustentabilidade sob o ponto de vista do desperdício de água, seria necessário que este indicador ou um indicador de disponibilidade de água tivesse feito parte da construção do índice de sustentabilidade. No entanto, por questões já explicadas de inadaptabilidade dos dados, isto não aconteceu.

Em contrapartida, os problemas com relação ao solo foram registrados, mas para entender a causalidade resultante daí são necessários alguns argumentos adicionais. As técnicas utilizadas e interpretadas neste trabalho como técnicas de irrigação melhoradas foram a micro aspersão e a aspersão, sendo a primeira a mais eficiente delas. O sistema de inundação considerou-se como o mais arcaico. Em termos de indicador, estes sistemas receberam os valores 0, 0,5 e 1, respectivamente, para as unidades que os adotaram. Os

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural

valores encontrados entre as unidades produtivas que não correspondem a nenhum desses três valores se referem a adoção, por parte do produtor, de mais de um sistema de irrigação e à ponderação da área correspondente a cada um. Ressalte-se que há métodos que se adequam melhor para uma cultura, não havendo muita clareza quanto à causalidade pretendida.

De forma generalizada, como fica evidente a partir de uma breve inspeção da Tabela 4, a inundação é um sistema exclusivo do Perímetro Irrigado Bebedouro. O PIB, que apresenta a pior média para TM, apresenta também os casos mais graves, em média, de compactação e salinização. Estes resultados mostram uma relação direta entre a técnica de irrigação e o problema causado no solo.

**Tabela 4: Sistemas de irrigação por Perímetro Irrigado - 1998**

<b>Perímetro</b>	<b>Inundação</b>	<b>Aspersão</b>	<b>Micro-aspersão<sup>10</sup></b>
Bebedouro	12	1	0
Nilo Coelho	0	49	3
<b>Total</b>	12	50	3

Fonte: Melo (1999)

O ISP estimado via método dos componentes principais, no entanto, considerou a salinização com um sinal negativo na construção do índice. Desta forma e, em sendo assim, a relação entre TM e SA se dá de forma indireta e inversa via o ISP, da mesma forma como já havia sido explicado para DR.

A importância de PC (prática de policulturas) é menor do que a dos outros indicadores na determinação de ISP. Isto pode ser notado pelo valor de seu coeficiente e pelo fato de que, para se tornar significativo no modelo, foi preciso que seus valores observados fossem elevados ao quadrado.

Uma constante significativamente diferente de zero significa que quando todos os indicadores assumirem o valor zero, a sustentabilidade da unidade produtiva será do valor da constante: 0,6888. Como a maioria dos indicadores estão entrando aqui com sinal negativo, o valor da constante chega a ser maior do que o valor médio de ISP registrado (0,4205), o que implica em uma situação de maior insustentabilidade.

#### **4 CONCLUSÕES**

A análise de regressão realizada neste trabalho foi importante para evidenciar alguns fatores que devem ser considerados em todo trabalho que se for desenvolver sobre sustentabilidade. Estes fatores podem ser resumidos em três grupos principais.

O primeiro grupo se refere à natureza muitas vezes incompleta dos indicadores. Por dificuldade de obtenção dos dados alguns desses indicadores, a exemplo de AD (área descoberta), MP (utilização de maquinaria pesada), CC (realização de consórcios), MR (manejo dos resíduos) e CS (conservação do solo), não foram construídos num formato ideal. A natureza incompleta resultante foi o principal fator que levou a que não se procurasse

<sup>10</sup>A microaspersão só é utilizada sozinha em uma propriedade.



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



estabelecer uma relação entre eles e o índice de sustentabilidade, através do modelo de regressão.

O segundo grupo se refere a um fato mencionado ainda na introdução deste artigo. É que se conjugam impactos adversos em um mesmo fator considerado condicionante ou de resposta da sustentabilidade. A consequência é que nem sempre se tem um resultado para clara interpretação. CC (realização de consórcios) e PC (prática de policulturas) podem ser considerados como bons exemplos deste caso. O impacto positivo sobre a produtividade e sustentabilidade de um lado, pode ter sido compensado por um impacto negativo de outro lado. Neste caso, urge a necessidade de modelos de natureza não linear e, em muitos momentos, como foi ressaltado na avaliação do indicador de utilização do consórcio, a necessidade de modelos dinâmicos, que reflitam alterações temporais.

A falta que a água fez na análise pôde ser notada explicitamente nos resultados incompletos do indicador TM (técnicas de irrigação melhoradas). A criação de TM foi motivada principalmente pela necessidade de medição do desperdício de água e do impacto desse sobre a disponibilidade da mesma.

Pode-se ainda concluir que, como se trata de uma análise exploratória, estes indicadores necessitam ser melhor trabalhados, inclusive em seu conteúdo pragmático, para que se possa obter melhores resultados. O modelo pode também ser melhor trabalhado, buscando-se incluir uma relação não linear na análise.

## REFERÊNCIAS

- BARBIER, E.B. 1989. *Economics, Natural-Resource Scarcity and Development: Conventional and Alternative Views*. London: Earthscan.
- BOCKSTALLER, C. E GIRARDIN, P. 2003. How to validate environmental indicators. *Agricultural Systems*,76: 639-653.
- BOCKSTALLER, C. E GIRARDIN, P., E VAN DER WERF, H.M.G. 1997. USE OF AGRO-ECOLOGICAL INDICATORS FOR THE EVALUATION OF FARMING SYSTEMS. *EUROPEAN JOURNAL OF AGRONOMY*, 7: 262-270.
- CUNHA, A.A. (1999). TIPIFICAÇÃO E ANÁLISE DE SUSTENTABILIDADE EM SISTEMA AGRÍCOLAS FAMILIARES DO DISTRITO DE ÁGUA FRIA, CHAPADA DOS GUIMARÃES. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. MATO GROSSO: UFMT.
- EHLER, E. 1994. *Agricultura Sustentável: Origens e perspectivas de um novo paradigma*. Livros da Terra.
- GOMEZ ET. AL.
- HECQ. 1997.
- MELO, A.S.S.A. 1999. A estimação de um índice de agricultura sustentável: uma aplicação para a área irrigada do Vale do Submédio São Francisco. Tese de Doutorado. Recife: UFPE/PIMES.



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



- MELO, A.S.S.A E SAMPAIO, Y. 2000. Sustentabilidade da agricultura irrigada no Vele do Submédio São Francisco. In Sampaio, Y. (org.) 2000. Economia Agrícola e Meio Ambiente no Nordeste. Recife: Editora Universitária da UFPE.
- MORTENSEN, L. F. 1997. *SUSTAINABILITY INDICATORS: REPORT OF THE PROJECT ON INDICATORS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT*. NEW YORK: JOHN WILEY AND SONS.
- PIERI, C, DUMANSKI, J., HAMBLIN, A., E YOUNG, A. 1995. LAND QUALITY INDICATORS, WORLD BANK DISCUSSION PAPERS, nº 315, THE WORLD BANK, WASHINGTON D.C..
- RASUL, G., THAPA, G.B., 2004. SUSTAINABILITY OF ECOLOGICAL AND CONVENTIONAL AGRICULTURAL SYSTEMS IN BANGLADESH: AN ASSESSMENT BASED ON ENVIRONMENTAL, ECONOMIC AND SOCIAL PERSPECTIVES. *AGRICULTURAL SYSTEMS*. 79, 327-351.
- RIBAS, F.P., SEVERO, C.M. E MIGUEL, L. de A. 2003. A sustentabilidade de agricultores na Mata Atlântica: o caso dos “samambaiiros” do litoral norte do Rio Grande do Sul. V Encontro Nacional da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. Caxias do Sul-RS, 3 a 6 set/2003.
- RIGBY, D., WOODHOUSE, P., YOUNG, T. E BURTON, M. 2001. Constructing a farm level indicator os sustainable agriculture practice. *Ecological Economics*, v. 39, págs. 463-478.
- RIGBY, D., HOWLETL, D. E WOODHOUSE, P. 2000. A review of indicators of agricultural and rural livelihood sustainability. In *Sustainability Indicators for Natural Resources Management and Policy*. WPA. Department for International Development Research Project No. R7076CA.
- RODRIGUES, M. I. V. E VIANA, M. O. de. 1997. *Desertificação e Construção de um Coeficiente Interdisciplinar para o Estado do Ceará*. II Encontro Nacional da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. São Paulo.
- RUTHERFORD, I. D. 1977. Use of Models to Link Indicators. In: MOLDAN, B and BILLHARZ, S (ED.). *Sustainability Indicators: Report of the Project on Indicators of Sustainable Development*. New York: John Wiley and Sons.
- Silva, N.L.S. (1998). *Metodologia para determinação de índice de sustentabilidade de unidades familiares de produção agropecuária do oeste catarinense*. Dissertação de Mestrado. Santa Catarina: UFSC.
- SOLOW, R M. 1993. Sustainability: An Economist’s Perspective. In: DORFMAN, R. AND DORFMAN, N. (eds). *Economics of the Environment*. New York: Norton (1993).
- YAYLOR**
- VASCONCELOS, R R. E TORRES FILHO, W. 1994. Impactos Ambientais das Atividades Humanas sobre a Base de Recursos Renováveis no Semi-árido (Relatório Preliminar). *Projeto Áridas: Grupo de Recursos Naturais e Meio Ambiente*. Brasília: IPEA/SEPLAN.
- WALLER-HUNTER, J. H. 1996. Testing Indicators of Sustainable Development: Building on a Strong Foundation. *Second Ghent Workshop on Indicators of Sustainable Development*.



YOUNG, Mike D. e RYAN, Sarah A. 1995. Using Environmental Indicators to Promote Environmentally, Ecologically, and Socially-Sustainable Resource Use :A policy-Orientated Methodology. EPAT/MUCIA.

5