

## CLASSIFICAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DAS UNIDADES DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO PERÍMETRO IRRIGADO ARARAS NORTE, CEARÁ

### SUSTAINABILITY CLASSIFICATION OF AGRICULTURAL PRODUCTION UNITS IN THE ARARAS NORTE IRRIGATED DISTRICT, CEARÁ, BRAZIL<sup>1</sup>

Eunice Maia de ANDRADE<sup>2</sup>  
José Alves CARNEIRO NETO<sup>3</sup>  
Morsyleide de Freitas ROSA<sup>4</sup>  
Helba Araújo Queiroz PALÁCIO<sup>5</sup>  
Joseilson Oliveira RODRIGUES<sup>6</sup>

#### RESUMO

Este estudo teve como objetivo identificar os fatores determinantes da sustentabilidade das unidades de produção agrícola do Perímetro Irrigado Araras Norte, utilizando um índice de sustentabilidade pelo emprego de estatística multivariada. Os dados empregados nesta pesquisa foram originários de questionários aplicados a 47 irrigantes do Perímetro Irrigado Araras Norte, localizado na parte alta da bacia do rio Acaraú, Ceará, Brasil. De acordo com os resultados obtidos, o nível sócio-educacional das famílias irrigantes foi identificado como o fator de maior peso na definição da sustentabilidade das unidades de produção agrícola do Perímetro Irrigado Araras Norte. O segundo fator foi determinado por variáveis relacionadas com o processo de comercialização (dificuldades de venda e transporte da produção); enquanto que o terceiro foi definido por variáveis que expressam a situação da agricultura familiar (participação dos filhos e o interesse desses em dar continuidade às atividades agrícolas). O último fator foi apontado por variáveis relacionadas com as técnicas de conservação dos recursos naturais. O índice de sustentabilidade desenvolvido a partir dos fatores determinantes selecionados registrou que 27,7% das unidades de produção agrícola foram classificadas com sustentáveis, 25,5% apresentaram a sustentabilidade ameaçada e 14,9% sustentabilidade comprometida. Das 47 unidades, 11 foram classificadas como insustentáveis ou seriamente insustentáveis, o que corresponde a 23,4%.

**Palavras-chave:** agricultura irrigada; análise fatorial; índice de sustentabilidade.

#### ABSTRACT

The aim of this study was to identify the determinant sustainability factors in agricultural production units in the Araras North Irrigated District, as well as to develop a sustainability index applying multivariate statistical technique. The approach was based on a cross-over form applied to 47 irrigators that live in the Araras North Irrigated District located in the uplands of the Acaraú watershed, Ceará, Brazil. According to the results the family education level was the major factor in determining the sustainability of the agricultural production units in the Araras North Irrigated District. The second factor was mainly related to the trade processes (selling difficulties and production transportation); while the third one was defined by the variables that express the irrigator's family condition (the youth of the community involvement and their interest in continuing the agricultural activities). The last factor was pointed out by variables related to natural resources conservation technique. The developed Sustainability Index from selected determinant factors registered that 27.7% of the agricultural production units were classified as sustainable, 25.5% presented a threatened sustainability and 14.9% had a compromised sustainability. Among the 47 units, 11 were classified as unsustainable, which represents 23.4% of them.

**Key-words:** irrigated agriculture; factorial analysis; sustainability index.

<sup>1</sup>Parte da dissertação de mestrado do segundo autor apresentado ao mestrado de Irrigação e Drenagem do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará (UFC), CE.

<sup>2</sup>Eng. Agrônoma, Phd., Professora do Departamento de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias (CCA)/Universidade Federal do Ceará – Av. Mister Hull S/N, Bloco 804, 60455-970, Fortaleza, CE – Brasil. E-mail: eandrade@ufc.com.br. Autor para correspondência.

<sup>3</sup> Eng. Civil, Mestre em Agronomia. Fortaleza, CE – Brasil. E-mail: alvesneto@superig.com.

<sup>4</sup> Eng. Química, Doutora em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza – CE – Brasil. E-mail: morsy@cnpat.embrapa.br.

<sup>5</sup>Licenciada em Ciências Agrárias, Doutoranda em Agronomia, Professora da Escola Agrotécnica Federal de Iguatu, CE – Brasil. E-mail: gabinete@eafigt.gov.br.

<sup>6</sup>Eng. Agrônomo, Mestrando em Irrigação e Drenagem, bolsista do CNPq. Fortaleza, CE – Brasil. E-mail: wilson\_agronomia@hotmail.com.

## INTRODUÇÃO

Os cientistas da área agrícola e os produtores rurais têm como desafio o desenvolvimento de um novo paradigma para a agricultura, o qual represente o conceito de sustentabilidade (Sands & Podmore, 2000). Todavia, embora a sustentabilidade seja vista como um tema de primordial importância para a vida do planeta, a agricultura sustentável continua como uma concepção não muito clara (Mangabeira et al., 2002). A atual tendência que envolve o conceito de desenvolvimento sustentável implica no aproveitamento racional dos recursos naturais com base na capacidade de suporte do ambiente. Porém, agregados aos problemas ambientais, existem os desafios sócio-econômicos, geralmente caracterizados pela operacionalização dos produtores agrícolas (Melo, 1999; Luiz & Silveira, 2000)

Um dos desafios enfrentados pela discussão sobre desenvolvimento sustentável é a elaboração de metodologias aplicadas que permitam avaliar a sustentabilidade de diferentes projetos, tecnologias ou agroecossistemas em situações concretas (Matera et al., 1999). Este desafio é definido, em especial, pela necessidade de questionamento das formas convencionais de avaliar esses projetos, tecnologias e sistemas de manejo de recursos naturais. Com relação à sustentabilidade dos pequenos produtores da agricultura irrigada, por exemplo, existem relatos de que esta depende do nível educacional dos referidos produtores, das condições climáticas locais, do uso da terra, da geologia, da qualidade da água de irrigação, da drenagem natural do solo e da comercialização, entre outros (Marzall & Almeida, 1998; Melo, 1999; Souza et al., 2001; Castelo Branco, 2003).

Toda essa complexidade torna difícil estabelecer uma única variável como um indicador padrão em qualquer sistema de produção agrícola. Nesta busca, técnicas de estatística multivariada, como a Análise Fatorial/Análise da Componente Principal, vem sendo empregadas no desenvolvimento de índices de sustentabilidade que possam refletir resumidamente as alterações sofridas pelo meio ambiente em decorrência do sistema adotado pelo produtor agrícola: agricultura

irrigada ou de sequeiro (Gallopín, 1997; Andrews et al., 2002; Palácio, 2004). Um índice ou indicador é uma ferramenta que permite a obtenção de informações sobre uma dada realidade, sendo como principal característica o poder de sintetizar um conjunto complexo de informações, retendo apenas o significado essencial dos aspectos analisados (Silveira & Andrade, 2002; Fossatti & Freitas, 2004). Este estudo teve como objetivo identificar os fatores determinantes da sustentabilidade do Perímetro Irrigado Araras Norte, utilizando um índice de sustentabilidade pelo emprego da estatística multivariada.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área em estudo, o Perímetro Irrigado Araras Norte, abrange parte da área dos municípios de Varjota e Reriutaba, localizados na região norte do Estado do Ceará (Figura 1). O referido perímetro fica situado a jusante do açude Paulo Sarasate, o qual possui uma área irrigada de 1.345,80 ha. A implantação do perímetro irrigado foi iniciada em 1987, e os serviços de administração, operação e manutenção da infra-estrutura de uso comum tiveram início no ano de 1998.

O universo dos irrigantes que exploram o perímetro irrigado Araras Norte, subdivididos por categoria, dimensão do lote unitário, total de unidades similares e área total correspondente a cada categoria estão presentes na Tabela 1. Durante a realização dessa pesquisa, os lotes empresariais (605,8 ha) e mais 150 ha distribuídas entre as outras categorias de irrigantes se encontravam inoperantes, as quais representam 56% da área do perímetro irrigado Araras Norte. Conforme análise preliminar dos dados de campo, os colonos entrevistados possuem, em média, cerca de 10 ha irrigados. É possível constatar a presença de unidades de produção agrícola com maior porte devido à comercialização das unidades de desistência entre os próprios titulares.

O suprimento hídrico do perímetro ocorre através de uma vazão contínua de aproximadamente  $2,1 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$  por produtor, liberada pelo Açude Público Federal Paulo Sarasate. A rede de adução, responsável pela condução de água desde o açude até cada um dos setores, é composta de tubulações de recalque e adução, com uma rede de canais. O

TABELA 1 – Classificação dos irrigantes e dimensões dos lotes que compõem o Perímetro Irrigado Araras Norte, Ceará, 2004.

Categorias de irrigantes	Área média (ha)	Quantidade (unid.)	Área total (ha)
Pequeno Produtor	7,00	89	623,00
Técnico Agrícola	11,00	3	33,00
Engº Agrônomo	9,33	9	84,00
Empresa	302,90	2	605,80
Total		103	1.345,80

Fonte: Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), 2005.

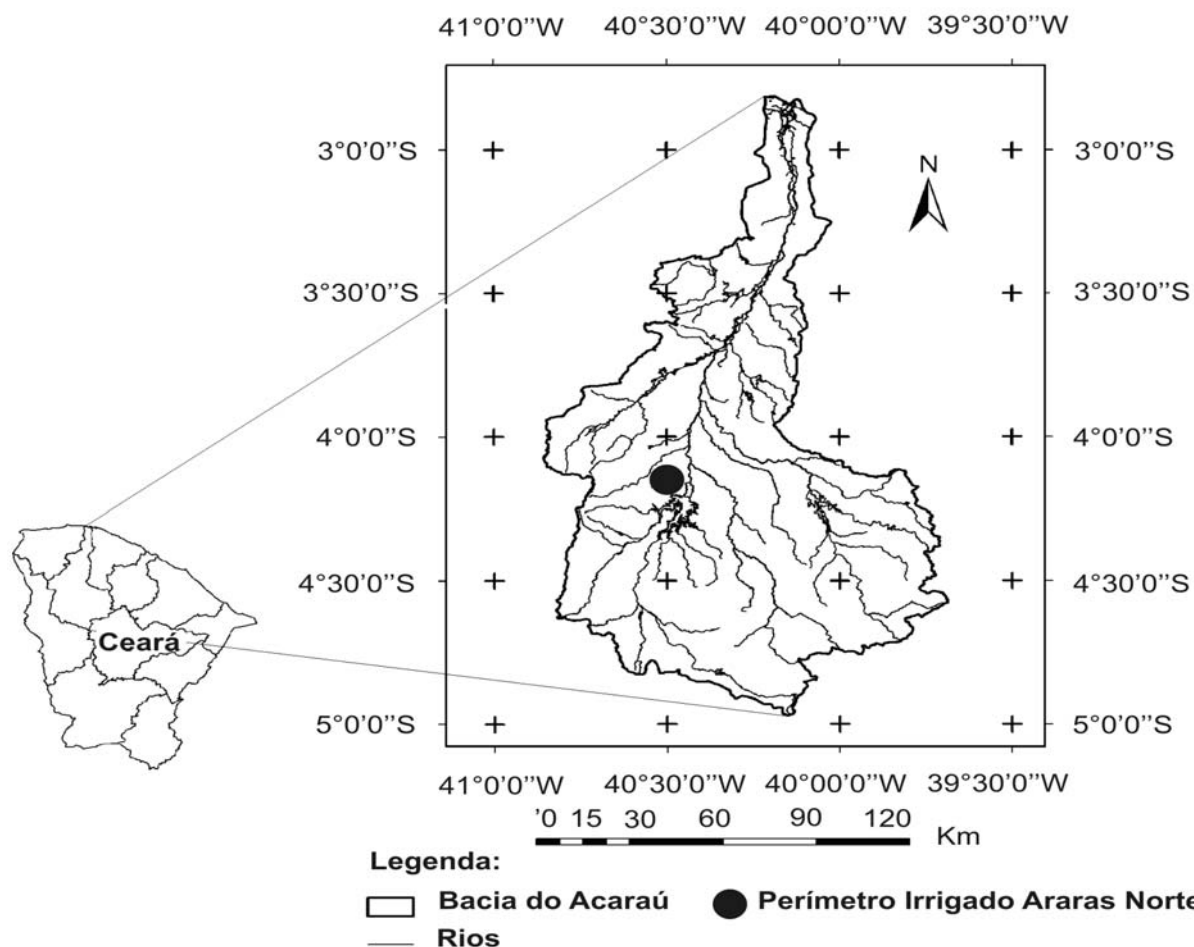


FIGURA 1 – Localização do Perímetro Irrigado Araras Norte no Estado do Ceará.

projeto também possui um reservatório de compensação, cuja função é armazenar o volume d'água bombeado pela estação principal durante as horas de paralisação da operação do sistema. O sistema de drenagem é constituído por drenos e valas naturais, com vazões variáveis.

As unidades de produção agrícola do perímetro irrigado Araras Norte que se encontram em plena atividades são exploradas em quase sua totalidade com as culturas do mamão, o coco, a banana e a uva, sendo essa última voltada para a exportação. Os sistemas de irrigação empregados no perímetro são a aspersão convencional (89,44% da área) e micro-aspersão (10,56% da área).

O clima da região, segundo a classificação de Koeppen, é do tipo BSw'h' - semiárido quente, caracterizado por duas estações distintas: uma estação chuvosa, com precipitações irregulares e outra seca. O perímetro irrigado Araras Norte encontra-se principalmente sobre solos classificados como Luvisolos e, uma parcela mínima (2%) sobre os Latossolos (DNOCS, 1977).

A coleta de dados, através da aplicação de questionário aos irrigantes (47 no total) os quais representam as unidades de produção agrícola, foi realizada em julho de 2004, quando se iniciam as atividades de irrigação nos perímetros. Tratava-se

de um questionário de elaboração própria com perguntas objetivas e fechadas obtendo respostas diretas, de forma a padronizar os dados. Previamente foram contactadas as associações e as cooperativas de irrigantes, bem como as sedes regionais do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) nas áreas visitadas, de forma que os indicadores selecionados para avaliação de eficiência fossem obtidos a partir das críticas realizadas pelos atores sociais, e um extensivo conjunto obtido na revisão de literatura. O subconjunto de indicadores adotados na avaliação de eficiência foi selecionado objetivando assegurar representação de resultados econômicos, e de bem-estar social, em resposta à utilização dos recursos natural/área agricultável, trabalho (mão-de-obra), capital e tecnologia (tratores e tração animal). Foram realizadas 44 perguntas (variáveis) nas quais se abordou os aspectos sócio-econômicos, agrônômicos (uso e ocupação do solo, aplicação de técnicas de manejo e conservação, contaminação de recursos hídricos e lixo) e da rede de saúde e lazer. Aspectos como a visão do produtor sobre a sua propriedade, a agricultura familiar, a sucessão da propriedade e necessidade de treinamento também foram abordadas junto aos produtores.

A seleção dos fatores determinantes da sustentabilidade do perímetro irrigado Araras Norte fundamentou-se na aplicação do modelo de estatística multivariada Análise Fatorial/Análise das Componentes Principais (AF/ACP). Nesta análise, cada uma das  $n$  variáveis forma uma combinação linear de  $m$  fatores comuns e de um fator específico, sendo que o número de fatores comuns deve ser inferior ao número de variáveis. Essa metodologia é composta pelas seguintes etapas: preparação da matriz de correlação; extração dos fatores comuns com possível redução dos parâmetros que definem a sustentabilidade ambiental; rotação dos eixos relativos aos fatores comuns, visando uma solução de mais fácil interpretação. Nesse estudo a matriz de correlação era composta por 44 colunas (variáveis) e 47 linhas (unidades de produção agrícola). Maiores informações podem ser obtidas em Dillon & Goldstein (1984); Palácio (2004); Hair Junior et al. (2005); Girão et al. (2007), Andrade et al. (2009).

Tendo-se por base a seleção dos fatores determinantes elaborou-se o índice de sustentabilidade (IS) o qual é definido pelo somatório do produto entre o escore de cada variável ( $I_i$ ) atribuído a cada unidade produtiva e o termo de ponderação dos indicadores no índice ( $p_i$ ). A expressão algébrica do índice é dada por:

$$IS = p_1 I_1 + p_2 I_2 \dots + p_i I_i \quad (1)$$

Os escores aplicados a cada variável ( $I_i$ ) foram fundamentados em Barreto et al. (2005). Já o valor do peso ( $p_i$ ) atribuído a variável foi ponderado em função do autovalor da componente (raiz característica) associado à explicabilidade de cada variável, em relação às componentes principais extraídas (Equação 2). O autovalor é utilizado como termo de ponderação por expressar a capacidade dos fatores em captar em níveis diferentes as variâncias das variáveis (Palácio, 2004).

$$p_i = \frac{(F_1 \cdot P_i) + (F_2 \cdot P_i)}{\left( F_1 \cdot \sum_1^n P_i \right) + \left( F_2 \cdot \sum_1^n P_i \right)} \quad (2)$$

onde:  $p_i$ : peso a ser associado aos parâmetros de sustentabilidade;  $F$ : autovalor das componentes principais;  $P_i$ : explicabilidade de cada variável em relação a componente principal. Uma vez que o índice, potencialmente, pode variar entre 0 e 1, optou-se por fundamentar a divisão de classes nos de Melo (1999). As unidades de produção agrícola foram classificadas da seguinte forma: Sustentável:  $IS < 0,20$ ; Sustentabilidade Ameaçada;  $0,20 \leq IS < 0,40$ ; Sustentabilidade Comprometida:  $0,40 \leq IS < 0,60$ ; Insustentável:  $0,60 \leq IS < 0,80$  e Seriamente Insustentável:  $IS \geq 0,80$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O emprego da análise fatorial pelo método dos componentes principais reduziu o universo das

44 variáveis iniciais a 13 variáveis agrupadas em cinco componentes com raízes características superiores à unidade, e que, em conjunto, explicaram 67,27% da variância total das variáveis selecionadas (Tabela 2).

Pode-se observar que a comunalidade de cada variável foi superior a 0,5; ou seja, as componentes reproduziram mais da metade da variância da referida variável (Hair Junior et al., 2005). Dos 67,2% da variância total explicada pelo modelo, 33% se concentra nas duas primeiras componentes, demonstrando que a sustentabilidade agroambiental apresenta dependência diferenciada das componentes definidas pelo modelo aplicado (Sands & Podmore, 2000; Andrews et al., 2002).

Conceitua-se como fator o aspecto que é identificado pelo conjunto de variáveis de maior carga presentes em cada componente. Pela Tabela 2 pode-se observar que as variáveis de maior carga ( $> 0,500$ ) para o componente 1 são indicadores do nível intelectual e social das famílias dos irrigantes, sendo portanto definido como o fator "Nível social e educacional da família". Fossatti & Freitas (2004) identificaram variáveis semelhantes como determinantes das características sociais e econômicas da agricultura familiar no município de Santa Cruz (RS).

O componente 2 (Tabela 2) apresentou maior relação (carga  $> 0,580$ ) com as variáveis: "tempo de exploração da propriedade", "problemas por ocasião da comercialização" e "possui veículo para transporte da produção" expressando um fator de "processo da comercialização". A pesquisa identificou em campo, que a disponibilidade de pelo menos um carro com carroceria que facilitasse o escoamento da produção seria um aspecto relevante para o produtor. O escoamento da produção individual ou em conjunto está associada a condição financeira dos irrigantes, estando os produtores de menor poder econômico totalmente dependentes dos atravessadores. Os irrigantes foram unânimes em afirmar que as maiores dificuldades com a comercialização da produção foram "preços baixos" e os "atravessadores".

Os componentes 3, 4 e 5 apresentam-se como indicadores de um modelo de agricultura familiar em crise e a conservação dos recursos solo e água, originando assim um fator denominado de "Agricultura familiar" e um outro de "Adoção de técnicas de conservação". Através da Tabela 2 observa-se que as variáveis "continuidade das atividades agrícolas", "os filhos participam das atividades agrícolas" e "prestação de serviços temporários" apresentam cargas elevadas (-0,881; -0,769 e -0,616) expressando a desinteresse pela atividade agrícola exercida. Acredita-se que esta falta de motivação em dar continuidade à agricultura familiar seja decorrente da dificuldade de comercialização do produto agrícola e a oferta de empregos na indústria no município de Sobral/CE, a qual fica a uma distância inferior a 100 km deste perímetro irrigado. Este aspecto é preocupante, pois mostra uma perspectiva financeira desassociada

TABELA 2 – Cargas apresentadas pelas variáveis em cada componente que define os fatores determinantes da sustentabilidade das unidades de produção agrícola. Perímetro Irrigado Araras Norte, Ceará, 2004.

N°	Variáveis	Componentes					
		C1	C2	C3	C4	C5	C*
1	Tamanho da família	<b>0,786</b>	0,123	0,430	0,223	-0,124	0,883
2	Número de filhos	<b>0,786</b>	0,246	0,390	0,111	-0,089	0,851
3	Treinamento que gostaria de receber	<b>0,768</b>	-0,056	-0,234	-0,152	0,113	0,683
4	Grau de Instrução	<b>-0,511</b>	0,108	-0,037	-0,392	0,510	0,688
5	Tempo de exploração da propriedade	-0,121	<b>0,776</b>	-0,101	-0,041	0,023	0,630
6	Problemas por ocasião da comercialização	-0,075	<b>-0,750</b>	0,152	-0,123	0,012	0,607
7	Possui veículo para transporte da produção	-0,281	<b>-0,587</b>	-0,164	0,093	-0,084	0,466
8	Continuidade das atividades agrícolas	0,004	-0,024	<b>-0,881</b>	-0,050	0,078	0,786
9	Os filhos participam das atividades agrícolas	0,175	-0,088	<b>-0,769</b>	0,098	-0,150	0,662
10	Práticas agrícolas	0,037	-0,091	-0,039	<b>0,834</b>	0,095	0,716
11	Sinais de poluição das fontes hídricas	0,037	0,474	0,205	<b>0,567</b>	-0,008	0,590
12	Faz queimadas	0,027	0,332	0,034	0,038	<b>0,742</b>	0,665
13	Prestação de serviços temporários	0,020	0,333	0,110	-0,133	<b>-0,616</b>	0,520
$\Sigma P$		1,65	0,79	2,39	1,07	0,50	
Raízes características		2,22	2,06	1,87	1,31	1,27	
Variância (%)		17,07	15,87	14,44	10,10	9,78	
Variância cumulativa (%)		17,07	32,94	47,39	57,49	67,27	

\*C: Comunalidade

da atividade agrícola. Problemas semelhantes foram identificados por Luiz & Silveira (2000) em estudo com os produtores rurais da microbacia de Taquara Branca (SP).

As variáveis “práticas agrícolas”, “sinais de poluição das fontes hídricas e “faz queimadas” com cargas superiores a 0,830; 0,560 e 0,742 respectivamente, apontam para a necessidade de uma avaliação de como os recursos naturais estão sendo manejados. Em regiões secas, onde a disponibilidade de energia promove a mineralização da matéria orgânica, a queimada destrói a pouca matéria orgânica que permanece no solo (Duque, 1980). Foi observada, em poucos lotes, a existência de consórcios entre culturas preponderantes com leguminosas. A adoção de sistemas consorciado com leguminosas promovem o aumento da disponibilidade de nitrogênio para as culturas devido a fixação do mesmo por bactérias simbióticas. O aumento da produtividade de grãos em consórcio de milho e feijão em áreas irrigadas foi demonstrado por Cardoso et al. (1992).

Os fatores determinados pelo conjunto de variáveis que compõem cada componente estão ordenados de forma decrescente na Tabela 3, ou seja, o fator de ordem 1 é o que contém maior grau de importância na definição do índice de sustentabilidade. O fator 1 identifica a necessidade

de mão-de-obra qualificada exigindo um maior grau de instrução e cursos especializados como uma decorrência natural da difusão de novos sistemas e técnicas de produção. Mangabeira et al. (2002) mostraram que o sistema de produção adotado pelos produtores rurais apresenta relação direta com o nível de desenvolvimento em que os mesmos se encontram. Por outro lado, é conhecido que o aspecto cultural, muito influente nestas populações, inibe ou dificulta, normalmente, o aperfeiçoamento através de cursos e treinamentos (Castelo Branco, 2003).

Durante a pesquisa, foi identificada em vários lotes irrigados, a não funcionalidade ou a ausência dos hidrômetros, deixando a deriva o consumo de água pela irrigação, sem uma preocupação maior na eficiência de uso da água. Uma outra consequência em cadeia é a insuficiência do sistema para abastecer os lotes agrícolas mais distantes, ocasionando, em determinados momentos, a falta de água para a irrigação das culturas. Souza et al. (2001) observaram uma atuação firme por parte do Distrito Irrigado Senador Nilo Coelho, através do corte de água, que proporcionou elevação nos índices de performance de pagamento dos usuários do sistema.

TABELA 3 – Denominação dos fatores associados às variáveis e os pesos (pi) associados aos indicadores de sustentabilidade. Perímetro Irrigado Araras Norte, Ceará. 2004.

Ordem de fatores	Denominação do fator	Variáveis ou aspectos	Pesos (pi)
1	Nível social e educacional da família	Tamanho da família	0,248
		Número de filhos	0,255
		Treinamento que gostaria de receber	0,092
		Grau de Instrução	-0,072
2	Processo de comercialização	Tempo de exploração da propriedade	0,094
		Problemas por ocasião da comercialização	-0,133
		Possui veículo para transporte da produção	-0,179
3	Agricultura familiar	Continuidade das atividades agrícolas	0,139
		Os filhos participam das atividades agrícolas	0,134
		Prestação de serviços temporários	-0,001
4	Adoção de técnicas de conservação	Práticas agrícolas	0,087
		Sinais de poluição das fontes hídricas	0,184
		Faz queimadas	0,152
Total			1,000

Os coeficientes ou pesos (p<sub>i</sub>) atribuídos a cada variável que foram usados no cálculo do Índice de Sustentabilidade podem ser vistos na Tabela 3. Observa-se que os maiores pesos foram apresentados pelas variáveis “Número de filhos” e “Tamanho da família”, as quais estão associadas ao fator “Nível social e educacional da família” (Tabela 3). Fossatti & Freitas (2004) em estudos na região fumageira em Santa Cruz do Sul, RS encontraram resultados semelhantes, ou seja, o número de filhos e o grau de escolaridade foram identificados como os fatores determinantes da sustentabilidade dos agricultores. O terceiro e quarto maiores pesos foram atribuídos a variáveis que definem o fator “Adoção de técnicas de conservação” e “Processo de comercialização”. Isso indica que, embora sem ter conhecimento profundo das técnicas, as famílias produtoras começam a se preocupar com a conservação dos recursos naturais, e com as limitações de transporte e comercialização da produção agrícola.

A Tabela 4 apresenta os índices de sustentabilidade gerados pela Equação 2 e a classificação das 47 unidades de produção agrícola no *ranking* do universo estudado. A hierarquização dos índices de sustentabilidade para cada unidade produtora foi feita a partir de índices absolutos. Os índices de sustentabilidade obtidos variaram no intervalo de 1,00 a 0,00. Os menores valores significam níveis de maior sustentabilidade, enquanto os valores mais elevados significam níveis de maior insustentabilidade. A média global de sustentabilidade entre os produtores se situa em torno de 0,41, apontando para uma condição de “sustentabilidade comprometida”.

Para uma melhor visualização dos resultados, procedeu-se a uma partição das unidades em classes de acordo com sua posição

relativa (Tabela 5). A partir da classificação adotada percebe-se que 27,7% das unidades de produção agrícola estudadas encontram-se numa situação de sustentabilidade equilibrada (Tabela 5) e que um percentual pouco menor das unidades de produção agrícola (25,5%) ainda é considerada sustentável, mas tendo esta condição ameaçada, por qualquer um dos fatores contabilizados no índice. Outros 23,4% das unidades de produção agrícola registram uma sustentabilidade comprometida. Menos de um quarto das unidades de produção agrícolas estudadas são consideradas insustentáveis ou seriamente insustentáveis.

## CONCLUSÕES

A sustentabilidade das unidades de produção agrícola estudadas foram determinadas principalmente por fatores que expressam o nível social e educacional da família, o processo de comercialização, a estabilidade da agricultura familiar e as técnicas de conservação do solo e da água. O índice de sustentabilidade desenvolvido classificou que 76,6% das unidades de produção agrícola apresentaram algum tipo de sustentabilidade, sendo que 27,7% do total mostraram-se sustentáveis. A relação causal estimada entre os fatores condicionantes e as variáveis mostrou que a única ocupação das famílias é a agricultura.

## AGRADECIMENTO

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio através da concessão de bolsas aos pesquisadores desse trabalho.

TABELA 4 – Índices de sustentabilidade e classificação das 47 unidades de produção agrícola estudadas. Perímetro Irrigado Araras Norte, Ceará, 2004.

Unidade Produtiva	IS*	Rank	Unidade Produtiva	IS*	Rank
26	0,000	1	39	0,380	24
29	0,000	2	41	0,398	25
10	0,000	3	23	0,402	26
11	0,000	4	19	0,415	27
32	0,051	5	20	0,444	28
36	0,051	6	18	0,450	29
38	0,076	7	14	0,533	30
12	0,076	8	25	0,544	31
37	0,088	9	22	0,570	32
2	0,109	10	7	0,570	33
28	0,180	11	5	0,579	34
30	0,195	12	8	0,591	35
31	0,196	13	13	0,600	36
15	0,235	14	16	0,659	37
42	0,241	15	17	0,702	38
4	0,271	16	24	0,732	39
1	0,278	17	21	0,734	40
34	0,321	18	43	0,759	41
40	0,341	19	46	0,765	42
27	0,344	20	45	0,772	43
44	0,364	21	35	0,802	44
33	0,364	22	6	0,810	45
47	0,377	23	9	0,814	46
			3	1,000	47
			Média	0,413	
			Desvio Padrão	0,270	

\* IS – Índice de Sustentabilidade

TABELA 5 – Agrupamento das unidades de produção agrícola com relação à sustentabilidade. Perímetro Irrigado Araras Norte, Ceará, 2004.

Classes	Intervalos do IS <sup>1</sup>	Unidades de produção agrícola	Proporção (%)	Proporção Acumulada
Sustentável	IS < 0,20	13	27,7	27,7
Sustentabilidade Ameaçada	0,20 ≤ IS < 0,40	12	25,5	53,2
Sustentabilidade Comprometida	0,40 ≤ IS < 0,60	11	23,4	76,6
Insustentável	0,60 ≤ IS < 0,80	7	14,9	91,5
Seramente Insustentável	IS ≥ 0,80	4	8,5	100,0
TOTAL		47	100,0	-

<sup>1</sup> IS - Índice de sustentabilidade

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, E. M. et al. Impacto da lixiviação de nitrato e cloreto no lençol freático sob condições de cultivo irrigado. **Revista Ciência Rural**, v. 9, n. 1, 2009. Aceito para publicação.
- ANDREWS, S. S.; KARLEN, D. L.; MITCHELL, J. P. A comparison of soil quality indexing methods for vegetable production systems in Northern California. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 90, n. 1, p. 25-45, 2002.
- BARRETO, R. C. S.; KHAN, A. S.; LIMA, P. V. P. S. Sustentabilidade dos assentamentos no município de Caucaia – CE. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 43, n. 2, p. 225-247. 2005.
- CASTELO BRANCO, M. Avaliação do conhecimento do rótulo dos inseticidas por agricultores em uma área agrícola do Distrito Federal. **Revista Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 570-573, 2003.
- CARDOSO, M. J. et al. População de plantas no consórcio milho x feijão macassar sob regimes de sequeiro e irrigada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 23, n. 1, p. 21-31, 1992.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA SECA (DNOCS). **Perímetros irrigados**. Disponível em: <[http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/perimetros\\_irrigados/ce/araras\\_norte.html](http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/perimetros_irrigados/ce/araras_norte.html)>. 2005. Acesso em: 28 dez. 2007.

7. DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA SECA (DNOCS). **Plano diretor do Vale do Acaraú**: Pedologia. Fortaleza, 1977. v. 2, 96 p.
8. DILLON, W. R.; GOLDSTEIN, M. **Multivariate analysis: methods and applications**. New York: John Wiley & Sons, 1984. 587 p.
9. DUQUE, J. G. **Solo e água no polígono das secas**. 5. ed. Mossoró: Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 1980. 273 p.
10. FOSSATTI, D. M.; FREITAS, C. A. O caráter familiar da atividade fumageira em Santa Cruz do Sul/ RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 17., Cuiabá, 2004. **Anais...** Cuiabá: Passo, 2004. 1 CD-ROM.
11. GALLOPÍN, G. C. Indicators and their use: information for decision-making. In: MOLDAN, B; BILLHARZ, S. (Ed.). **Sustainability indicators: report of the project on indicators of sustainable development**. New York: John Wiley & Sons, 1997. Cap. 1, p. 13-27.
12. GIRÃO, E. G. et al. Seleção dos indicadores de qualidade de água no Rio Jaibas pelo emprego da análise da componente principal. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 1, p. 17-24, 2007.
13. HAIR JUNIOR, J. F. et al. **Análise multivariada de dados**. Tradução de Adonai Schlup Sant'Anna e Anselmo Chaves Neto. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 593 p.
14. LUIZ, A. J. B.; SILVEIRA, M. A. Diagnóstico rápido e dialogado em estudos de desenvolvimento rural sustentável. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 1, p. 83-91, 2000.
15. MANGABEIRA, J. A. et al. **Tipificação de sistemas de produção rural: a abordagem da análise de correspondência múltipla em Machadinho d'Oeste-RO**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2002. 30 p. (Circular Técnica, 8).
16. MARZALL, K.; ALMEIDA, J. Parâmetros e indicadores de sustentabilidade na agricultura: limites, potencialidades e significado no contexto do desenvolvimento rural. **Extensão Rural**, n. 5, p. 25-38, 1998.
17. MASERA, O.; ASTIER, M.; LOPES, R. S. **Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación (MESMIS)**. Mexico: Mundi-Prensa, 1999. 107 p.
18. MELO, A. S. S. A. **Estimação de um índice de agricultura sustentável: o caso da área irrigada do Vale do Submédio São Francisco**. 1999. 167 f. Tese (Doutorado em Economia) – Curso de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1999.
19. PALÁCIO, H. A. Q. **Índice de qualidade das águas na parte baixa da bacia hidrográfica do rio Trussu Ceará**. 2004. 96 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Curso de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.
20. SANDS, G. R.; PODMORE, T. H. A generalized environmental sustainability index for agricultural systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 79, n. 1, p. 29-41, 2000.
21. SILVEIRA, S. S.; ANDRADE, E. M. Análise de componente principal na investigação da estrutura multivariada da evapotranspiração. **Engenharia Agrícola**, v. 22, n. 2, p. 171-177, 2002.
22. SOUZA, G. H. F. et al. Desempenho do Distrito de Irrigação Senador Nilo Coelho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 2, p. 204-209, 2001.

Recebido em 19/03/2008

Aceito em 03/12/2008