

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
JOSÉ ALVES CARNEIRO NETO

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL PARA OS
PERÍMETROS IRRIGADOS AYRES DE SOUSA E ARARAS
NORTE

Fortaleza
2005

José Alves Carneiro Neto

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL PARA OS PERÍMETROS IRRIGADOS AYRES DE SOUSA E ARARAS NORTE.

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Agronomia. Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

Orientador: Profa. Eunice Maia de Andrade,
Ph.D. – UFC

Fortaleza
2005

Esta dissertação foi submetida a julgamento como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Agronomia - área de concentração Irrigação e Drenagem, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca de Ciências e Tecnologia da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida desde que feita de conformidade com as normas da ética científica.

José Alves Carneiro Neto

APROVADO EM: 15 / 09 / 2005

Banca Examinadora:

Profa. Eunice Maia de Andrade, Ph.D. - UFC
(Orientadora)

Profa. Morsyleide de Freitas Rosa, D. Sc. - EMBRAPA
(Co-orientadora)

Prof. Francisco Suetônio Bastos Mota, Dr. - UFC
(Convidado)

Deus nos concede, a cada dia, uma página de vida nova no livro do tempo. Aquilo que colocarmos nela, corre por nossa conta.

Chico Xavier

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus.

As minhas orientadoras Eunice Maia de Andrade e Morsyleide de Freitas Rosa, pela orientação, dedicação, paciência, e principalmente, pela confiança em mim depositada.

Aos professores Omar Jesus Pereira e Adunias dos Santos Teixeira, pela disponibilidade sempre manifestada e pela amizade.

Ao professor Francisco Suetônio Bastos Mota, pelo permanente incentivo, atenção e apoio.

Aos professores e ao coordenador do curso de Mestrado em Agronomia, que mostraram entusiasmo em transmitirem seus conhecimentos.

Aos colegas do mestrado, pela excelente relação pessoal que criámos e que espero não se perca. Em especial a Daniel, Fábio, Helba, John, Luiz Carlos, Marcos, Rodrigo e Socorro, pelo seu profissionalismo exemplar, pelo apoio nos momentos bons e difíceis, e pela sua amizade.

Aos meus pais, Francisco Araújo Carneiro e Maria Silvelena Pinto Carneiro, pela confiança que me inculcaram ao longo dos meus anos de vida, sei que é a vós que devo o fato de ser aquilo que sou hoje.

A minha esposa, Galça Freire Costa de Vasconcelos Carneiro, pelo companheirismo e incondicional apoio nos momentos difíceis.

A minha filha, Júlia Costa Carneiro, que nasceu no decorrer desse curso e, indubitavelmente, foi a principal razão desta conquista.

Ao meu avô, José Alves Carneiro, "*in memoriam*", pelo ensinamento e exemplos de honestidade e amor ao trabalho.

Ao suporte financeiro da Embrapa, Projeto de Apoio ao Desenvolvimento de Tecnologia Agropecuária para o Brasil (PRODETAB) e Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP).

A todos, pelo incentivo no desenvolvimento deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

RESUMO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1	Unidade ambiental x Fatores de integração	15
2.2	Irrigação pública x Sustentabilidade	16
2.3	O setor rural: uma visão crítica da realidade	18
2.4	Políticas públicas de meio ambiente	20
2.5	Legislação quanto ao uso, armazenamento e descarte de embalagens de agrotóxicos	24
2.6	Indicadores de sustentabilidade agrícola	25
2.6.1	Indicador	25
2.6.2	“Agroecossistemas” x Sustentabilidade agrícola	26
2.7	Análise estatística multivariada	27
3	MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1	Caracterização da unidade ambiental	32
3.2	Projeto Ayres de Souza	35
3.2.1	Área hidráulica e irrigação	36
3.2.2	Parcelamento e disposição dos loteamentos	37
3.3	Projeto Araras Norte	39
3.3.1	Área hidráulica e irrigação	40
3.3.2	Parcelamento e disposição dos loteamentos	41
3.4	Definição dos parâmetros da análise e elaboração dos questionários	43
3.5	Análise de campo/ aplicação dos questionários	45
3.6	Metodologia para concepção de um índice pelo emprego da análise fatorial/ componente principal	47
3.6.1	Conformação dos dados iniciais	47
3.6.2	Análise de consistência dos dados	48
3.6.3	Elaboração da matriz de cargas fatoriais	50
3.6.4	Comunalidades	51

3.6.5	Transformação ortogonal da matriz de cargas fatoriais	51
3.6.6	Elaboração do índice de sustentabilidade por unidade produtiva	51
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
4.1	Perímetro Irrigado Ayres de Sousa	54
4.1.1	Análise de componentes principais	58
4.1.2	Descrição dos componentes e das variáveis representativas	59
4.1.3	Determinação dos pesos associados aos indicadores de sustentabilidade	62
4.2	Perímetro Irrigado Araras Norte	66
4.2.1	Análise de componentes principais	69
4.2.2	Descrição dos componentes e das variáveis representativas	71
4.2.3	Determinação dos pesos associados aos indicadores de sustentabilidade	73
4.3	Bacia Hidrográfica do Rio Acaraú (Perímetros Irrigados Ayres de Sousa x Araras Norte)	77
4.3.1	Análise de componentes principais	78
4.3.2	Descrição dos componentes e das variáveis representativas	79
4.3.3	Determinação dos pesos associados aos indicadores de sustentabilidade	82
	CONCLUSÕES	87
	RECOMENDAÇÕES	89
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
	APÊNDICES	97

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACM	Análise de correspondência múltipla
ACP	Análise por componentes principais
CIPATR	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho Rural
CODEVASF	Companhia de desenvolvimento dos vales do São Francisco e do Paraíba
DBO	Demanda bioquímica de oxigênio
DDT	Diclorofeniltriclororetano
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
DQO	Demanda química de oxigênio
DSR	Driving force-state-response
EPI	Equipamento de proteção Individual
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
HCA	Análise por agrupamento hierárquico
IS	Índice de sustentabilidade
ISP	Índice de sustentabilidade Padronizados
KMO	Índice de Kaiser-Meyer-Olkin
NRR	Normas regulamentadoras rurais
PEA	População economicamente ativa
PIAN	Perímetro Irrigado Araras Norte
PIAS	Perímetro Irrigado Ares de Sousa
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
SNC	Sistema nervoso central
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
UNEP	Assembléia geral das nações unidas

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Localização das áreas de estudo	33
FIGURA 2 - Precipitação total anual do posto Jaibaras (Fonte: FUNCEME, 2005)	34
FIGURA 3 - Precipitação total anual do posto Varjota (Fonte: FUNCEME, 2005)	34
FIGURA 4 - [a] Vista interna do canal principal; [b] Situação do canal secundário, coberto pela vegetação – Perímetro Ayres de Sousa, Ceará, 2004.	36
FIGURA 5 - [a] Situação do canal secundário - entrada para o lote com a cancela quebrada; [b] Cortes no canal parcelar - enfatizando o método de irrigação por sulcos, onde o canal é rompido no ponto inicial do terreno e fechado apenas após a inundação do sulco – Perímetro Ayres de Sousa, Ceará, 2004.	37
FIGURA 6 - Croqui de distribuição dos loteamentos do Perímetro Irrigado Ayres de Sousa (Fonte DNOCS,1972)	38
FIGURA 7 - [a] Cabeçal de controle; composto por filtros, válvulas, manômetros e injetor de fertilizantes venturi; [b] Sistemas de irrigação por aspersão convencional – Perímetro Irrigado Araras Norte, Ceará, 2004.	40
FIGURA 8 - [a] Passagem artesanal sobre o canal principal; [b] Vista interna do canal principal obstruído pela vegetação - Perímetro Irrigado Araras Norte, Ceará, 2004.	41
FIGURA 9 - Croqui de distribuição dos loteamentos do Perímetro Irrigado Araras Norte (Fonte: SUDENE; DNOCS, 1971).	42
FIGURA 10 - [a] Vazamento no canal principal, observado da estrada de acesso ao Perímetro Irrigado Ayres Sousa; [b] Situação da estrada de acesso ao setor IV do Perímetro Irrigado Araras Norte; [c] Acúmulo de lixo próximo às margens do açude Ayres de Sousa; [d] Acúmulos de lixo encontrados em alguns locais dos perímetros irrigados.	45
FIGURA 11 - [a] Manejo de defensivos sem o uso de EPI; [b] Vista interna de um depósito de produtos químicos com layout comum a região – Perímetro Irrigado Ayres de Sousa, Ceará, 2004.	56

- FIGURA 12 - [a] Situação do canal secundário, com observação na situação da comporta de entrada para o lote; [b] Rompimento no canal secundário com desperdício de água por falta de manutenção; [c] Rompimento do canal principal causado pela erosão hídrica; [d] Situação do dreno principal no setor III – Perímetro Irrigado Ayres de Sousa, Ceará, 2004. 57
- FIGURA 13 - [a] Vista interna de um depósito para armazenagem de materiais/ produtos agroquímicos; [b] Preparo do adubo orgânico – animal – para aplicação – Perímetro Irrigado Araras Norte, Ceará, 2004. 68
- FIGURA 14 - [a] Vista interna do canal obstruído pela vegetação; [b] Estrada interna de acesso intransitável obstruída pela vegetação – Perímetro Irrigado Araras Norte, Ceará, 2005. 69

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Parcelamento de áreas e classificação dos loteamentos (PIAS)	39
TABELA 2	Parcelamento de áreas e classificação dos loteamentos (PIAN)	43
TABELA 3	Intervalo de validade do teste KMO, para aplicação no modelo de análise fatorial.	49
TABELA 4	Matriz de cargas fatoriais – Perímetro Ayres de Souza, Ceará, 2004.	59
TABELA 5	Denominação do fator associado às variáveis explicadas – Perímetro Ayres de Sousa, Ceará, 2004.	60
TABELA 6	Pesos (p_i) a serem associados aos indicadores de sustentabilidade - Perímetro Ayres de Sousa, Ceará, 2004.	63
TABELA 7	Índices de sustentabilidade padronizados por unidade produtiva e ranking entre as 33 unidades produtivas - Perímetro Ayres de Sousa, Ceará, 2004.	65
TABELA 8	Classificação das unidades produtivas com relação à sustentabilidade do Perímetro Irrigado Ayres de Sousa, Ceará, 2004.	65
TABELA 9	Matriz de cargas fatoriais – Perímetro Irrigado Araras Norte, Ceará, 2004.	70
TABELA 10	Denominação do fator associado as variáveis explicadas – Perímetro Irrigado Araras Norte, Ceará, 2004.	71
TABELA 11	Pesos (p_i) a serem associados aos indicadores de sustentabilidade – Perímetro Irrigado Araras Norte, Ceará, 2004.	74
TABELA 12	Índices de sustentabilidade padronizados e ranking entre as 47 unidades produtivas – Perímetro Irrigado Araras Norte, Ceará, 2004.	76
TABELA 13	Classificação dos produtores com relação à sustentabilidade do Perímetro Irrigado Araras Norte, Ceará, 2004.	77
TABELA 14	Matriz de cargas fatoriais – Bacia hidrográfica do rio Acaraú, Ceará, 2004.	80
TABELA 15	Denominação do fator associado as variáveis explicadas – Bacia hidrográfica do rio Acaraú, Ceará, 2004.	81
TABELA 16	Pesos (p_i) a serem associados aos indicadores de sustentabilidade – Bacia do Acaraú, Ceará, 2004.	83
TABELA 17	Índices de sustentabilidade padronizados e ranking entre as 80 unidades produtivas – Bacia do Acaraú, Ceará, 2004.	85
TABELA 18	Classificação das unidades produtivas com relação à sustentabilidade da Bacia do Rio Acaraú, Ceará, 2004.	86

RESUMO

Este trabalho objetivou a realização de uma análise integrada do atual uso dos recursos naturais dos perímetros irrigados de Ayres de Sousa (PIAS) e Araras Norte (PIAN), localizados na Bacia do Acaraú a norte do Estado do Ceará, através do desenvolvimento de um índice de sustentabilidade agroecológica, validado a partir de uma pesquisa transversal baseada em dados de questionários tipo “*cross-over*” aplicados aos produtores agrícolas beneficiados pelos respectivos projetos de irrigação. Aplicou-se uma amostragem exploratória, adotando um modelo de amostragem não probabilístico, obtendo uma população amostral de 48 questionários para o perímetro irrigando Ayres de Sousa e 30 questionários para o perímetro irrigado Araras Norte.

A população residente é formada exclusivamente de agricultores veteranos, em sua maioria possuem mais de cinco anos na atividade agrícola; no perfil familiar representativo observa-se como única atividade de renda, a agricultura, um número de filhos superior a dois e baixo grau de alfabetização, um pouco mais elevado no PIAN.

Não é comum o uso de práticas de conservação do solo como: consórcios, cobertura morta ou rotatividade de cultura; ou adoção de medidas de controle quanto ao uso de água. Medidas de conservação ambiental como coleta do lixo domiciliar e área de preservação são consideradas inexistentes ou de baixa eficiência.

A aplicação de defensivos agrícolas é feita sempre com o uso do aplicador costal, sem respeitar as normas mínimas de segurança quando ao uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI).

O método dos componentes principais foi utilizado como forma de agregação dos indicadores de estado da sustentabilidade para se chegar a um índice de sustentabilidade. Estabeleceu-se ainda uma relação causal entre os indicadores das forças condicionantes e o índice de sustentabilidade estimado que permitisse avaliar as necessidades ou insuficiência de recursos advindos da população prejudiciais ao agroecossistema presente.

Os resultados obtidos permitiram concluir que os perímetros gozam de um estado de sustentabilidade fragilizada, sendo que o PIAN apresentou uma melhor situação em termos de estado médio da sustentabilidade contraposto com os resultados do PIAS, porém ambos apresentam sustentabilidade comprometida.

Do ponto de vista de cada tipo de indicador em separado, o confronto dos dados, que gerou o indicador da Bacia do Rio Acaraú, apresenta uma situação aparentemente

inesperada onde 69,00% das unidades do PIAS são consideradas ainda sustentáveis contra apenas 40,43% das unidades do PIAN, ficando subjugado o resultado anterior de cada perímetro (54,6% para o PIAS e 76,6% para o PIAN).

Palavras chaves: perímetro irrigado, análise fatorial, índice de sustentabilidade ambiental.

1 INTRODUÇÃO

Ao final da década de setenta, o Brasil, devido ao crescimento acelerado, intensificou o aproveitamento dos recursos hídricos. Os objetivos eram moldados pelo dimensionamento dos reservatórios enquanto, os aspectos ambientais não eram sequer questionados. A visão econômica dos benefícios estava voltada fundamentalmente para o crescimento econômico que exige maior uso dos recursos naturais.

Atualmente, com a intensificação da degradação ambiental, criou-se uma preocupação maior com a quantificação do impacto negativo que a exploração humana poderia provocar à natureza, estabelecendo então medidas preventivas que pudessem minimizar esses danos. Os problemas ambientais no mundo desenvolvido foram destacados pela contaminação de corpos hídricos, para onde o homem começou a impelir seus despejos.

As características peculiares do recurso natural água tornam a sua conservação um desafio, uma vez que está vinculada ao processo de preservação de outros recursos naturais. O comportamento da água na terra, ou seja, os comportamentos da fase terrestre e do ciclo hidrológico refletem diretamente as condições e os usos da terra (solo, vegetação, homem) de onde ela emana (TUCCI, 1997). De modo geral, a qualidade da água é afetada por fatores climáticos (insolação, vento, precipitações pluviométricas, temperaturas), origem do manancial (solo, vegetação, tamanho e forma, ganho e perda de água, espécies de seres vivos presentes, dinâmica das comunidades) e fatores antrópicos (atividades variadas que poluem o ar, o solo e a água) (BRANCO; ROCHA, 1987).

Hoje, com o avanço da agricultura intensiva no interior do país, os efeitos do uso da terra sobre os recursos hídricos têm se tornado um aspecto de importância crescente. Os problemas ambientais no meio rural vêm aumentando à medida que novas técnicas de agricultura como adubos químicos, agrotóxicos e mecanização vêm invadindo o campo desordenadamente. Além disso, o desmatamento da vegetação nativa para a utilização do solo acarreta extinção da fauna local e alteração no regime das chuvas e no curso dos rios. Tal condição se torna mais agravante nas regiões secas, onde o equilíbrio dos ecossistemas é extremamente frágil.

O Semi-árido nordestino, em especial o estado do Ceará, destaca-se por apresentar muitos problemas no que diz respeito a recursos hídricos. Para o caso de regiões como esta, que apresentam uma alta variabilidade temporal e espacial das precipitações, a prática da

irrigação é, em muitas situações, a única maneira de se garantir a produção agrícola (SOUZA, 2000).

Quando é adequadamente empregada, a irrigação pode ser uma das melhores formas de promover a ocupação e o aproveitamento econômico dos seus recursos naturais. Todavia, quando aplicado um manejo inadequado, poderá haver o surgimento de vários problemas ambientais, dentre os quais se destacam a salinização dos solos, a qual indica e contribui para o processo de desertificação; e a poluição hídrica, através do uso indiscriminado de agroquímicos, que, por percolação ou lixiviação, causam a contaminação de aquíferos com graves prejuízos a fauna e flora aquáticas (SOUZA, 2000).

A atual tendência que envolve o conceito de desenvolvimento sustentável implica no aproveitamento racional dos recursos com base na capacidade de suporte do ambiente. Porém, agregados aos problemas ambientais existem os desafios sócio-econômicos, geralmente caracterizados pela operacionalização das unidades produtoras. Encarar a preservação do meio ambiente como parte integrante das explorações comerciais passa por um embasamento teórico e reflexivo e acima de tudo de conscientização e treinamento de todos os que trabalham na agricultura (SRJ, 2005).

Segundo Masera et al. (1999), um dos maiores 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. Este desafio tem como uma das suas causas a necessidade de questionamento das formas convencionais de avaliar esses projetos, tecnologias e sistemas de manejo de recursos naturais.

O presente estudo se propõe à realização de uma análise integrada dos fatores de sustentabilidade dos perímetros irrigados de Ayres de Sousa (PIAS) e Araras Norte (PIAN), localizados na bacia do Acaraú a nordeste do Estado do Ceará, através da construção de Índices de Sustentabilidade Padronizados (ISP). Pelo reconhecimento das características sócio-econômicas e dos agroecossistemas presentes, sob a ótica dos principais atores envolvidos, os irrigantes, pretende-se identificar o perfil das unidades produtivas (lotes) classificando-as como sustentáveis ou não.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A presente revisão de literatura caracteriza diferentes fontes de informação que serviram como fundamentação teórica para se elaborar uma metodologia de avaliação que incorpore indicadores de sustentabilidade. Torna-se imprescindível a discussão sobre os fatores de integração existentes entre a unidade ambiental, a bacia hidrográfica, a microbacia e as unidades produtoras, assim como a relação entre o atual sistema de irrigação pública e o perfil do trabalhador rural com o desenvolvimento agrícola e o impacto ambiental.

2.1 Unidade ambiental x Fatores de integração

Em termos de conceituação geral, a bacia hidrográfica pode ser meramente definida como uma área limitada topograficamente, drenada por um curso ou um sistema conectado de cursos d'água, tal que toda sua vazão efluente seja descarregada através de uma única saída; ou simplesmente como um [...] conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes (FEEMA, 1992). Mello et al. (1994) explicam que se tomando como referencial uma seção transversal de um rio, chama-se bacia hidrográfica, ou bacia de contribuição, a área coletora de água proveniente da precipitação que, escoando pela superfície do solo, atinge a seção considerada.

A bacia hidrográfica pode também ser vista como um sistema aberto, cujo funcionamento e estabilidade relativa refletem, em grande parte, as taxas de influxo e os ciclos de energia, da água e de materiais ao longo do tempo (ODUM, 1988). O autor cita que as causas e as soluções da degradação da água não serão encontradas olhando-se apenas para dentro da água; geralmente é o gerenciamento incorreto da bacia hidrográfica que destrói os recursos hídricos. Portanto, a bacia hidrográfica inteira deve ser a unidade de gerenciamento.

E neste sentido as diferentes definições para microbacia têm sua origem numa interpretação ou na compreensão científica da interação entre as suas funções na paisagem e a sua conformação geomorfológica, considerando-se fundamentalmente cada um dos seus componentes.

Dessa forma, orientando as ações humanas para a busca do uso conservacionista dos recursos naturais, ecologicamente organizados na escala de microbacia hidrográfica, há na literatura diversos enfoques para o manejo integrado dos recursos naturais.

Uma importante contribuição desta compreensão é a orientação que dela se obtém para o monitoramento dos impactos ambientais de forma orientada e a identificação das causas destes impactos (LEONARDO, 2003). Nessa base conceitual a microbacia hidrográfica é um elemento de escala de análise ambiental muito singular, pois representa o elo de ligação entre o monitoramento ou intervenção *in loco* e a paisagem regional ou bacia hidrográfica de onde são emanadas as normas, a legislação e as políticas públicas.

Nesta abordagem de escalas de análise da sustentabilidade, onde os processos e componentes ecológicos da natureza são tidos como fundamentais, a mesoescala de análise da sustentabilidade é a própria escala espacial da microbacia hidrográfica. A microescala, por sua vez, é representada por um nível de avaliação, monitoramento, medição, averiguação etc, que são efetuadas no local (*in situ*) onde se encontra o componente ou o processo ambiental que se quer identificar, qualificar e/ou quantificar (LEONARDO, 2003).

Espacialmente, a microescala de análise pode ser representada pelas medições e averiguações nas unidades de manejo, propriedades agrícolas, glebas ou talhões de cultivo ou por medições e averiguações realizadas no deflúvio da foz da microbacia hidrográfica (WALKER et al., 1996; LIMA_[a], 1999).

2.2 Irrigação pública x Sustentabilidade

A agricultura explora e depende diretamente dos recursos naturais disponíveis. O modelo, preconizado a partir do final da década de 60, com auge na década de 70 com a chamada “Revolução Verde”, encarava as atividades agrícolas como um processo industrial, onde se tinham os insumos (fertilizantes, máquinas e equipamentos, agrotóxicos, etc...), externos à unidade de produção. Os pacotes tecnológicos, característicos dessa fase, não consideravam as diversidades regionais quanto às condições edafo-climáticas e utilizavam-se das técnicas de produção preconizadas, com o pressuposto de sua validade e eficiência para todas as situações. Indiscriminadamente, assumiu-se essa premissa de que tudo era bom e adequado para qualquer situação, uma vez que, até então, não se tinha, absolutamente, preocupação com a escassez e a qualidade dos recursos naturais (VENTURIM, 2002).

No início da década de 70, órgãos internacionais, como é o caso da Assembléia Geral das Nações Unidas (UNEP), levantaram a problemática da contaminação por metais pesados e pelo uso do DDT (diclorodifeniltricloroetano) nas áreas agrícolas.

Em 1971, aconteceu a Conferência de Founex (Suíça) que levantou a importância de integrar o meio ambiente às estratégias de desenvolvimento (IISD, 1997), discutindo os efeitos colaterais sobre o meio ambiente provocados pela atividade agrícola (UNEP, 1981). No ano seguinte, a Conferência de Estocolmo foi um grande marco ambiental. A UNEP (1981) estabeleceu uma visão global e princípios comuns, que servissem de inspiração e orientação da humanidade, para a preservação e melhoria do ambiente humano. Ambos levantam a realidade de recursos naturais limitados e, entre os princípios redigidos em Estocolmo, a preocupação com a contaminação ambiental é evidenciada, e levanta-se a importância de instituir programas de conservação.

A temática sobre a sustentabilidade da agricultura irrigada, sua utilização como um importante instrumento desencadeador de desenvolvimento sócio-econômico, e também as potencialidades a serem exploradas com a utilização de práticas ambientalmente corretas, tornaram-se um paradigma. Os incrementos da pesquisa agrônômica e tecnológica, a modernização da agricultura e a competitividade cada vez mais globalizada trouxeram a necessidade de mão de obra qualificada, disponibilidade de capital (programas governamentais), de recursos técnicos (máquinas), de tecnologia (desenvolvimento de pesquisas científicas) e do apoio na construção de infra-estrutura, como forma de viabilizar uma produção êmula ao mercado.

Na mesma década, o Brasil, com ânimo das tendências de crescimento derivado da agricultura irrigada e das funções de entrepostos comerciais, deu início à implantação de grandes projetos de irrigação (distritos ou perímetros de irrigação). Inicialmente observou-se a intensificação das relações capitalistas e a crescente utilização de tecnologia e insumos com o dispêndio de elevadas somas de capital para a montagem da infra-estrutura de irrigação. A presença do Estado foi crucial, posto que montou a maior parte da infra-estrutura de captação e distribuição de água, cuidando também de aspectos administrativos dos projetos, da assistência técnica etc. (LIMA, 1994).

Embora, a princípio fosse dada certa ênfase ao cultivo irrigado de produtos ligados à chamada pequena agricultura, firmou-se na área um modelo misto de pequenas, médias e grandes glebas irrigadas com o cultivo cada vez maior de produtos de elevado valor comercial, destinados tanto à venda “*in natura*” para os mercados de maior poder aquisitivo, o externo inclusive, quanto ao processamento local em escalas industriais (LIMA, 1994).

É citado em Villela (1999) que os distritos de irrigação contribuíram com a reforma agrária pela distribuição de lotes, porém não obtiveram satisfatório suporte do governo para a fase de operação, resultando na decadência de vários projetos. Os sistemas de

cooperativas falharam, deixando de haver cobrança de seriedade dos cooperados por parte dos poderes públicos. Uma das causas do insucesso de muitos projetos públicos de irrigação foi a falta de um manejo adequado. Geralmente, por desconhecimento ou por falta de assistência técnica ou por ambos os fatores (RESENDE; ALBUQUERQUE, 2002).

Devido aos constantes insucessos, os governos praticamente abandonaram os projetos implantados, ocasionando a falta de manutenção e modernização dos sistemas. Cerca de 60% das terras irrigadas no Brasil ainda utilizam o método da irrigação por superfície, reconhecido pela baixa eficiência na aplicação da água. Além disso, são comuns os vazamentos de água nas tubulações e nos canais de alimentação e de distribuição de água nos projetos de irrigação (REBOUÇAS et al., 2002)

A situação dos perímetros situados no vale do Acaraú não diferem muito da realidade esboçada. O perímetro Ayres de Sousa retrata em sua história todo o contexto dessa realidade, observando-se o abandono das infra-estruturas existentes e a utilização, hoje, de métodos arcaicos de manejo com grandes desperdícios de água. O perímetro Araras Norte, mais recente, já apresenta deficiências de manutenção na estrutura física, além da desorganização quanto aos métodos de manejo aplicados, apresentando desperdícios em toda sua extensão.

2.3 O setor rural: uma visão crítica da realidade

O Brasil tem um potencial de irrigação de 52 milhões de hectares. A área atualmente irrigada atinge 3,0 milhões de hectares, sendo 1,4 milhões de hectares com irrigação a pressão e 1,6 milhões de hectares com irrigação por superfície. A área irrigada no Nordeste é de 495.370 ha e a área potencial de irrigação é de 2.717.820 ha, o que significa que apenas 18,2% da área potencial está implantada, sendo que a maior concentração de área irrigada está nos Estados da Bahia (33,95%), Pernambuco (17,97%) e Ceará (16,63%) (HEINZE, 2002).

A análise da participação do setor primário, ou agrícola, na geração de emprego, aplicando uma visão integrada da agricultura é de suma importância. A produção agrícola propriamente dita empregou diretamente cerca de 16,7 milhões de pessoas em 1997, o que representa 22,3% da População Economicamente Ativa (PEA) do Brasil. Indiretamente, considera-se que para cada ocupação na área agrícola corresponde uma outra ocupação no restante do agronegócio, o que significa mais ou menos 33,4 milhões de empregos gerados,

correspondendo a 44,6% da PEA brasileira. Na região Nordeste, onde a agricultura é absolutamente fundamental, empregava 8,2 milhões de pessoas, o equivalente a 38,7% da PEA regional e, 48,8% da PEA nacional do setor agrícola em 1997 (HEINZE, 2002).

A região Nordeste apresenta características de déficit hídrico para as plantas, em condições normais, com índice pluviométrico baixo e distribuição irregular das chuvas. A irrigação torna-se uma tecnologia fundamental para a agricultura da região, a qual, constituiu-se na sua principal atividade econômica, com relação à absorção de mão-de-obra. Analisando a participação das diversas atividades econômicas na absorção da população economicamente ativa, verifica-se que 41,4% desse total estão na agricultura, no conceito de atividade direta, sendo pequena a contribuição dos demais setores. Porém, se considerado o agronegócio, este valor corresponde a cerca de 83% da população ocupada e 77% do total da população economicamente ativa em 1997 (HEINZE, 2002).

Essa capacidade de geração de emprego contribui para a diminuição do êxodo rural desordenado. Alves et al. (1999) estimaram que o êxodo rural ocorrido no Nordeste no período 1991-1999, com cerca de 4,3 milhões de pessoas, correspondeu a mais de 40% da migração rural brasileira neste período. Os autores comentam que o alarmante percentual de migração campo-cidade deve-se às condições impróprias de trabalho; ao diferencial de renda, aliados à falta de assistência médica; sendo, também, os fatores legislativos discriminatórios ao operariado rural.

O processo de modernização tecnológica modificou profundamente as práticas agrícolas e gerou mudanças ambientais nas cargas de trabalho e na saúde, deixando os trabalhadores rurais expostos a riscos muito diversificados, sobretudo a exposição direta a agrotóxicos. Basicamente os efeitos dos agrotóxicos são classificados em agudos e crônicos, sendo estes últimos ainda pouco pesquisados, embora devastadores para o organismo. Há pelo menos 50 agrotóxicos que são potencialmente carcinogênicos para o ser humano. Outros efeitos são lesões no Sistema Nervoso Central - SNC, redução de fertilidade, reações alérgicas, formação de catarata, evidências de mutagenicidade, efeitos teratogênicos entre outros (AUGUSTO, 1997).

Ressalta-se o visível descaso dado às questões sócio-póliticas em segurança e medicina do trabalho, referidas nas Normas Regulamentadoras Rurais - NRR, que visam a legislação protetora das relações sociais no campo em prol da tutela do trabalhador. E, também, políticas públicas que visem melhorias em proveito comunitário, decrescendo alarmantemente a qualidade dos serviços públicos de saúde e educação.

Há tempo, o governo brasileiro tem, consistentemente, dado muito pouca atenção a esses problemas, optando por concentrar esforços na solução de distintos problemas de ordem política e/ou econômica. Ao mesmo tempo, incentiva continuamente o aumento da produção agrícola, uma vez que a exportação de produtos agropecuários é responsável por 39% da balança comercial brasileira (MMA, 1996).

A situação em que se encontra o setor rural brasileiro leva a uma necessidade crescente de estudos relacionados às condições laborais do trabalhador rural, recuperação e atualização de infra-estruturas existentes, conservação e monitoramento dos agroecossistemas, melhorias na qualidade de vida e bem-estar social para essas famílias.

2.4 Políticas públicas de meio ambiente

Dois grandes marcos jurídicos impõem-se na conformação das questões ambientais no Brasil, dando-lhes tipicidade: a promulgação da Lei Federal nº. 6938/81, que instituiu a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) e a Constituição Federal de 1988.

Em matéria ambiental, a intervenção do poder público tem um duplo sentido: orientar o desenvolvimento de modo a preservar o equilíbrio ecológico do meio ambiente, tido como bem de uso comum, para esta e futuras gerações; e prevenir o dano. Aliás, a defesa do meio ambiente pelo poder público não é uma faculdade, mas um dever constitucional (ART.225 DA CONSTITUIÇÃO FEDERAL APUD MACHADO, 2001).

A estrutura da Política Agrícola atual está centrada no Estatuto da Terra e na Lei da Política Agrícola, que dispõe sobre as questões ambientais consideradas no setor rural, mediadas no capítulo VI citado a seguir:

Lei Nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991 - Dispõe sobre a Política Agrícola, publicada no Diário Oficial da União de 18 de janeiro de 1991.

[...]

CAPÍTULO VI

Da Proteção ao Meio Ambiente e da Conservação dos Recursos Naturais

Art. 19. O Poder Público deverá:

- I. integrar, a nível de Governo Federal, os Estados, o Distrito Federal, os Territórios, os Municípios e as comunidades na preservação do meio ambiente e conservação dos recursos naturais;*
- II. disciplinar e fiscalizar o uso racional do solo, da água, da fauna e da flora;*

- III. *realizar zoneamentos agroecológicos que permitam estabelecer critérios para o disciplinamento e o ordenamento da ocupação espacial pelas diversas atividades produtivas, bem como para a instalação de novas hidrelétricas;*
- IV. *promover e/ou estimular a recuperação das áreas em processo de desertificação;*
- V. *desenvolver programas de educação ambiental, a nível formal e informal, dirigidos à população;*
- VI. *fomentar a produção de sementes e mudas de essências nativas;*
- VII. *coordenar programas de estímulo e incentivo à preservação das nascentes dos cursos d'água e do meio ambiente, bem como o aproveitamento de dejetos animais para conversão em fertilizantes.*

Parágrafo único. A fiscalização e o uso racional dos recursos naturais do meio ambiente é também de responsabilidade dos proprietários de direito, dos beneficiários da reforma agrária e dos ocupantes temporários dos imóveis rurais.

Art. 20. As bacias hidrográficas constituem-se em unidades básicas de planejamento do uso, da conservação e da recuperação dos recursos naturais.

Art. 21. (Vetado).

Art. 21-A. *O Poder Público procederá à identificação, em todo o território nacional, das áreas desertificadas, as quais somente poderão ser exploradas mediante a adoção de adequado plano de manejo, com o emprego de tecnologias capazes de interromper o processo de desertificação e de promover a recuperação dessas áreas.*(Artigo

incluído pela Lei nº 10.228, de 29.5.2001)

§ 1o O Poder Público estabelecerá cadastros das áreas sujeitas a processos de desertificação, em âmbito estadual ou municipal.

(Parágrafo incluído pela Lei nº 10.228, de 29.5.2001)

§ 2o O Poder Público, por intermédio dos órgãos competentes, promoverá a pesquisa, a geração e a difusão de tecnologias capazes de suprir as condições expressas neste artigo. (Parágrafo incluído pela Lei nº 10.228, de 29.5.2001)

Art. 22. A prestação de serviços e aplicações de recursos pelo Poder Público em atividades agrícolas devem ter por premissa básica o uso tecnicamente indicado, o manejo racional dos recursos naturais e a preservação do meio ambiente.

Art. 23. *As empresas que exploram economicamente águas represadas e as concessionárias de energia elétrica serão responsáveis pelas alterações ambientais por elas provocadas e obrigadas a recuperação do meio ambiente, na área de abrangência de suas respectivas bacias hidrográficas.*

Art. 24. (Vetado).

Art. 25. *O Poder Público implementará programas de estímulo às atividades criatórias de peixes e outros produtos de vida fluvial, lacustre e marinha de*

interesse econômico, visando ao incremento da oferta de alimentos e a preservação das espécies.

Art. 26. A proteção do meio ambiente e dos recursos naturais terá programas plurianuais e planos operativos anuais elaborados pelos órgãos competentes, mantidos ou não pelo Poder Público, sob a coordenação da União e das Unidades da Federação.

[...]

Destaca-se, no conteúdo da Lei nº. 8.171/91, o que consta nos Artigos 20, 22 e 26, onde se reforça a bacia hidrográfica como unidade territorial de gestão ambiental, o manejo racional dos recursos naturais e a preservação ambiental, como também, a necessidade de planejamento das ações ambientais nas atividades agrícolas.

Ainda, no âmbito da proteção ambiental, a Política Agrícola tem outros artigos importantes transcritos a seguir:

[...]

Art. 99. A partir do ano seguinte ao de promulgação desta lei, obriga-se o proprietário rural, quando for o caso, a recompor em sua propriedade a Reserva Florestal Legal, prevista na Lei nº 4.771, de 1965, com a nova redação dada pela Lei nº 7.803, de 1989, mediante o plantio, em cada ano, de pelo menos um trinta avos da área total para complementar a referida Reserva Florestal Legal (RFL).

[...]

Art. 102. O solo deve ser respeitado como patrimônio natural do País.

Parágrafo único. A erosão dos solos deve ser combatida pelo Poder Público e pelos proprietários rurais.

Art. 103. O Poder Público, através dos órgãos competentes, concederá incentivos especiais ao proprietário rural que:

- I. preservar e conservar a cobertura florestal nativa existente na propriedade;*
- II. recuperar com espécies nativas ou ecologicamente adaptadas as áreas já devastadas de sua propriedade;*
- III. sofrer limitação ou restrição no uso de recursos naturais existentes na sua propriedade, para fins de proteção dos ecossistemas, mediante ato do órgão competente, federal ou estadual.*

Art. 104. São isentas de tributação e do pagamento do Imposto Territorial Rural as áreas dos imóveis rurais consideradas de preservação permanente e de reserva legal, previstas na Lei nº 4.771, de 1965, com a nova redação dada pela Lei nº 7.803, de 1989.

[...]

Destaca-se à estreita relação das atividades rurais com a Lei nº. 4.771/65 – Código Florestal, que limita o uso das terras para atividades produtivas, impedindo o usufruto das áreas consideradas como de preservação permanente, definidas na lei, e restringindo o uso de

uma parcela definida como reserva legal. O Código Florestal faz restrições, ainda, quanto à atividades e formas de exploração dos recursos ambientais na área rural, como o uso do fogo na limpeza de terreno e renovação de pastagens e dá as diretrizes para proteção da flora e fauna nativas.

A Lei nº. 8.171/91, que dispõe sobre a Política Agrícola, fixa os fundamentos, define os objetivos e as competências institucionais, prevê os recursos e estabelece as ações e instrumentos quanto às atividades agropecuárias, agroindustriais e de planejamento das atividades pesqueira e florestal. Sendo que a atividade agrícola compreende processos físicos, químicos e biológicos, onde os recursos naturais envolvidos devem ser utilizados e gerenciados, subordinando-se às normas e princípios de interesse público, de forma que seja cumprida a função social e econômica da propriedade; diz a Lei que a agricultura, como atividade econômica, deve proporcionar aos que a ela se dediquem, rentabilidade compatível com a de outros setores da economia; e, ainda, que o processo de desenvolvimento agrícola deve proporcionar ao homem do campo o acesso aos serviços essenciais de saúde, educação, segurança pública, transporte, eletrificação, comunicação, habitação, saneamento, lazer e outros benefícios sociais.

Os Instrumentos da Política Agrícola são definidos no Artigo 4º da Lei nº. 8.171/91, como segue:

- I. planejamento agrícola;*
- II. pesquisa agrícola tecnológica;*
- III. assistência técnica e extensão rural;*
- IV. proteção do meio ambiente, conservação e recuperação dos recursos naturais;*
- V. defesa da agropecuária;*
- VI. informação agrícola;*
- VII. produção, comercialização, abastecimento e armazenagem;*
- VIII. associativismo e cooperativismo;*
- IX. formação profissional e educação rural;*
- X. investimentos públicos e privados;*
- XI. crédito rural;*
- XII. garantia da atividade agropecuária;*
- XIII. seguro agrícola;*
- XIV. tributação e incentivos fiscais;*
- XV. irrigação e drenagem;*

- XVI. *habitação rural;*
- XVII. *eletrificação rural;*
- XVIII. *mecanização agrícola;*
- XIX. *crédito fundiário.*

2.5 Legislação quanto ao uso, armazenamento e descarte de embalagens de agrotóxicos.

Legislação Federal de Agrotóxicos e afins - Lei nº 7.802, de 11 de Julho de 1989, regulamentada pelo Decreto nº. 98.816, de 11 de Janeiro de 1990 – Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle a inspeção e a fiscalização dos agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.

No seu artigo 2º inciso I, são considerados agrotóxicos e afins:

“a) os produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos;

b) as substâncias e produtos, empregados como desfolhantes, desseccantes, estimuladores e inibidores de crescimento”.

No Brasil, um fator se destaca na análise das informações sobre intoxicações e envenenamentos no meio rural – a distância, que dificulta o acesso dos trabalhadores aos centros de atendimento médico-hospitalar. Essa situação faz com que inúmeras vítimas de acidentes graves acabem morrendo sem qualquer assistência médica. Os acidentes mais leves acabam freqüentemente não sendo sequer comunicados ao Ministério do Trabalho. Este fator é relevante para explicar a baixa incidência, apenas aparente, de acidentes leves entre os trabalhadores rurais (BORTOLETTO, 1990).

A Lei nº. 5.889/73 - Estatuto do Trabalhador Rural - estabeleceu, no artigo 13, que nos locais de trabalho rural serão observadas as normas de segurança e higiene estabelecidas em Portaria do Ministério do Trabalho e Previdência Social.

Em 1988 foram aprovadas pela portaria nº 3.067 as Normas Regulamentadoras Rurais (NRR) relativas à segurança e higiene do trabalhador rural, relacionadas a seguir:

- NRR 01: Disposições gerais;
- NRR 02: Serviços Especializados em Prevenção de Acidentes do Trabalho Rural;
- NRR 03: Comissão Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho Rural – CIPATR;
- NRR 04: Equipamentos de Proteção Individual (EPI); e
- NRR 05: Produtos químicos.

2.6 Indicadores de sustentabilidade agrícola

Existem diversas técnicas para a mensuração dos parâmetros de degradação ambiental. Atualmente, observa-se uma grande tendência quanto ao uso de ferramentas que se utilizam de indicadores, promovendo assim a possibilidade de monitoramento e acompanhamento dos processos.

Os indicadores de sustentabilidade começaram a ser mencionados no início da década de 90. A Agenda 21, relatório final da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, ocorrida em 1992, no Rio de Janeiro, pede pelo desenvolvimento destes indicadores por parte de cada nação, assim como por parte de órgãos internacionais. Dessa forma, o mundo inteiro, e cada nação em particular, se encontra frente à tarefa de desenvolver indicadores de sustentabilidade, nos diferentes setores, inclusive o agrícola (MARZALL, 1999).

2.6.1 Indicador

Um índice ou indicador é uma ferramenta que permite a obtenção de informações sobre uma dada realidade (MARZALL, 1999). Tem como principal característica a de poder sintetizar um conjunto complexo de informações, retendo apenas o significado essencial dos aspectos analisados (HATCHUEL; POQUET, 1992; BOUNI, 1996).

Hammond et al. (1995) definem indicadores como um modelo. Isto, para evitar que seja interpretado como realidade. Porém a notação de modelo também é errônea, pois

pode ser entendido como um objetivo a ser alcançado ou padrão a ser imitado. No entanto, um indicador é apenas uma medida, uma indicação. Seu significado depende da interpretação dada, por isso tem grande importância a base na qual esses indicadores são analisados, pois é esta que irá proporcionar a significância de cada indicador.

Inicialmente, deverá ser realizada a caracterização geral do espaço que será avaliado, de acordo com a delimitação geográfica da área do esboço. Dentro dessa realidade é feito um levantamento dos aspectos de relevância para o problema. A partir destes aspectos, então, como uma ferramenta de avaliação das condições desses elementos, faz-se uso de indicadores (MARZALL, 1999).

A medida indicada por essa ferramenta poderá ser considerada positiva, negativa ou neutra, de acordo com sua interpretação (MARZALL, 1999). Por isso, é fundamental a definição da base conceitual, que definirá o que se entende por sustentabilidade, determinada pela apreensão teórica e individualizada do pesquisador (BOUNI, 1996). Além disso, deve ser definida a escala de interpretação do indicador, e em cada circunstância deverão ser definidos os limites de aceitação, de acordo com a realidade sob análise.

Considera-se que o processo de interpretação é subjetivo, já que a definição de questões como qualidade ambiental e qualidade de vida são determinados pela percepção, pela política vigente, pelos valores, perspectivas e preferências de cada grupo ou indivíduo (MACHADO, 1987). Uma falha no sistema de análise a ser considerada é que no processo de avaliação já existem idéias pré-concebidas em função do que se espera encontrar. Isso se constitui em um problema, pois pode influenciar na interpretação final.

2.6.2 “Agroecossistemas” x Sustentabilidade agrícola

Altieri (2002) considera alguns aspectos fundamentais dos agroecossistemas:

- Os agroecossistemas são formados por conjuntos de componentes abióticos e bióticos, ligados intimamente, formando uma unidade ecológica funcional.
- Os agroecossistemas podem ser estabelecidos em limites definidos de maneira que possam auto-regular-se.
- Os agroecossistemas variam de acordo com a natureza de seus componentes, seu arranjo temporal e espacial e em relação ao nível de intervenção humana.
- Nenhum agroecossistema é uma unidade completamente independente e raramente tem limites biológicos bem definidos.

- Os agroecossistemas podem pertencer a qualquer escala biogeográfica.

Com base nesses fundamentos, Altieri (2002) explica que os elementos básicos de um agroecossistema sustentável são a conservação dos recursos renováveis, a adaptação da espécie cultivada ao ambiente e a manutenção de um elevado e sustentável nível de produtividade.

Porém, a incorporação de uma dimensão ambiental implica na introdução de medidas destinadas a melhorar a compatibilidade da produção agrícola com o ambiente (por exemplo, através de investimentos em métodos de produção que considerem a capacidade de suporte dos recursos) e, outras que garantam o papel dos agricultores na proteção paisagística e na manutenção da biodiversidade e da riqueza do ambiente natural.

Uma agricultura sustentável deve possuir três fatores de equilíbrio. O econômico, através da melhoria da viabilidade e da competitividade do setor agrícola, o social, graças a oportunidades de desenvolvimento econômico e de melhoria das condições de vida das zonas rurais e, por último, não menos importante, o ecológico, através da promoção da boa prática ambiental e da criação de serviços de conservação dos habitats, da biodiversidade e da paisagem. Uma produção agrícola sustentável deve atender igualmente aos interesses e imposições do mercado consumidor, designadamente em relação à qualidade e segurança dos produtos agrícolas e aos métodos de produção.

Para atingir esses objetivos, será necessário que os agricultores considerem os efeitos de suas atividades sobre o futuro da agricultura, e as formas como os sistemas que utilizam influenciam no ambiente.

2.7 Análise estatística multivariada

Intuitivamente o ser humano tende a analisar as variáveis de um fenômeno qualquer isoladamente e a partir desta análise fazer inferências sobre a realidade. Esta simplificação tem vantagens e desvantagens. Quando um fenômeno depende de muitas variáveis, geralmente este tipo de análise falha, pois não basta conhecer informações estatísticas isoladas, mas é necessário também conhecer a totalidade destas informações fornecida pelo conjunto das variáveis. As relações existentes entre as variáveis não são percebidas e assim efeitos antagônicos ou sinérgicos de efeito mútuo entre variáveis complicam a interpretação do fenômeno a partir das variáveis consideradas. Porém, no caso restrito de variáveis que possuem certo grau de dependência entre si (KACHIGAN, 1982) é

possível, com razoável segurança, interpretar um fenômeno complexo usando as informações estatísticas de poucas variáveis.

Os métodos estatísticos são escolhidos de acordo com os objetivos da pesquisa, por isto, mostrar, prever ou otimizar são obtidos por diferentes métodos. Portanto, serão necessárias ferramentas estatísticas que apresentem uma visão mais global do fenômeno que aquela possível numa abordagem univariada. A denominação “Análise Multivariada” corresponde a um grande número de métodos e técnicas que utilizam simultaneamente todas as variáveis na interpretação teórica do conjunto de dados obtidos. Quando emprega-se este tipo de análise é frequente o interesse no comportamento de uma variável ou grupos de variáveis em covariação com outras (GREEN;TULL, 1976). Isto é feito analisando-se os inter-relacionamentos entre as variáveis de tal modo que estas possam ser descritas convenientemente por um grupo de categorias básicas, em número menor que as variáveis originais, chamados fatores.

Existem vários métodos de análise fatorial, cada um com fundamentação teórica e faixas de aplicabilidade específicas. Como a intenção é verificar de que forma as amostras se relacionam, ou seja, o quanto são semelhantes segundo as variáveis utilizadas no trabalho, dois métodos podem ser utilizados: a análise por agrupamento hierárquico (HCA) e a análise por componentes principais (ACP).

Porém, pretende-se, também, a redução da dimensionalidade do problema. Nesse caso, a análise de componentes principais possibilita transformar linearmente um conjunto de variáveis originais em um novo conjunto, menor, de variáveis não correlacionadas, facilitando o manuseio e a compreensão do fenômeno, sem perda significativa de informação.

O desenvolvimento desta técnica teve início com Karl Pearson em 1901, e foi inserida na estatística matemática por Harold Hotelling em 1933 (LEBART et al., 1995), e atualmente vem sendo largamente utilizada em várias áreas do conhecimento.

Um dos problemas mais desafiadores da estatística multivariada, segundo Khattree e Naik (2000), é a redução da dimensionalidade de um grande conjunto de dados. O método das componentes principais é um dos mais usados para resolver problemas clássicos da análise fatorial. Consiste essencialmente em reescrever as coordenadas das amostras em outro sistema de eixo mais conveniente para a análise dos dados. Em outras palavras, as n -variáveis originais geram, através de suas combinações lineares, n -componentes principais, cuja principal característica, além da ortogonalidade, é que são obtidos em ordem decrescente de máxima variância, ou seja:

$$VAR CP_1 > VAR CP_2 > \dots > VAR CP_n \text{ (VERDINELLI,1980).}$$

São calculadas de forma que a primeira componente principal explique o máximo da variabilidade total dos dados; a segunda explique o máximo da variabilidade total restante dos dados, sendo não correlacionada com a primeira; a terceira explique o máximo da variabilidade total restante dos dados, sendo não correlacionada com a primeira e a segunda componente; e assim sucessivamente até que o número de componentes principais seja no máximo igual ao número de variáveis. Tendo-se, assim, as variâncias ordenadas decrescentemente e as componentes não correlacionadas. Utilizando-se um método adequado, podem-se eliminar as componentes que não representam muita variabilidade, tendo-se uma redução de dimensionalidade sem perda significativa de informação (SCREMIN, 2003).

Segundo Hawkins (1974), em muitos casos, para a detecção de erros, a utilização da análise de componentes principais poderá ser tão eficiente quanto à utilização dos dados originais, principalmente porque os vetores estarão expressando o comportamento conjunto das variáveis originais. Basicamente, as componentes principais são constituídas de combinações lineares das variáveis originais, são não correlacionadas entre si e retêm o máximo da informação contida nos dados originais.

Geometricamente, as componentes principais representam um novo sistema de coordenadas obtidas por uma rotação do sistema original, que fornece as direções de máxima variabilidade e proporciona uma descrição mais eficiente e simples da estrutura de covariância dos dados. A análise de componentes principais também pode ser usada para julgar a importância das próprias variáveis originais escolhidas, ou seja, as variáveis originais com maior peso (*loadings*) na combinação linear dos primeiros componentes principais.

A análise dos dados consiste na interpretação da distribuição dos pontos no gráfico de componentes principais e identificação nas variáveis originais com maior peso na combinação linear das componentes principais mais importantes.

Para verificar quais as variáveis determinantes das características sociais e econômicas da agricultura familiar ligada à atividade fumageira no município de Santa Cruz/RS, Fossati e Freitas (2004) utilizaram levantamentos de dados primários junto aos produtores para coleta de dados. Subdividiram as variáveis em quantitativas, que foram estudadas recorrendo-se à técnica da análise fatorial pelo método dos componentes principais, e variáveis qualitativas, que foram utilizadas para a caracterização do perfil dessa atividade.

Os resultados obtidos permitiram concluir que o caráter familiar da atividade fumageira está positivamente relacionada ao tamanho da família, ao número de crianças, à experiência e à sua escolaridade; ao tamanho da propriedade; da renda proveniente da

diversificação; da renda auferida com a comercialização do fumo, da sua área cultivada e mão-de-obra contratada.

Uma metodologia para medir e monitorar a sustentabilidade de sistemas de produção de milho, na região de Rio Verde/GO, usando indicadores de qualidade do solo e indicadores de desempenho econômico, foi proposta por Santana et al. (2002). Os autores consideraram aspectos de produção, rendimento, nível tecnológico e representatividade. Os sistemas de produção foram avaliados, em nível de propriedade, utilizando um modelo simplificado, adaptado de Gomez et al. (1996). Essa metodologia explica que o sistema é considerado sustentável quando atende a dois requisitos: conservação dos recursos naturais e satisfação das necessidades do produtor.

Luiz e Silveira (2000) verificaram que a predominância de unidades de agricultura familiar na microbacia de Taquara Branca, Sumaré/SP, poderia ser sustentada com base em informações concretas. Para a coleta de dados foram sorteadas ao acaso 30% das propriedades para aplicação de questionários do tipo *cross-section*. A análise multivariada de agrupamentos permitiu identificar três grupos naturais entre as propriedades analisadas: agricultura familiar, agricultura não familiar em pequenas áreas e agricultura não familiar em grandes áreas. Embora não predominante (apenas 36%), a agricultura familiar foi o grupo mais freqüente.

A construção de um índice de sustentabilidade agrícola a partir de um estudo de caso baseado em dados de produtores colonos dos Perímetros Irrigados de Bebedouro e Nilo Coelho, que fazem parte dos projetos da CODEVASF do Vale do Submédio São Francisco, foi apresentada por Melo (1999). Para a construção do índice, os indicadores não só retrataram as condições da sustentabilidade ambiental, mas também as atividades humanas e as medidas adotadas para correção das situações de “insustentabilidade”. A metodologia seguiu o esquema *driving force-state-response indicators* - DSR¹. O método das componentes principais foi defendido como forma de agregação dos indicadores de estado da sustentabilidade para que se chegasse a um índice de sustentabilidade.

Analisando a sustentabilidade retratada pela média alcançada pelos indicadores, os autores verificaram uma ligeira disparidade em termos de sustentabilidade, com uma média dos indicadores de aproximadamente 0,353 para o Perímetro Irrigado Nilo Coelho, contra 0,404 para o Perímetro Irrigado Bebedouro.

Lombardi et al. (2003) procuraram identificar através de técnicas de estatística descritiva e multivariada os fatores relevantes na decisão de compra do consumidor por

¹ Em acordo com a Comissão de Desenvolvimento Sustentável da ONU (WORLD COMMISSION, 1987).

alimentos orgânicos ao invés de outras fontes de alimentação, utilizando uma amostra de 138 consumidores de São Paulo/SP. Os resultados obtidos evidenciaram cinco principais fatores: aspectos legais e de certificação, a ética de empresa, o preço e a comercialização, influências políticas e, por último, as questões ambientais.

Mangabeira et al. (2002) propuseram identificar os tipos de sistemas de produção explorados em Machadinho d'Oeste/RO e, comparativamente, relacionar as lógicas de uso destes sistemas com o nível de desenvolvimento em que se encontravam os produtores rurais. Para isso, o suporte metodológico baseou-se na Análise de Correspondência Múltipla (ACM), estabelecendo todas as possíveis correspondências entre os produtores amostrados e as variáveis selecionadas, seguida da análise de cluster, pelo método de Ward, para relacionar o nível de desenvolvimento dos sistemas de produção com o uso dos recursos naturais. Foram identificados três tipos ou níveis de desenvolvimento de sistemas de produção: os medianamente desenvolvidos, os menos desenvolvidos e os mais desenvolvidos, que se diferenciaram, principalmente, pelas formas de exploração dos estabelecimentos rurais.

As aplicações práticas do processo de pesquisa e desenvolvimento, com a apuração de resultados satisfatórios, comprovaram a veracidade dessa metodologia. A obtenção de um índice de sustentabilidade pode ser de grande utilidade para o diagnóstico e planejamento de medidas de controle e monitoramento de ações corretivas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia adaptada a esta pesquisa organiza e articula as informações referentes aos diversos parâmetros ambientais, sócio-econômicos e formas de cultivo e manejo empregados na agricultura irrigada, de modo a responder aos objetivos definidos. A metodologia é composta de quatro fases: (3.1) Caracterização das áreas de estudo; (3.2) Definição dos parâmetros da análise e elaboração dos questionários; (3.3) Análise de campo / aplicação dos questionários; (3.4) Metodologia para concepção de um índice, através do método de análise fatorial com decomposição em componentes principais.

Os Apêndices apresentam detalhamentos de campo a respeito dos distritos de irrigação e os dados básicos utilizados em todas as análises, bem como alguns resultados secundários, que permitem reproduzir a totalidade das informações contidas neste documento.

3.1 Caracterização da unidade ambiental

As áreas de estudo estão localizadas na bacia hidrográfica do Acaraú, ao norte do Estado do Ceará. Os açudes Araras Norte e Ayres de Sousa, de maior importância para a bacia, têm como finalidade a perenização, o controle das cheias do rio Acaraú, abastecimento humano, a irrigação das várzeas e a piscicultura. Na Figura 1 pode-se localizar os reservatórios com seus respectivos distritos de irrigação.

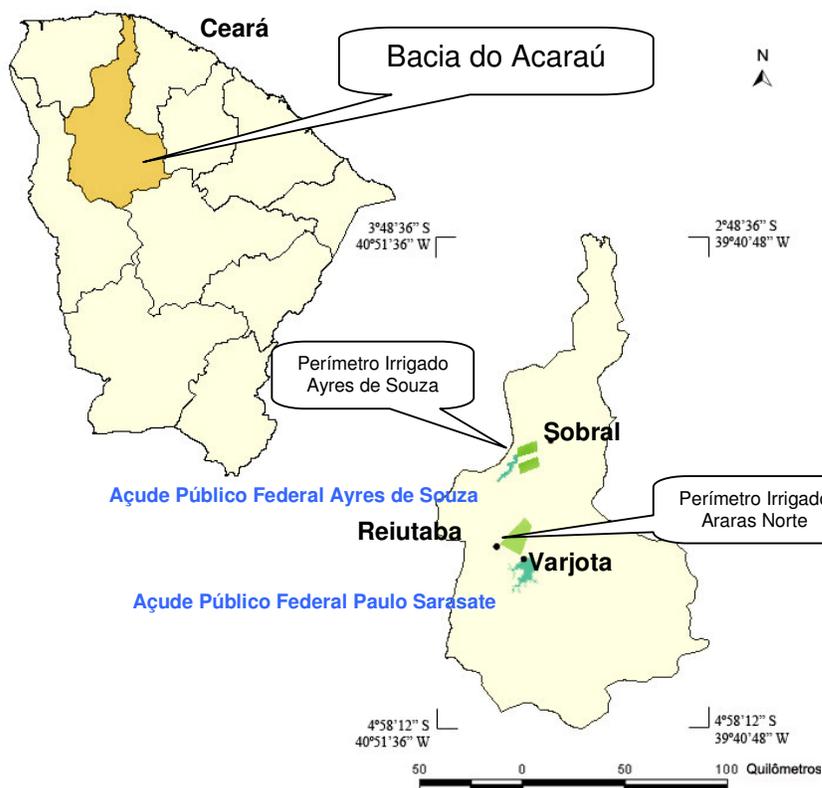


FIGURA 1 - Localização das áreas de estudo.

Conforme o boletim emitido em abril de 2001 pelo convênio COGERH/SEMACE, retratando o nível de salinidade dos principais açudes do Ceará, as águas dos açudes Ayres de Sousa e Araras Norte apresentaram um baixo teor de cloretos e condutividade elétrica, ambos apresentando classe de irrigação C₁, conforme o modelo adotado pelo Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos. A água apresenta baixa salinidade podendo ser usada para irrigação da maioria das culturas e na maioria dos solos, com pouca probabilidade de ocasionar salinidade nos solos. Alguma lixiviação é necessária, mas isso ocorre nas práticas normais de irrigação, à exceção dos solos com permeabilidade extremamente baixa. No período de amostragem a bacia apresentava 79,9% do volume total.

O clima das regiões de estudo podem ser enquadrados, segundo Koeppen, no tipo BSw'h' - semiárido quente, caracterizado por duas estações distintas: uma estação chuvosa, com precipitações irregulares e outra seca. O período predominante de chuvas concentra-se de janeiro a maio, sendo a Zona de Convergência Intertropical o principal sistema indutor de chuvas neste período, responsável por mais de 60% do total anual (CEARÁ, 1992a).

A média de precipitação anual varia demasiadamente no espaço-tempo, não mantém regularidade, com anos de cheias alternados por anos secos. As séries históricas dos postos de observação Jaibaras e Varjota, próximos às regiões de estudos, apresentam médias de 821,6 mm (PBM₁, 2000) e 900,6 mm (PBM₂, 2000), respectivamente. As séries históricas dos postos Jaibaras, de 1998 a 2004 (Figura 2), e Varjota, de 1988 a 2004 (Figura 3), indicam que os anos de 2003 e 2004 apresentaram precipitação total superior às médias anuais, o que indica que o estudo foi realizado em uma época privilegiada por “abundância” de recursos hídricos.

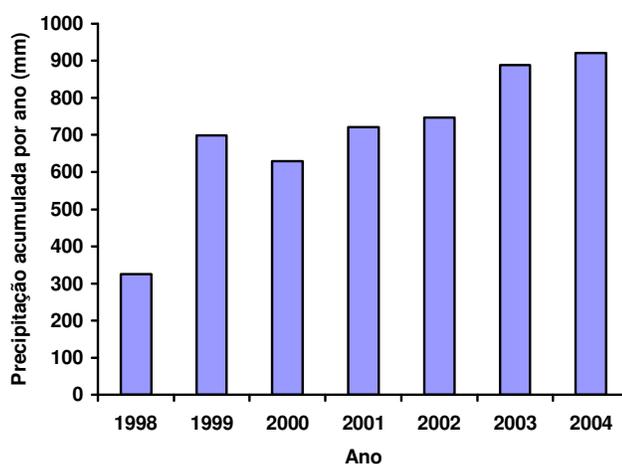


FIGURA 2 - Precipitação total anual do posto Jaibaras (Fonte: FUNCEME, 2005).

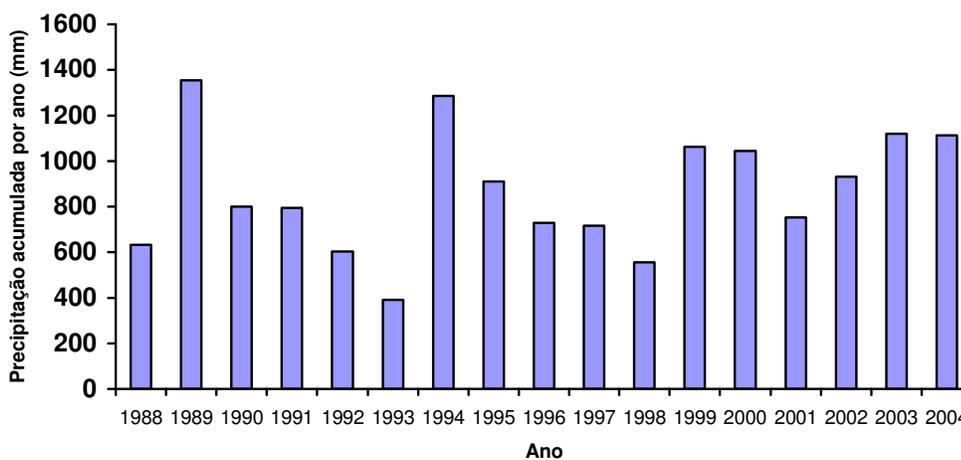


FIGURA 3 - Precipitação total anual do posto Varjota (Fonte: FUNCEME, 2005).

As temperaturas pouco divergem ao longo do ano. As regiões municipais de Sobral e Varjota apresentam valores um pouco superiores às suas médias anuais, 27,5° C e de 28,2° C, respectivamente (DNOCS, 2005).

Conforme a classificação de solos da Bacia (apêndice B), os perímetros encontram-se, principalmente, sob manchas de solos bruno não cálcico (luvisolos), uma parcela do perímetro Ayres de Souza sob litólicos (neossolos) e, uma parcela do perímetro Araras Norte sob latossolo vermelho-amarelo (latossolos).

3.2 Projeto Ayres de Souza

O Perímetro Irrigado Ayres de Souza, localizado no município de Sobral, na região norte do Estado do Ceará, situa-se na planície aluvial do Rio Jaibaras, que é um dos principais afluentes da margem esquerda do Rio Acaraú. As suas coordenadas geográficas são: 3° 45' S e 40° 27' W. A implantação do perímetro irrigado foi iniciada no ano de 1974 e a sua conclusão ocorreu em 1978, e os serviços de administração, operação e manutenção da infra-estrutura de uso comum foram iniciados no ano de 1977. O acesso externo ao perímetro irrigado é feito pela Rodovia Federal BR-222, já o acesso interno às parcelas é realizado apenas por vias de acesso. Possui uma área total irrigada de 615 ha, associada a 7.980 ha de áreas de sequeiro, perfazendo um total de 8.595 ha, através do sistema de irrigação por superfície (DNOCS, 2005).

No perímetro Ayres de Sousa, as disponibilidades em solos irrigáveis são formadas pelas planícies aluviais do Rio Jaibaras e de seu principal afluente da margem direita, o riacho Papucu, distribuídas em aluviões irrigáveis, aluviões não irrigáveis e solos sobre o cristalino, que são compostos essencialmente de gnaisse. Os solos da planície do Jaibaras são mais diversificados, com textura que varia de muito grossa a muito fina. Os solos de textura fina a muito fina encontram-se, essencialmente, nas depressões e em contato com o cristalino. A planície do Papucu se distingue por uma predominância de solos de textura muito fina.

A topografia local é formada predominantemente por planícies, sendo geralmente plana, com a presença de baixas declividades na ordem de 1%, podendo atingir até 3% em alguns locais. Destacam-se alguns afloramentos cristalinos na planície do riacho Papucu. Já a planície do Rio Jaibaras apresenta uma altitude que decresce das margens do Rio até o pé do

cristalino, onde, de uma maneira quase contínua, verifica-se uma leve depressão (DNOCS, 2005).

3.2.1 Área hidráulica e irrigação

A irrigação do Perímetro se dá através da água represada na barragem sobre o Rio Jaibaras, em terra, construída, entre 1930 e 1933, com capacidade de acumulação máxima de $104 \times 106 \text{ m}^3$, denominada Açude Público Federal Ayres de Souza (DNOCS, 2005).

O sistema de irrigação implantado no perímetro é totalmente por superfície (gravidade). O sistema de entrega de água é constituído por uma rede principal (Figura 4a) e uma rede secundária (Figura 4b e 5a), responsável pelo transporte de água até a entrada das parcelas. No interior das parcelas, outra rede de canais, que conduz a água das tomadas parcelares de canais secundários até os sulcos de onde é retirada por meio de sifões plásticos. Estes canais parcelares são construídos em terra compactada (Figura 5b). A rede de drenagem é constituída de drenos a céu aberto, seguindo das tomadas parcelares até o coletor principal (DNOCS, 2005).



FIGURA 4 – [a] Vista interna do canal principal; [b] Situação do canal secundário, coberto pela vegetação – Perímetro Ayres de Souza, Ceará, 2004.



FIGURA 5 – [a] Situação do canal secundário - entrada para o lote com a cancela quebrada; [b] Cortes no canal parcelar - enfatizando o método de irrigação por sulcos, onde o canal é rompido no ponto inicial do terreno e fechado apenas após a inundação do sulco – Perímetro Ayres de Sousa, Ceará, 2004.

3.2.2 Parcelamento e disposição dos loteamentos

O espaço das unidades rurais é configurado a partir das características operacionais ou das estratégias de acesso. Porém, nos loteamentos rurais destinados à colonização ou à reforma agrária, independentemente de sua extensão, a divisão dos lotes deve atender ao plano integrado de utilização e manejo do solo e da água, conforme o artigo 147 do capítulo II - Título IV da consolidação da legislação ambiental brasileira.

A Figura 6 demonstra a disposição das unidades parcelares do perímetro, sendo:

Setor 1 - Organização responsável CIPLAS (Cooperativa dos Irrigantes do Perímetro Ayres de Souza Ltda);

Setor 2 - ACFTN (Assoc. Comunitária Fazenda de Todos Nós);

Setor 3 - ACSIII (Assoc. Comunitária do Setor III);

Setores 4, 5 e 6 - Não operacionais.

Para efeito de informação complementar, a cooperativa do setor 1 foi extinta em 1998, com a queda na comercialização da pimenta, que até então era a cultura predominante no perímetro. O setor 2 não possui nenhuma infra-estrutura de habitação, sendo sua ocupação devido a invasões.

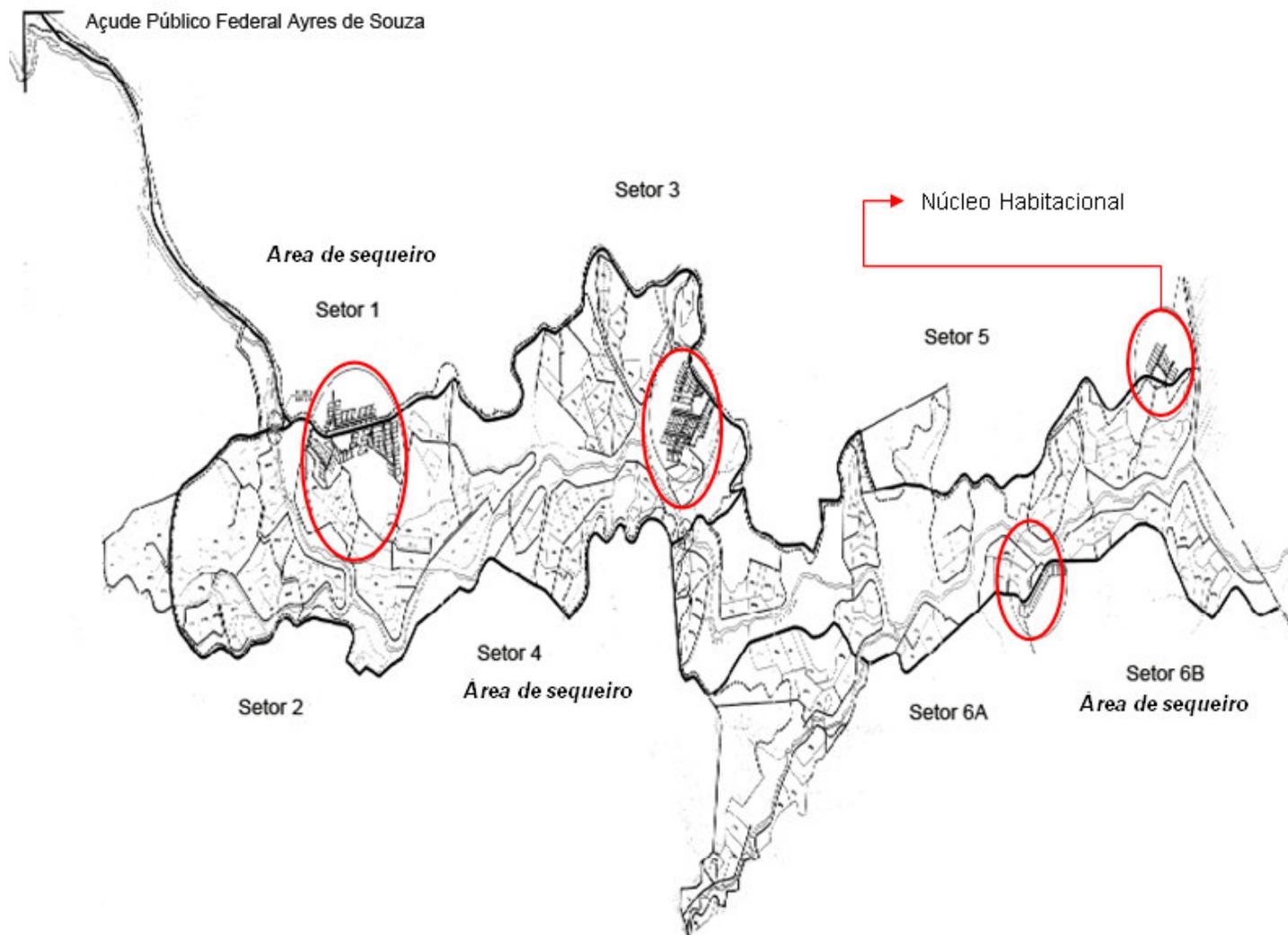


FIGURA 6 – Croqui de distribuição dos loteamentos do Perímetro Irrigado Ayres de Sousa (Fonte: DNOCS, 1972).

Através da Tabela 1 pode-se ver o universo de colonos, subdividido por categoria, dimensão do lote unitário, total de unidades similares e área total correspondente a categoria.

TABELA 1 – Parcelamento de áreas e classificação dos loteamentos (PIAS).

Categoria de Irrigante	Área Média (ha)	Quantidade (unid.)	Área Total (ha)
Pequeno Produtor	4,26	45	192,00
Técnico Agrícola	-	-	-
Engº Agrônomo	-	-	-
Empresa	-	-	-
TOTAL		45	192,00

Fonte: DNOCS, 2005

Conforme análise preliminar dos dados de campo, os colonos entrevistados possuem, em média, cerca de 140 ha para agricultura de sequeiro e 05 ha para agricultura irrigada, não havendo distinção de categorias.

3.3 Projeto Araras Norte

O Perímetro Irrigado Araras Norte está localizado nos municípios de Varjota e Reriutaba, influenciando, também, o município de Cariré, na região norte do Estado do Ceará. As suas coordenadas geográficas são: 4° 09' S e 40° 32' W. 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 acesso externo ao perímetro irrigado é feito pela Rodovia Federal BR-222, de Fortaleza a Sobral, em seguida, pela Rodovia CE-183 até a cidade de Varjota. O acesso interno às parcelas é realizado por três modalidades de estradas:

- a. Principais, com função de escoamento da produção e o acesso aos núcleos habitacionais;
- b. Secundárias, que promovem o acesso aos lotes agrícolas; e
- c. Serviços, implantadas ao interior dos lotes agrícolas.

O perímetro Araras Norte possui a topografia regular com relevo plano. Os solos apresentam textura de média a leve, e fertilidade que fica entre natural e baixa (DNOCS, 2005). Os solos latossolos vermelho-amarelo são os que apresentam melhores condições para agricultura irrigada. O fato de apresentar relevo e texturas predominantes frágeis a ação erosiva, principalmente junto à declividade, requer a aplicação de técnicas de manejo, aliadas às práticas conservacionistas adequadas (PBM₂, 2000).

3.3.1 Área hidráulica e irrigação

O suprimento hídrico é feito através do Açude Público Federal Paulo Sarasate (ex-Araras Norte), com capacidade de armazenamento máximo de 891.110.000 m³ de água na cota 153 m. O perímetro irrigado oferece uma vazão contínua de aproximadamente 2,1 m³/s/ha para os irrigantes (DNOCS, 2005). Os sistemas de irrigação empregados no perímetro (Figura 7a e 7b) são: 89,44% da área por aspersão convencional e 10,56% da área por microaspersão (DNOCS, 2005).

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 abertos (Figura 8a e 8b). O 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 grotas naturais, com vazões variáveis (DNOCS, 2005).



[a]



[b]

FIGURA 7 – [a] Cabeçal de controle; composto por filtros, válvulas, manômetros e injetor de fertilizantes venturi; [b] Sistemas de irrigação por aspersão convencional – Perímetro Irrigado Araras Norte, Ceará, 2004.



FIGURA 8 – [a] Passagem artesanal sobre o canal principal; [b] Vista interna do canal principal obstruído pela vegetação - Perímetro Irrigado Araras Norte, Ceará, 2004.

3.3.2 Parcelamento e disposição dos loteamentos

A Figura 9 apresenta a divisão por setor de produção do perímetro, sendo que:

- Setores 1 e 3 – formados por lotes empresariais (não operacionais);
- Setor 2 – pequenos produtores, sendo 41 unidades produtivas;
- Setor 4 – pequenos produtores, sendo 48 unidades produtivas;
- Setores 5, 6 e 7 – não operacionais.



FIGURA 9 – Croqui de distribuição dos loteamentos do Perímetro Irrigado Araras Norte (Fonte: SUDENE; DNOCS, 1971).

A Tabela 2 mostra o universo de colonos, subdividindo por categoria, dimensão do lote unitário, total de unidades similares e área total correspondente a categoria.

TABELA 2 - Parcelamento de áreas e classificação dos loteamentos (PIAN)

CATEGORIA DE IRRIGANTE	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: DNOCS, 2005

Conforme análise preliminar dos dados de campo, os colonos entrevistados possuem, em média, cerca de 10 hectares irrigados. É possível constatar a presença de unidades produtivas com maior porte devido à comercialização das unidades de desistência entre os próprios titulares.

3.4 Definição dos parâmetros da análise e elaboração dos questionários

Após a apresentação da descrição do projeto, informação obtida na bibliografia consultada, procedeu-se à identificação dos fatores ambientais que poderiam ser afetados, positiva ou negativamente, com a implementação e operacionalização dos perímetros irrigados. A partir da seleção dos fatores biofísicos e agro-sócio-econômicos, bem como da delimitação da área de estudo, procedeu-se a discussão e confecção dos questionários específicos.

Previamente foram contatadas as cooperativas e sedes regionais do DNOCS nas áreas visitadas, de forma que os indicadores selecionados para avaliação de eficiência fossem obtidos a partir das críticas realizadas pelos atores sociais, aplicadas a 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 naturais/ área agricultável, trabalho (mão-de-obra), capital e tecnologia (tratores e tração animal).

Os temas abordados tiveram por objetivo buscar um maior número de elementos necessários para a elaboração dos questionários sob a ótica de uma pesquisa de seção transversal, representando, portanto, um retrato da situação atual nestas comunidades.

Algumas entrevistas livres foram realizadas como mais um subsídio para geração do roteiro a ser aplicado aos questionários. Diversos itens foram discutidos e selecionados conforme a aplicação, entre os Produtores Agrícolas, o Responsável pelo Reservatório e pelo Perímetro Irrigado. Depois, resumidos a itens comuns, prevendo a uniformização das informações entre os vários elementos envolvidos.

Os questionários são semi-estruturados e foram elaborados para este fim com base em um estudo qualitativo para avaliação de impacto ambiental. O questionário aplicado ao irrigante, que foi a base da pesquisa, possuía 50 questões subdivididas em tópicos. Seguem o padrão *cross-section*, com perguntas objetivas e fechadas obtendo respostas diretas, de forma a padronizar os dados. A fim de obter uma entrevista não tão formalizada, alguns aspectos qualitativos foram inseridos em perguntas abertas e mistas, conferindo também espaço para alguns comentários em quesitos assertivos. A relação de quesitos aplicados aos irrigantes pode ser vista no apêndice C.

Os tópicos de interesse para a pesquisa foram discriminados em:

- sócio-econômico, abordando o perfil da família envolvida com a atividade, problemas enfrentados com a comercialização da produção;
- rede de saúde e lazer; e
- agrônômicos, agregando fatores relacionados à utilização dos recursos naturais (uso e ocupação do solo, aplicação de técnicas de manejo e conservação, contaminação de recursos hídricos e lixo).

Outros tópicos foram inseridos abordando a visão do produtor sobre a sua propriedade, a agricultura familiar e sucessão da propriedade e a sua comunidade. Indicativos que evidenciam as necessidades e perspectivas da população local.

Outras interrogativas foram colocadas aos produtores de forma aberta, como: quais as vantagens e desvantagens que o produtor vê no perímetro irrigado, assuntos de interesse para cursos e palestras, e por fim, sugestões para melhoria dos sistemas administrativos, de infra-estrutura e sociais prevalentes no local. Perguntas que tiveram mais o objetivo de recolher sugestões úteis, para o caso de implantar possíveis medidas mitigadoras aos problemas, do que para fins estatísticos.

3.5 Análise de campo/ aplicação dos questionários

A análise de campo foi realizada no período de 19 a 23 de julho de 2004, com aplicação de modalidades de questionários aos Produtores Agrícolas, ao Responsável pelo Reservatório e ao Gerente do Perímetro Irrigado.

Durante a análise de campo foram observadas algumas situações de descaso na estrutura física do perímetro, aspectos prejudiciais como rotas de acesso/comercialização em condições impróprias de trafegar (Figura 9b), vazamentos nos canais de transposição (Figura 9a) entre outros aspectos danosos ao meio ambiente, como o acúmulo de lixo a céu aberto (Figura 9c e 9d).

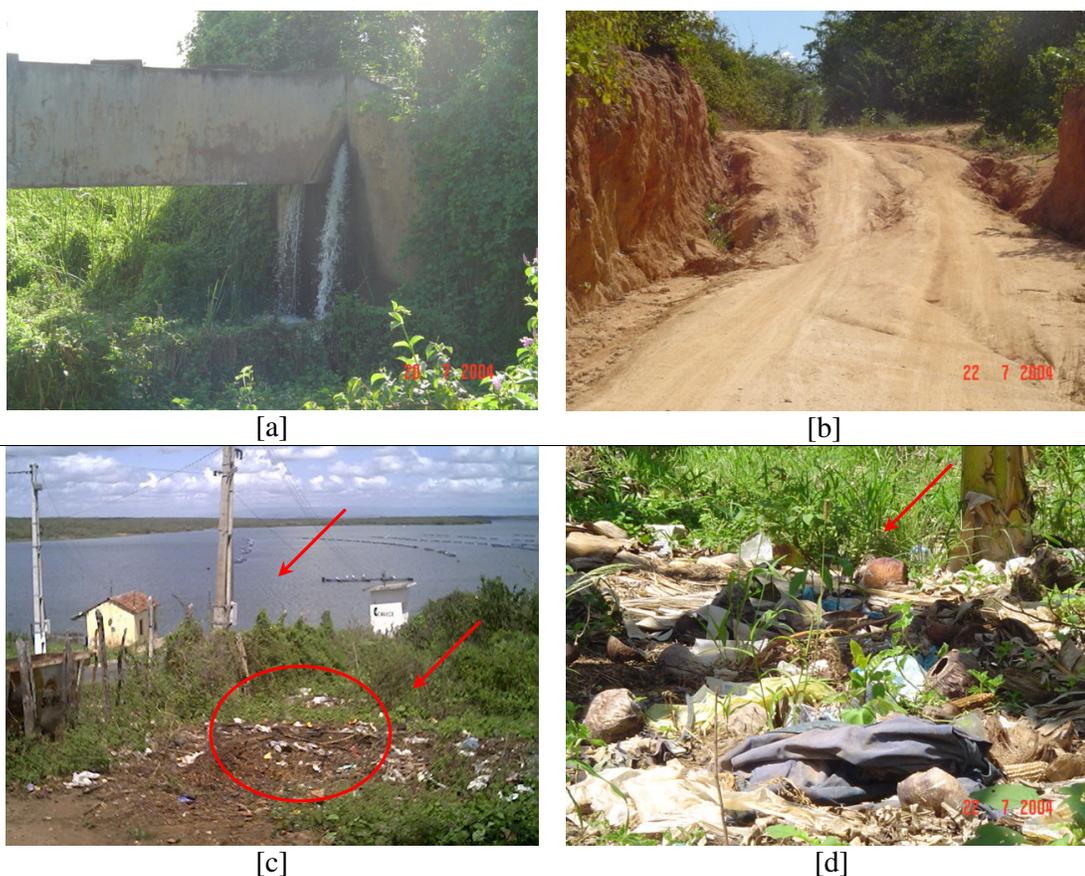


FIGURA 10 – [a] Vazamento no canal principal, observado da estrada de acesso ao Perímetro Irrigado Ayres Sousa; [b] Situação da estrada de acesso ao setor IV do Perímetro Irrigado Araras Norte; [c] Acúmulo de lixo próximo às margens do açude Ayres de Sousa; [d] Acúmulos de lixo encontrados em alguns locais dos perímetros irrigados.

Para a definição da quantidade de questionários aplicados aos Produtores Agrícolas, baseado nos dados obtidos com a sede regional do DNOCS optou-se inicialmente por um tamanho de amostra considerando uma confiança (z) de 95%, através da equação:

$$n_0 = \frac{z^2 \cdot \pi \cdot (1 - \pi)}{E_0^2} \quad n = \frac{N \cdot n_0}{N + n_0} \quad \text{(Equação 1)}$$

onde: E_0 (erro amostral tolerável): 5%

N (tamanho da população) - 45 (Perímetro Ayres de Sousa); e

103 (Perímetro Araras Norte)

π (proporção na amostra): 0,5

Obtendo uma população amostral de 30 questionários para o perímetro Ayres de Sousa e 48 questionários para o perímetro Araras Norte. Foi realizada uma amostragem exploratória, adotando um modelo de amostragem não probabilístico. Por isso, as inferências extraídas da amostra devem ser ressalvadas em função das limitações deste tipo de abordagem (VERGARA, 1998).

Devido às condições de campo e demais determinantes locais, como a distância entre as parcelas, as dificuldades de acessos e, principalmente, incógnita quanto ao real número de produtores, a alteração deste número tornou-se inevitável, passando a ser considerados apenas os fatores limitantes, sendo os principais o tempo e os recursos humanos disponíveis.

Mesmo com os desarranjos iniciais, a quantidade de amostras foi adequada ao limite proposto inicialmente. Não foi possível obter o número exato de propriedades em uso. O perímetro Ayres de Sousa sofreu várias invasões e diversas desistências, ainda não contabilizadas. O Perímetro Araras Norte, ainda não completamente operacional, possui em funcionamento os setores 2 e 4, destinados ao pequeno produtor, porém não está contabilizado o número de produtores.

A equipe participante aplicou um total de 80 questionários, sendo: 33 no perímetro Ayres de Sousa e 47 no perímetro Araras Norte. Além dos quesitos requeridos, também foram consideradas diversas observações da equipe no local.

3.6 Metodologia para concepção de um índice pelo emprego da análise fatorial/componente principal

3.6.1 Conformação dos dados iniciais

Os dados derivados dos questionários aplicados foram introduzidos em planilhas, construindo assim as matrizes de dados interdependentes, onde cada linha corresponde ao vetor de indicadores observados em cada uma das unidades produtivas analisadas. A matriz relativa ao perímetro Ayres de Sousa contém 33 linhas e 48 colunas e outra correspondente ao perímetro Araras Norte contém 47 linhas e 48 colunas. Através de análise descritiva padrão das respostas (colunas), obtiveram-se as frequências simples e os demais descritivos estatísticos por variável analisada.

Um exemplo dos tipos de perguntas abordadas: “Qual a sua opinião sobre a situação do perímetro?” com resposta BOA, REGULAR ou RUIM. Este questionamento vem seguido de: “Tem alguma coisa que possa ser feita para melhorar?” com resposta em aberto.

A tabulação desse exemplo foi realizada com a aplicação de escores, quando o irrigante considera como “BOA” a situação do perímetro leva a pontuação 0, REGULAR pontuação 0,5 e RUIM pontuação 1. Porém, podem ser acrescidos ou retirados alguns escores conforme a avaliação qualitativa do pesquisador em relação à resposta subjetiva do quesito subsequente. O indicador sofre grande inferência do pesquisador, pois os escores são atribuídos conforme o conceito pessoal sobre uma situação presente, mesmo em equipe o consenso comum será divergente.

As variáveis, ou perguntas relacionadas no apêndice A, receberam um valor de escore correspondente a situação individual de cada unidade, ou seja, uma nota dentro do intervalo [0 1] de forma a distinguir uma situação de outra. Por exemplo, qual o valor do escore atribuído a pergunta (variável) “Qual a sua opinião sobre a situação do perímetro?” para a unidade três do perímetro Ayres de Souza (linha três da tabela – X_{3j}) e terceira coluna (X_{i3}) da matriz é 0,33.

É importante observar que, nesta fase, as variáveis não sofreram normalização, são adimensionais e contidas no intervalo [0 1]. Para a sua grande maioria, a proximidade de 1 implica em níveis de insustentabilidade mais elevados e de zero em sustentabilidade. Contudo, em alguns casos a interpretação do indicador pode se dar também no sentido contrário. Esse fato se explica pela complexidade das questões de sustentabilidade, pois um

indicador pode ter um impacto negativo sob um aspecto e positivo sob outro (GALLOPÍN, 1997 citado por MELO, 1999).

3.6.2 Análise de consistência dos dados

A tipificação das propriedades rurais foi definida mediante a análise fatorial pelo método das componentes principais. Nesta análise, cada uma das n variáveis formam 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.

Para a análise dos dados foi utilizado o SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), por apresentar bastante versatilidade no manuseio das operações necessárias à obtenção de componentes principais, contando inclusive com o tratamento prévio de padronização e escalonamento dos dados.

A primeira análise realizada foi de interdependência entre as variáveis, para verificar a adequabilidade do conjunto de variáveis ao procedimento estatístico. Foi realizada observando-se o comportamento dos elementos da matriz de correlação ou de variâncias-covariâncias fora da diagonal principal. Caso esses elementos forem de reduzida amplitude, as variáveis são ditas não relacionadas e não é necessário proceder à análise do fator, conforme observaram Johnson & Wichern (1978). Numa situação intermediária, onde apenas algumas variáveis específicas se apresentam pouco relacionadas com as demais, devem ser eliminadas do vetor de dados, pois sendo pouco relacionadas com as demais variáveis, tenderão a apresentar baixa proporção da variância explicada pelos fatores (MONTEIRO; PINHEIRO, 2004).

Enquanto a matriz apresenta um elevado tamanho, tornando inviável a utilização desse método, a seleção das variáveis pode, opcionalmente, ser realizada utilizando-se a Medida de Adequação da Amostra (MAA), a qual é obtida da seguinte forma:

$$MAA_i = \sum r_{ij}^2 \div \left(\sum r_{ij}^2 + \sum a_{ij}^2 \right), \text{ com } i \neq j \quad (\text{Equação 2})$$

onde: r_{ij} : coeficiente de correlação simples; e

a_{ij} : coeficiente parcial de correlação entre as variáveis i e j .

A consistência geral dos dados pode ser aferida pelo método Kayser Mayer Olkim (KMO). Por esse método compara-se a magnitude dos coeficientes de correlação observados

com os coeficientes de correlação parcial, produzindo um índice KMO (MONTEIRO; PINHEIRO, 2004), obtido pela seguinte equação:

$$KMO = \frac{\sum_{i \neq j} \sum r_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} \sum r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} \sum a_{ij}^2} \quad (\text{Equação 3})$$

onde: r_{ij} : coeficiente de correlação simples entre a variável i e j ;

a_{ij} : coeficiente de correlação parcial entre a variável i e j .

Meyer e Braga (1999) propuseram o seguinte critério de avaliação: o KMO é considerado ótimo quanto maior ou igual a 0,90 e inaceitável quando inferior a 0,50. Em caso do índice não ser satisfatório, deve-se identificar a variável ou variáveis que não se apresenta(m) ajustada(s) ao grupo e eliminá-la(s), repetindo esse processo até obter um índice KMO considerado satisfatório.

Silveira e Andrade (2002) propuseram intervalos como critério de qualificação para o resultado do KMO (Tabela 3).

TABELA 3 – Intervalo de validade do teste KMO, para aplicação no modelo de análise fatorial.

Intervalo	Qualificação
KMO < 0,50	Inaceitável
0,50 < KMO < 0,70	Admissível
0,70 < KMO < 0,90	Adequado
KMO > 0,90	Excelente

Fonte: adaptado de Silveira e Andrade (2002).

É importante, no caso de se fazer a análise a partir da matriz de correlação e devido a disparidades de unidades de medidas das variáveis, proceder à normalização dessas variáveis. Isto é, as variáveis deverão ser centradas em torno da média aritmética e medidas em unidades de desvio padrão. Dessa forma a participação de uma variável na determinação dos componentes principais dependerá apenas de suas correlações com as demais. Este procedimento evitará problemas quando da análise dos componentes, que são combinações lineares das unidades de medidas de cada variável observada.

3.6.3 Elaboração da matriz de cargas fatoriais

A extração dos fatores é obtida de acordo com a amplitude da variância da combinação linear das variáveis observadas. O primeiro fator extraído foi a combinação linear com variância máxima existente na amostra; o segundo, a combinação linear com a máxima variância remanescente; e assim sucessivamente.

Ainda nesta etapa foram definidas as cargas fatoriais e as comunalidades; sendo que a correlação de cada variável com os fatores foi expressa, em termos algébricos, por:

$$X_i = A_{i1}f_1 + A_{i2}f_2 \dots + A_{il}f_l + \xi \quad (\text{Equação 4})$$

onde: $X_1, X_2 \dots X_n$: são expressos como a combinação linear dos fatores (f);

A : é expresso por meio das cargas fatoriais

ξ : termo residual, representa a parte não explicada pelos fatores.

O modelo assume que os erros experimentais não têm correlação com os fatores comuns (PALÁCIO, 2004). Os fatores são deduzidos das variáveis observadas, no entanto, espera-se que um único subconjunto de variáveis caracterize o índice de sustentabilidade, possivelmente os de maiores coeficientes. Os fatores são obtidos através da combinação linear das variáveis normalizadas observadas como:

$$F_l = \sum_{i=1}^m W_{li} X_i = W_{l1} X_1 + W_{lm} X_m \quad (\text{Equação 5})$$

onde: W : coeficiente de contagem de cada fator;

X_i : escore atribuído a cada variável,

m : número de variáveis

O número de fatores extraídos foi definido pelo critério das raízes características (*eigenvalues*), onde se consideram somente componentes com autovalor superior a um, ou seja, que o fator deve explicar uma variância superior àquela apresentada por uma simples variável.

3.6.4 Comunalidades

A comunalidade expressa a variância contida em cada variável, sendo explicada pelos fatores que compõem esta variável. A comunalidade de cada variável foi estimada pela seguinte equação:

$$C_{ii} = \sum_{l=1}^n A_{il}^2 \quad (\text{Equação 6})$$

onde: A_i : variância referente à variável X_{ij} ;

C_{ii} : representa o da comunalidade de cada variável.

3.6.5 Transformação ortogonal da matriz de cargas fatoriais

Normalmente, a matriz de cargas fatoriais obtida com extração dos fatores é de difícil interpretação dos fatores significantes. Para suplantar a limitação utilizou-se o procedimento de transformação ortogonal, ou simplesmente rotação da matriz das cargas fatoriais, gerando uma nova matriz de cargas fatoriais que apresenta um melhor significado interpretativo aos fatores. O processo maximiza a variância entre os fatores, alterando a raiz característica sem afetar a proporção da variância total explicada pelo conjunto (MONTEIRO; PINHEIRO, 2004).

O método *Varimax* tem por finalidade minimizar a contribuição das variáveis com menor significância no fator (WUNDERLIN et al., 2001 apud PALÁCIO, 2004). Com o método, as variáveis passam a apresentar pesos próximos a um ou zero, eliminando os valores intermediários, que dificultam a interpretação dos fatores.

3.6.6 Elaboração do índice de sustentabilidade por unidade produtiva

Os indicadores de sustentabilidade foram obtidos da diferença dos pesos (p_i) atribuídos a cada variável, com base nos fatores extraídos na análise das componentes principais. O valor do peso (p_i) de cada variável foi ponderado em função da raiz característica de cada componente (eigenvalue) associado à explicabilidade de cada variável, em relação às componentes principais extraídas. A raiz característica é utilizada como termo de ponderação por expressar a capacidade dos fatores em captar em níveis diferentes as

variâncias das variáveis. O índice de sustentabilidade de cada variável foi estimado pela seguinte equação:

$$p_i = \frac{(F_1 \cdot P_i) + (F_2 \cdot P_i)}{\left(F_1 \cdot \sum_1^n P_i \right) + \left(F_2 \cdot \sum_1^n P_i \right)} \quad (\text{Equação 7})$$

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.

Palácio (2004) utilizou a mesma equação (7) na confecção dos pesos das variáveis componentes de um índice de qualidade de água na parte baixa da bacia hidrográfica do rio Trussu, Ceará.

O índice proposto retrata não só as condições de sustentabilidade local, mas também as atividades humanas que têm impactos sobre esta sustentabilidade e as medidas mitigadoras adotadas para correção de “situações de insustentabilidade”.

Algebricamente, a construção do índice de sustentabilidade (IS) é a combinação, digamos linear, dos indicadores:

$$IS = p_1 I_1 + p_2 I_2 \dots + p_i I_i \quad (\text{Equação 8})$$

onde: I são os indicadores de sustentabilidade; e

p os termos de ponderação dos indicadores no índice.

Sendo a principal fonte de dados, a unidade produtiva, cada um dos indicadores propostos leva em consideração a melhor performance observada entre os irrigantes de forma geral. A idéia com este tipo de indicador é a de que cada produtor seja avaliado a partir de parâmetros reais.

Indicadores desta natureza captam de forma implícita as limitações impostas pelo ambiente e pela estrutura institucional da região de estudo. É que ao se considerar o ótimo realizável como um ponto já observado na prática, considera-se também que o ótimo objetivado está dentro dos limites impostos pelas condições sugeridas (MELO, 1999).

Vasconcelos e Torres Filho (1994) sugerem uma classificação em cinco níveis: Sustentável, Sustentabilidade Ameaçada, Sustentabilidade Comprometida, Insustentável e Seriadamente Insustentável, os quais serão agora utilizados.

Como o índice pode potencialmente variar entre 0 e 1, esse intervalo foi dividido

em cinco intervalos menores e iguais, de forma que pudessem conter todas as cinco categorias sugeridas por Melo (1999). Como consequência, as unidades produtivas foram classificadas da seguinte forma:

- Sustentável: $ISP < 0,20$.
- Sustentabilidade Ameaçada: $0,20 \leq ISP < 0,40$.
- Sustentabilidade Comprometida: $0,40 \leq ISP < 0,60$.
- Insustentável: $0,60 \leq ISP < 0,80$.
- Seriamente Insustentável: $ISP \geq 0,80$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O índice de sustentabilidade foi obtido pela média aritmética da soma dos indicadores ambientais envolvidos, agregados a um fator de peso, por unidade produtiva, ou seja, o índice geral que retrata a situação do perímetro ou da bacia será a média das situações encontradas nas unidades produtivas. A abordagem foi efetuada separadamente para os dois perímetros estudados, depois em conjunto, confrontando os resultados para obter uma média geral, ou um índice da bacia. Inicialmente, procedeu-se à uma análise descritiva dos dados relacionados à estrutura atual dos perímetros. Através do procedimento de análise fatorial/método das componentes principais foram estimadas a relação entre os fatores, características ambientais e a nota geral (avaliação geral ou satisfação) atribuída a cada perímetro e ao conjunto.

4.1 Perímetro Irrigado Ayres de Sousa

Os produtores estabelecidos no perímetro irrigado são, em sua maioria, residentes com mais de 10 anos (82%); uma parcela razoável das famílias de irrigantes participa desde a colonização do perímetro (42%), apontando a existência de uma sólida agricultura familiar. Esta estrutura de agricultura familiar também foi observada por Luiz e Silveira (2000) em estudos desenvolvidos na microbacia do Taquara Branca/ SP. A agricultura familiar foi o grupo de maior frequência da área estudada.

A população de irrigantes tem, normalmente, como única atividade a agricultura (88%). O perfil familiar apresentou um número de filhos superior a dois (55%) e um abaixo grau de alfabetização entre os colonos chefes de família (apenas 18% com o ensino fundamental e 38% sem nenhum grau de instrução). Os filhos não possuem outras atividades externas (61%), auxiliam na manutenção da propriedade (61%) e afirmam querer continuar o negócio da família (67%).

Para o Brasil como um todo, a pluriatividade afeta 37% dos domicílios agrícolas e 43% das pessoas que neles residem; no Nordeste, o mínimo ocorre em Alagoas (22% dos domicílios) e o máximo no Rio Grande do Norte (53%). O Ceará encontra-se afetado com 38,7% dos domicílios agrícolas e 44,4% das pessoas que neles residem (KAGEYAMA,1999).

Em 55%, a motivação para ingresso no perímetro foi a experiência adquirida como irrigante, senão com agricultura de sequeiro e pecuária. As unidades avaliadas possuem

em média mais de 50% de área cultivada e requerem contratação de trabalhos temporários (73%), que normalmente ocorre no segundo semestre (48%) devido ao ciclo das culturas, principalmente a pimenta. A vila de irrigantes, parte construída em conformidade com o projeto, possui água encanada e fossa séptica (85%). Outra parte, proveniente de invasão, não dispõe de uma estrutura mínima de saneamento básico (15%). Outro aspecto rústico e comum é o recolhimento de madeira para cozinhar (75%).

Não é comum o uso de práticas conservacionistas como: consórcios (18%), cobertura morta (27%) ou rotatividade de cultura (24%). Além do não uso do calendário de irrigação, 73% não utilizam qualquer método de medida para a determinação da quantidade de água aplicada. Outro fato colaborador é a inexistência de um limite, ou cota, para o uso da água.

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. Devido à exigência do pagamento das tarifas, antes do fornecimento de água aos produtores, o distrito tem alcançado níveis de performance de pagamento ao redor de 100%. O autor salienta que a performance de pagamento não reflete apenas o desempenho financeiro mas, também, e em parte, o nível de satisfação do usuário com respeito à atuação do Distrito de Irrigação.

Neste estudo, também, observou-se uma preferência quanto à aplicação de adubos orgânicos, principalmente de origem animal (55%). A utilização de agroquímicos representou 30% da adubação e aplicação 100% de defensivos para controle de pragas e doenças. O armazenamento dos agroquímicos é feito normalmente em local reservado (88%), fora do alcance de crianças e animais (70%), porém é comum o produtor construir um cômodo no quintal da residência para o armazenamento dos químicos (Figura 11b). Lima et al.(2001b) constatou, entre os produtores de hortaliças, no município de Piracicaba - SP, que no processo de armazenamento de produtos fitossanitários, 65% armazenam os defensivos junto aos equipamentos de aplicação, 23% em local específico e 12% dentro da residência.

Conforme Gasparin (2005), o armazenamento provisório de defensivos na propriedade deverá ser em local apropriado, as embalagens vazias, após a tríplice lavagem, podem ser armazenadas temporariamente na propriedade rural com suas respectivas tampas e rótulos nas caixas de papelão original, no mesmo local destinado ao armazenamento dos produtos cheios ou em local coberto, ventilado e ao abrigo de chuva. Sempre guardar as embalagens longe de residências, alojamentos e nunca em conjunto com alimentos ou rações.

A aplicação de defensivos é feita sempre com o uso do aplicador costal (100%), normalmente pela manhã. 52% dos aplicadores não respeitam as normas mínimas de segurança quanto ao uso de Equipamento de Proteção Individual – EPI (Figura 11a), porém têm o cuidado de tomar banho (94%) e lavar as roupas após cada aplicação (76%). Foram constatados nos centros de saúde alguns casos de envenenamento por agrotóxicos, caracterizados como alergias de pele com machas e problemas respiratórios.

O problema da falta de uso de EPI não é atual, nem tampouco restrito ao local. Na década de 80, foi observado no Paraná que 91% dos aplicadores não utilizavam os equipamentos; em Nova Friburgo (RJ) este número era de 98% (BULL; HATHAWAY, 1986 apud BRANCO, 2003). Em 1998, na região de Pelotas (RS), 27% dos agricultores não usavam EPI (AGGOSTINETTO et al., 1998 apud BRANCO, 2003); em 2001, em São Luís esse número era de 65% dos trabalhadores (ARAÚJO et al., 2001 apud BRANCO, 2003).



FIGURA 11 – [a] Manejo de defensivos sem o uso de EPI; [b] Vista interna de um depósito de produtos químicos com *layout* comum a região – Perímetro Irrigado Ayres de Sousa, Ceará, 2004.

Outros fatores de conservação ambiental como prática de queimadas (58%) e acompanhamento dos serviços como medida de controle para evitar o alastramento do fogo (24%), coleta do lixo domiciliar (85% queimado e 15% jogado a céu aberto) e área de conservação (85% desconhecem ou não deram importância) são considerados inexistentes ou de baixa eficiência.

Conforme Darolt (2002), a coleta de lixo na área rural ainda é insuficiente, atingindo apenas 13,3% dos domicílios brasileiros. Em 1991, do total de lixo produzido na zona rural, 31,6% eram enterrados ou queimados. Esse percentual subiu para 52,5%, em 2000. Já o lixo jogado em terrenos baldios caiu de 62,9% para 32,2%. A realidade mostra que o lixo rural tem coleta cara e difícil o que leva os agricultores a optarem por enterrá-lo ou queimá-lo.

O perímetro apresenta atualmente sérios problemas administrativos e de infraestrutura. Os irrigantes apontam como principais problemas: a falta de investimentos, a falta de uma administração pró-ativa, falta de assistência técnica e médica, baixa manutenção da infra-estrutura (canal, acessos e drenagem) e necessidade de implantação de um sistema de irrigação moderno. Além de constatarem locais de alagamento (Figura 12b). O mau condicionamento do dreno principal, alguns locais estão apresentando perda de produção (82%) ou onde não conseguem produzir (61%). Devido a precária manutenção das estruturas físicas do perímetro (Figuras 12a, 12b, 12c e 12d), foram encontrados em toda sua extensão rompimentos na estrutura dos canais, estradas de difícil acesso e drenagem deficiente etc.

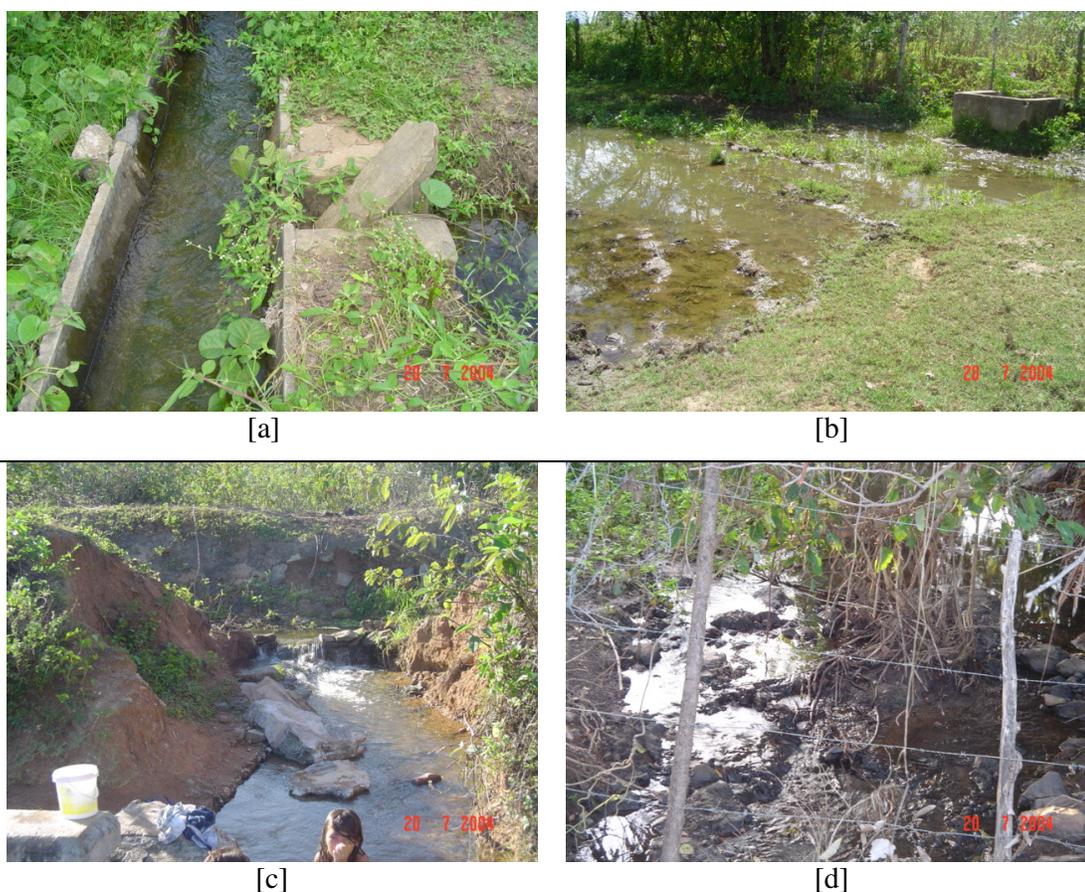


FIGURA 12 – [a] Situação do canal secundário, com observação na situação da comporta de entrada para o lote; [b] Rompimento no canal secundário com desperdício de água por falta de manutenção; [c] Rompimento do canal principal causado pela erosão hídrica; [d] Situação do dreno principal no setor III – Perímetro Irrigado Ayres de Sousa, Ceará, 2004.

4.1.1 Análise de componentes principais

Conforme a metodologia aplicada por Mangabeira et al. (2002), foram descartadas as variáveis originais com frequência de resposta positiva maior que 90%, por representarem pouco ou nenhuma diferença em termos estatísticos. Os procedimentos preliminares de adequação do conjunto de variáveis à análise fatorial resultaram na eliminação de mais algumas variáveis, permanecendo dezesseis. Com a aplicação do método proposto obtiveram-se seis componentes principais com raízes características superiores à unidade (eigenvalues over), com a variância cumulativa explicando 70,64% da variância total das variáveis selecionadas e KMO de 0,563 considerado aceitável pesquisadores como Meyer e Braga (1999), Silveira e Andrade (2002).

Processou-se a rotação ortogonal pelo critério varimax (Tabela 4), que definiu melhor a correlação entre os fatores e as variáveis. A rotação varimax foi escolhida com o interesse de obter fatores com a maior ortogonalidade possível, uma vez que o objetivo principal foi medir as componentes que apresentam maior influência no sistema (HAWKINS, 1974). Procedimento semelhante foi empregado por Monteiro e Pinheiro (2004) na determinação de critério para implantação de tecnologias de suprimentos de água potável em municípios cearenses afetados pelo alto teor de sal.

TABELA 4 – Matriz de cargas fatoriais – Perímetro Ayres de Souza, Ceará, 2004.

Nº	Variáveis	Componentes ou fatores						C*
		1	2	3	4	5	6	
1	Percentual da área de Plantio?	-0,775	-0,121	0,087	0,312	-0,280	-0,123	0,814
2	Gostaria de receber treinamento ?	0,743	0,161	0,315	0,163	-0,078	-0,090	0,717
3	Os filhos realizam trabalhos fora da propriedade?	0,670	-0,429	-0,272	0,094	0,084	0,025	0,723
4	Nota que o solo está ficando fraco?	0,578	-0,088	-0,195	-0,330	-0,219	-0,277	0,792
5	Os filhos são envolvidos com o trabalho atual?	-0,034	0,858	-0,241	-0,149	-0,161	0,076	0,848
6	Querem continuar o negócio da família?	0,175	0,618	0,256	-0,238	-0,298	-0,415	0,796
7	Como armazena agroquímicos?	0,153	-0,512	0,384	-0,379	-0,333	0,325	0,793
8	Nota o endurecimento do solo?	-0,101	0,041	-0,765	-0,367	0,098	-0,225	0,792
9	Ocorre falta de água?	-0,138	-0,072	0,749	-0,091	0,209	-0,059	0,641
10	Costuma recolher madeira?	-0,110	-0,177	0,005	0,801	0,021	-0,200	0,725
11	Faz consórcio?	-0,050	-0,127	0,045	0,577	-0,132	0,408	0,538
12	Realiza trabalhos temporários fora da propriedade?	0,069	0,363	0,249	0,494	0,288	0,111	0,537
13	Quando adquiriu a propriedade?	0,201	-0,144	-0,073	-0,023	0,846	-0,061	0,786
14	Preparo do solo?	-0,175	-0,065	0,417	0,055	0,683	-0,007	0,679
15	Técnicas de conservação do solo.	-0,199	-0,262	-0,026	-0,146	0,135	0,742	0,699
16	Possui veículo próprio?	0,098	0,170	0,116	0,096	-0,162	0,715	0,599
ΣP		1,106	0,215	1,051	0,870	0,702	0,946	
Raiz característica (<i>Eigenvalues</i>)		2,160	1,921	1,893	1,860	1,746	1,723	
Variância (%)		13,499	12,005	11,830	11,628	10,913	10,766	
Variância cumulativa (%)		13,499	25,504	37,334	48,961	59,874	70,640	

*C: Comunalidade - quando superior a 0,5 significa que o fator correspondente reproduz mais da metade da variância da variável correspondente.

Na Tabela 4 estão destacadas as variáveis que apresentam maior correlação com os fatores, definindo a partir disso um conceito para esse fator, ou seja, que aspecto o fator melhor traduz.

4.1.2 Descrição dos componentes e das variáveis representativas.

Na Tabela 5 estão os resultados da análise fatorial efetuada para esse grupo de variáveis, destacando as que melhor caracterizaram os fatores extraídos.

TABELA 5 – Denominação do fator associado às variáveis explicadas – Perímetro Ayres de Sousa, Ceará, 2004.

Ordem das componentes	Denominação do fator	Variáveis ou aspectos
1	Nível da atividade agrícola praticada	Percentual da área de Plantio? Gostaria de receber treinamento ? Os filhos realizam trabalhos fora da propriedade? Nota que o solo está ficando fraco?
2	Agricultura familiar	Os filhos são envolvidos com o trabalho atual? Querem continuar o negócio da família? Como armazena agroquímicos?
3	Condições atuais do sistema água-solo e infra-estrutura	Nota o endurecimento do solo? Ocorre falta de água?
4	Fontes alternativas de renda	Costuma recolher madeira? Faz consórcio? Realiza trabalhos temporários fora da propriedade:
5	Experiência em tratos culturais	Quando adquiriu a propriedade? Preparo do solo?
6	Condições financeiras e aplicação de técnicas de conservação	Técnicas de conservação do solo. Possui veículo próprio?

Esta pesquisa mostrou que o perímetro irrigado Ayres de Sousa apresentou entre suas principais deficiências os aspectos relacionados aos fatores discriminados na Tabela 5. Dentro de um enfoque agroecológico, delimitar os objetivos foi o primeiro passo para se conhecer quais e quantos recursos (ecológicos, técnicos, mercadológicos e humanos) serão necessários (ALTIERI, 2002).

Entre os passos preliminares, enfocando, sobretudo aspectos de natureza técnica e socioeconômica, está a determinação do percentual de área de plantio, o qual apresentou maior carga fatorial em relação ao Fator 1 - Nível da Atividade Agrícola Praticada (Tabela 5), ou seja, o aspecto mostrou um grande descaso quanto ao uso da propriedade. Dentre os aspectos relevantes relacionados direta ou indiretamente a este item, cita-se: adaptação das espécies vegetais ao local de cultivo; comercialização da produção; extensão da área de plantio; disponibilidade e especialização da mão-de-obra; sistema de irrigação disponível; aspecto cultural da região (vocação da região para determinadas culturas e mercado regional).

Dentre os aspectos relevantes ao Fator 2 - Agricultura Familiar (Tabela 5) foi observado um baixo envolvimento dos filhos na atividade, causado normalmente pela forte influência da atividade industrial no município de Sobral/CE. Dentre os aspectos relacionados direta ou indiretamente a este item, cita-se: a não sucessão da propriedade, ocasionando o esquecimento de boas práticas de cultivo e promovendo igualmente o incremento de inova es com novas técnicas de manejo sem o conhecimento adquirido com anos de prática

e vivência diária; o aspecto cultural, apreensivo, muito influente nas populações mais idosas, inibe ou dificulta, normalmente, o aperfeiçoamento através de cursos e treinamentos (BRANCO, 2003).

Os Fatores 4 e 6 (Tabela 5) estão intimamente relacionados a aquisição de bens provenientes da mão de obra agrícola, no caso, associados às condições de bem estar social da família, como ter um veículo próprio (para o caso com preferência aos automóveis de carroceria, permitindo uma maior liberdade do produtor quanto ao escoamento de sua produção) ou mesmo recolher madeira para cozinhar ou vender a terceiros. Indiretamente, como termo de satisfação e experiência adquirida associa-se o tempo de atividade exercido pela pessoa na propriedade (Fator 5 – Experiência em Tratos Culturais). Porém, foram verificadas elevadas cargas fatoriais expressas por ambos os fatores, comprometendo seriamente as condições de bem-estar financeiro e social das famílias.

Um aspecto preocupante, relacionado ao Fator 4 - Fontes Alternativas de Renda (Tabela 5), foi a realização de trabalhos fora da propriedade tanto pelos irrigantes como por seus filhos, pois mostra uma realidade financeira desassociada da atividade agrícola. Entretanto, constatou-se *in-loco* a existência de sistemas de cooperativas onde o irrigante, na impossibilidade de pagar por uma mão de obra externa, trabalha em conjunto com outros irrigantes no cultivo de suas propriedades, ou seja, em ajuda mútua conseguem cultivar todos os lotes.

Podem ser consideradas medidas de cuidados pessoais o uso de equipamentos de proteção individual e adequada conservação de agroquímicos (principalmente defensivos agrícolas), porém esta variável apresentou forte impacto no Fator 2 (Agricultura Familiar), sendo considerada como forma de repúdio a atividade. Os trabalhadores rurais estão expostos a riscos muito diversificados, sobretudo a exposição direta a agrotóxicos, sujeitos a graves problemas de saúde (AUGUSTO, 1997).

Em relação ao meio ambiente, deve-se realizar o manejo adequado das terras agrárias (Fator 5 – Experiência em Tratos culturais) através de técnicas de preparo e conservação, evitando, desta forma, o desgaste dos nutrientes e o endurecimento do solo. Este fator apresentou uma menor carga fatorial associada a baixa disponibilidade de maquinário para o preparo mecânico do solo, minimizando a sua compactação (MELO, 1999) e ao pequeno percentual de área de plantio (Fator 1).

Visto a posição do agricultor em produzir, é necessário avaliar os recursos disponibilizados pelo perímetro irrigado, como a infraestrutura, por exemplo, estradas de acesso e canais de distribuição. Esse item foi associado ao Fator 3 - Condições Atuais do

Sistema Água-Solo e Infra-estrutura (Tabela 5), que é intimamente relacionado à disponibilidade de água, principal elemento de uso na agricultura irrigada.

4.1.3 Determinação dos pesos associados aos indicadores de sustentabilidade.

O objetivo desta seção foi classificar dentro do grupo de indicadores em análise qual o melhor ou melhores, tendo em conta os critérios de avaliação previamente definidos. Para tal, cada um dos indicadores foi avaliado segundo cada um dos critérios. Em seguida, calculou-se a pontuação final de cada indicador segundo esta análise multicritério. Uma análise da sensibilidade dos resultados obtidos ao peso dos critérios foi realizada em paralelo variando uma ou outra variável, de forma a reconhecer empiricamente o melhor resultado (MEYER; BRAGA, 1999)

Como efeito de demonstração, calculou-se o peso para a variável “Percentual da área de Plantio?” com base nos valores da Tabela 04 de Cargas Fatoriais e na Equação 7.

$$P_{\text{Percentualdeáreadeplntio}} = \frac{(F_1 \cdot P_{\text{Percentualdeáreadeplntio}_1}) + (F_2 \cdot P_{\text{Percentualdeáreadeplntio}_2}) \cdots + (F_n \cdot P_{\text{Percentualdeáreadeplntio}_n})}{\left(F_1 \cdot \sum_1^n P_i\right) + \left(F_2 \cdot \sum_1^n P_i\right) \cdots + \left(F_n \cdot \sum_1^n P_i\right)}$$

$$P_{\text{Percentualdeáreadeplntio}} = \frac{(2,160 \cdot (-0,775)) + (1,921 \cdot (-0,121)) + (1,893 \cdot (0,087)) + (1,860 \cdot (0,312)) + (1,746 \cdot (-0,280)) + (1,723 \cdot (-0,123))}{(2,160 \cdot 1,106) + (1,921 \cdot 0,215) + (1,893 \cdot 1,051) + (1,860 \cdot 0,870) + (1,746 \cdot 0,702) + (1,723 \cdot 0,946)}$$

$$P_{\text{Percentualdeáreadeplntio}} = -0,20$$

A Tabela 6 apresenta os pesos (p_i) das variáveis classificados por ordem de grandeza.

TABELA 6 - Pesos (p_i) a serem associados aos indicadores de sustentabilidade - Perímetro Ayres de Sousa, Ceará, 2004.

Variáveis	Pesos
Realiza trabalhos temporários fora da propriedade?	0,316
Gostaria de receber treinamento ?	0,272
Possui veículo próprio?	0,204
Preparo do solo?	0,170
Quando adquiriu a propriedade?	0,146
Faz consórcio?	0,138
Ocorre falta de água?	0,116
Os filhos são envolvidos com o trabalho atual?	0,075
Costuma recolher madeira?	0,066
Os filhos realizam trabalhos fora da propriedade?	0,051
Querem continuar o negócio da família?	0,040
Técnicas de conservação do solo.	0,028
Como armazena agroquímicos?	-0,071
Nota que o solo está ficando fraco?	-0,082
Percentual da área de Plantio?	-0,201
Nota o endurecimento do solo?	-0,268
TOTAL	1,000

Os maiores coeficientes do índice de sustentabilidade estão associados às variáveis “Realiza trabalhos temporários fora da propriedade?” e “Gostaria de receber treinamento?”, o que indica a agricultura como única ocupação laboral; Na análise descritiva dos dados iniciais, 88% não realizam outra atividade com dedicação exclusiva a propriedade, porém foi observada certa acomodação da população quanto a implantação de novas tecnologias, confirmando o aspecto cultural, apreensivo, que dificulta o aperfeiçoamento através de cursos e treinamentos (BRANCO, 2003).

A equação obtida para gerar os indicadores de sustentabilidade:

$$I_{AS} = I_{AS1} \cdot 0,316 + I_{AS2} \cdot 0,272 + \dots + I_{ASn} \cdot n \quad (\text{Equação 9})$$

onde: I_{ASn} : são os escores atribuídos aos indicadores de sustentabilidade para cada unidade produtiva do perímetro Ayres de Sousa (apresentados na forma de frequência absoluta no apêndice A) ; e

n : os pesos atribuídos aos indicadores de sustentabilidade.

Podemos utilizar, por exemplo, os valores atribuídos para as variáveis da primeira unidade produtiva do PIAS, retirados diretamente da matriz inicial de dados:

Variáveis	Escores I _{AS1}
Realiza trabalhos temporários fora da propriedade?	0,85
Gostaria de receber treinamento ?	0,75
Possui veículo próprio?	1
Preparo do solo?	0,45
Quando adquiriu a propriedade?	1
Faz consórcio?	0
Ocorre falta de água?	0
Os filhos são envolvidos com o trabalho atual?	1
Costuma recolher madeira?	0,25
Os filhos realizam trabalhos fora da propriedade?	0
Querem continuar o negócio da família?	0
Técnicas de conservação do solo.	1
Como armazena agroquímicos?	0,45
Nota que o solo está ficando fraco?	0
Percentual da área de Plantio?	0,66
Nota o endurecimento do solo?	1

A hierarquização das unidades produtoras foi feita a partir de índices absolutos. A Tabela 7 apresenta os índices de sustentabilidade padronizados (IS) e a classificação de cada unidade produtiva no *ranking* do universo estudado.

Os índices de sustentabilidade obtidos variaram no intervalo de 1,063 a -0,005. Os menores valores significam níveis de maior sustentabilidade, enquanto os valores mais elevados significam níveis de maior insustentabilidade. Os índices em que os valores ultrapassaram os extremos [0 1] foram transformados na extremidade mais imediata para que a classificação dos indicadores pudesse continuar a ser utilizada (MELO, 1999).

TABELA 7 – Índices de sustentabilidade padronizados por unidade produtiva e ranking entre as 33 unidades produtivas - Perímetro Ayres de Sousa, Ceará, 2004.

Unidade Produtiva	IS*	Rank	Unidade Produtiva	IS*	Rank
6	0,000	1	1	0,586	18
17	0,0145	2	31	0,620	19
26	0,053	3	21	0,621	20
22	0,201	4	25	0,632	21
3	0,203	5	10	0,653	22
29	0,265	6	2	0,686	23
24	0,300	7	13	0,704	24
16	0,325	8	30	0,727	25
27	0,402	9	9	0,734	26
32	0,430	10	7	0,824	27
12	0,441	11	8	0,862	28
20	0,444	12	11	0,910	29
28	0,450	13	15	0,931	30
19	0,459	14	23	0,953	31
4	0,500	15	14	0,996	32
5	0,523	16	18	1,000	33
33	0,540	17			
			Média	0,553	
			Desvio Padrão	0,280	

A média global de sustentabilidade entre os produtores se situa em torno de 0,55 - representando um resultado mais para insustentável do que para sustentável. Para que se pudessem tecer maiores considerações a esse respeito, no entanto, seria necessário que algumas medidas de padronização para classificação dos resultados obtidos fossem tomadas. Estas medidas devem girar em torno de limites estabelecidos, classificando os índices considerados em mais ou menos sustentáveis, como propõe Melo (1999) na estimação de um índice de agricultura sustentável: o caso da agricultura irrigada do vale do submédio São Francisco.

Na Tabela 8 tem-se os resultados da agregação dos índices estimados conforme modelo descrito no item 3.7.5.

TABELA 8 – Classificação das unidades produtivas com relação à sustentabilidade do Perímetro Irrigado Ayres de Sousa, Ceará, 2004.

Classificação	Número de Produtores	Proporção (%)	Proporção Acumulada
Sustentável	3	9,1	9,1
Sustentabilidade Ameaçada	5	15,2	24,3
Sustentabilidade Comprometida	10	30,3	54,6
Insustentável	8	24,2	78,8
Seramente Insustentável	7	21,2	100,0
TOTAL	33	100,0	-

A partir da classificação adotada, percebe-se que apenas 9,1% das unidades produtivas estudadas encontram-se numa situação de sustentabilidade relativamente tranqüila,

ou equilibrada. Um percentual pouco maior dos produtores (15,2%) ainda são considerados sustentáveis, mas têm nesta condição uma ameaça, que pode advir de qualquer um dos fatores contabilizados no índice. Porém, 30,3% dos colonos pesquisados registraram uma sustentabilidade que já se apresenta de alguma forma comprometida e os demais 45,4% estão em condições de insustentabilidade.

Uma informação importante a ser adicionada é o fato de 78% dos entrevistados considerarem a situação atual do perímetro entre boa e regular, o que mostra certa acomodação da população com o estado censurável em que se encontra o perímetro.

4.2 Perímetro Irrigado Araras Norte

Os produtores estabelecidos no perímetro irrigado são, em sua maioria, residentes com mais de cinco anos (89%), e uma parcela razoável das famílias de irrigantes participaram desde o início do projeto (81%). A população de irrigantes tem, normalmente, como única atividade a agricultura (70%). O perfil familiar apresentou um número de filhos igual ou inferior a dois (54%) e um razoável grau de alfabetização entre os colonos (33% com o ensino fundamental ou superior e apenas 23% sem nenhum grau de instrução). Os filhos não possuem outras atividades externas (77%), auxiliam na manutenção da propriedade (40%) e afirmam querer continuar o negócio da família (55%).

Veiga (1996 apud FOSSATI; FREITAS, 2003) descreve o perfil da agricultura familiar da seguinte forma:

“agricultor familiar é todo aquele(a) agricultor(a) que tem na agricultura sua principal fonte de renda (+ 80%) e que a base da força de trabalho utilizada no estabelecimento seja desenvolvida por membros da família. É permitido o emprego de terceiros temporariamente, quando a atividade agrícola assim necessitar. Em caso de contratação de força de trabalho permanente externo a família, a mão-de-obra familiar deve ser igual ou superior a 75% do total utilizado no estabelecimento.”

Luiz e Silveira (2000) observaram que na microbacia de Taquara Branca/ SP, a maioria das áreas tem apenas uma atividade agrícola, quase a totalidade delas não cria nenhuma espécie de animal, todos utilizam mais de 70% de trabalho contratado, 67% afirmam que não terão um sucessor na família e que obtêm mais da metade da renda da atividade agrícola. Mesmo com forte caracterização da agricultura não familiar, os autores obtiveram como resultado que a agricultura familiar não é predominante, porém é o grupo mais freqüente.

A maior parte dos produtores (79%) não tinha experiência com irrigação, porém 54% trabalharam com agricultura de sequeiro e 17% com o comércio. As unidades avaliadas possuem em média mais de 50% de área cultivada e requerem contratação de trabalhos, temporários ou não (85%), normalmente ocorre durante o 1º semestre do ano (50%).

As habitações existentes possuem em sua maior parte água encanada e fossa séptica (79%), conforme o projeto original obtido (SUDENE; DNOCS, 1972). Um aspecto que ainda merece destaque é a prática de recolher madeira (45%), sendo que 95% destinam-se ao uso doméstico (cozinhar).

São comuns o uso de práticas conservacionistas como: consórcios (55%), uso de cobertura morta (72%) ou rotatividade de cultura (17%). Não é comum o uso do calendário de irrigação, 62% não utilizam qualquer método de medida para a determinação da quantidade de água aplicada. Outro fato colaborador é a inexistência ou falta de medidores, mesmo que a administração do perímetro assuma que existe uma cota limite de água por produtor, 83% afirmam não possuir limite. Prova disso é a implantação de aspersão convencional (50%) em detrimento à micro-aspersão, motivado principalmente pela sujeira do canal que ocasiona o constante entupimento dos bicos aspersores.

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. Devido à exigência do pagamento das tarifas, antes do fornecimento de água aos produtores o distrito tem alcançado níveis de performance de pagamento ao redor de 100%. O autor salienta que a performance de pagamento não reflete apenas o desempenho financeiro mas, também, e em parte, o nível de satisfação do usuário com respeito à atuação do Distrito de Irrigação.

Há uma preferência quanto à aplicação de adubos orgânicos (Figura 13b) de origem animal (98%) e vegetal (45%). A utilização de agroquímicos representa 79% da adubação e aplicação 100% de defensivos para controle de pragas e doenças. O armazenamento dos agroquímicos (Figura 13a) é feito normalmente em local reservado (77%), sobre extrado de madeira (32%) e fora do alcance de crianças e animais (70%). Lima et al. (2001) constatou, entre os produtores de hortaliças, no município de Piracicaba - SP, que no processo de armazenamento de produtos fitossanitários, 65% armazenam os defensivos junto aos equipamentos de aplicação, 23% em local específico e 12% dentro da residência.

Andrade et al. (2001) demonstram através dos resultados obtidos de uma pesquisa sistematizada na região perenizada pelo açude público Trussu, Iguatu-Ce, que o uso indiscriminado de defensivos agrícolas, e a não aplicação do receituário agrônomo, implicou em alto risco

de contaminação não só das reservas hídricas, mas também do próprio homem. Entre a população amostrada, 1,52% reutiliza as embalagens; 21,83% queimam em local aberto, 76,65% aplicam diversos destinos às embalagens e 39,00% lavam os pulverizadores diretamente nas fontes d'água.

A aplicação é feita sempre com o uso do aplicador costal (100%), normalmente pela manhã (81%). Um percentual de 70% dos aplicadores utilizava total ou parcialmente os Equipamento de Proteção Individual – EPI adequados a atividade, tendo o cuidado de tomar banho (94%) e lavar as roupas após cada aplicação (79%). Não foram constatados nos centros de saúde casos de envenenamento por agrotóxicos, porém não dispunham de registros ou qualquer fichamento de dermatoses e/ou insuficiência cárdio-respiratória em agricultores.

O problema da falta de uso de EPI não é atual, nem tampouco restrito ao local ou ao tipo de atividade. A preocupação em evitar o surgimento de doenças decorrentes da exposição dos indivíduos a agentes químicos no ambiente laboral conduziu à tomada de medidas de prevenção. Estas são a base da monitoração biológica e consistem em verificar se a concentração destes agentes ou de seus metabólitos no organismo dos trabalhadores está dentro dos níveis estabelecidos por órgãos governamentais ou pela comunidade científica. Os indicadores biológicos de exposição e os índices biológicos máximos permitidos são determinados por meio de estudos epidemiológicos, experimentais e casos clínicos. No Brasil, as Normas Regulamentadoras (NR) nº. 07 e 15 da Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho, estabelecem os parâmetros para controle da exposição a agentes químicos.



[a]



[b]

FIGURA 13 – [a] Vista interna de um depósito para armazenagem de materiais/ produtos agroquímicos; [b] Preparo do adubo orgânico – animal – para aplicação – Perímetro Irrigado Araras Norte, Ceará, 2005.

Outros fatores de conservação ambiental como a prática de queimadas (36%) e o acompanhamento dos serviços como medida de controle para evitar o alastramento do fogo (100%), coleta do lixo domiciliar (62% queimado e 10% jogado a céu aberto) e área de conservação (89% desconhecem ou não deram importância) são considerados de baixa eficiência. Há uma melhor aceitação da população quanto a cursos de aperfeiçoamento (75%).

O perímetro apresenta uma infra-estrutura recente, porém com baixa manutenção. Os irrigantes apontam como principais problemas: a falta de investimentos, falta de assistência técnica, manutenção da infra-estrutura (canal e acessos às parcelas). Foram constatados poucos relatos de locais onde não conseguem mais produzir (38%), as principais causas para a diminuição da produtividade é associada a pragas, doenças e a deficiência natural do solo. Devido a precária manutenção das estruturas físicas do perímetro, encontram-se problemas com o alastramento da vegetação nativa obstruindo os canais, estradas de difícil acesso etc (Figuras 14 a e 14 b).



FIGURA 14 – [a] Vista interna do canal obstruído pela vegetação; [b] Estrada interna de acesso intransitável obstruída pela vegetação – Perímetro Irrigado Araras Norte, Ceará, 2004.

4.2.1 Análise de componentes principais

Conforme a metodologia aplicada por Mangabeira et al. (2002) foram descartadas as variáveis originais com frequência de resposta positiva maior que 90%, por representarem pouca ou nenhuma diferença em termos estatísticos. Os procedimentos preliminares de adequação do conjunto de variáveis à análise fatorial resultaram na eliminação de mais algumas variáveis, permanecendo treze. Com a aplicação do método proposto obtiveram-se seis componentes principais com raízes características superiores à unidade (eigenvalues

over), com a variância cumulativa explicando 67,277% da variância total das variáveis selecionadas e KMO de 0,646 considerado aceitável por Meyer e Braga (1999), Silveira et al. (2000) e Silveira e Andrade (2002).

Processou-se a rotação ortogonal pelo critério varimax (Tabela 9), que definiu melhor a correlação entre os fatores e as variáveis. A rotação varimax foi escolhida com o interesse de obter fatores com a maior ortogonalidade possível, uma vez que o objetivo principal é medir as componentes que apresentam maior influência no sistema (HELENA, 2002). Procedimento semelhante foi empregado por Silveira e Andrade (2002) na determinação de critério para análise de componentes principais na investigação da estrutura multivariada da evapotranspiração.

TABELA 9 – Matriz de cargas fatoriais – Perímetro Irrigado Araras Norte, Ceará, 2004.

Nº	Variáveis	Componentes					
		1	2	3	4	5	C*
1	Número de pessoas na família?	0,786	0,123	0,430	0,223	-0,124	0,883
2	Quantos filhos?	0,786	0,246	0,390	0,111	-0,089	0,851
3	Treinamento que gostaria de receber?	0,768	-0,056	-0,234	-0,152	0,113	0,683
4	Grau de Instrução	-0,511	0,108	-0,037	-0,392	0,510	0,688
5	Qdo. adquiriu a propriedade?	-0,121	0,776	-0,101	-0,041	0,023	0,630
6	Quais os principais problemas que vem enfrentado na comercialização do(s) produto(s)?	-0,075	-0,750	0,152	-0,123	0,012	0,607
7	Possui veículo próprio?	-0,281	-0,587	-0,164	0,093	-0,084	0,466
8	Querem continuar o negócio da família?	0,004	-0,024	0,881	-0,050	0,078	0,786
9	Os filhos são envolvidos com o trabalho atual?	0,175	-0,088	0,769	0,098	-0,150	0,662
10	Técnicas de conservação do solo	0,037	-0,091	-0,039	0,834	0,095	0,716
11	As fontes de água ofertadas pelo perímetro ou existentes na sua propriedade apresentam sinais de poluição?	0,037	0,474	0,205	0,567	-0,008	0,590
12	Faz queimadas?	0,027	0,332	0,034	0,038	0,742	0,665
13	Realiza trabalhos temporários fora da propriedade	0,020	0,333	0,110	-0,133	-0,616	0,520
ΣP		1,651	0,797	2,397	1,073	0,505	
Eigenvalues		2,220	2,063	1,878	1,313	1,271	
Variância (%)		17,077	15,871	14,446	10,103	9,780	
Variância cumulativa (%)		17,077	32,949	47,394	57,497	67,277	

*C: Comunalidade - quando superior a 0,5 significa que o fator correspondente reproduz mais da metade da variância da variável correspondente.

Na Tabela 9 estão destacadas as variáveis que apresentam maior correlação com os fatores, definindo a partir disso um conceito para esse fator, ou seja, que aspecto o fator melhor traduz.

4.2.2 Descrição dos componentes e das variáveis representativas.

Na Tabela 10, estão os resultados da análise fatorial efetuada para esse grupo de variáveis, destacando as variáveis que caracterizam os fatores extraídos.

TABELA 10 – Denominação do fator associado as variáveis explicadas – Perímetro Irrigado Araras Norte, Ceará, 2004.

Ordem de fatores	Denominação do fator	Variáveis ou aspectos
1	Nível social e educacional da família	Número de pessoas na família? Quantos filhos? Treinamento que gostaria de receber? Grau de Instrução
2	Comércio com comercialização da produção	Qdo. adquiriu a propriedade? Quais os principais problemas que vem enfrentado na comercialização do(s) produto(s)? Possui veículo próprio?
3	Agricultura familiar	Querem continuar o negócio da família? Os filhos são envolvidos com o trabalho atual?
4	Condições atuais do sistema água-solo e infra-estrutura	Técnicas de conservação do solo As fontes de água ofertadas pelo perímetro ou existentes na sua propriedade apresentam sinais de poluição?
5	Condições financeiras e aplicação de técnicas de conservação	Faz queimadas? Realiza trabalhos temporários fora da propriedade

Esta pesquisa mostrou que o perímetro irrigado Araras Norte apresenta entre suas principais deficiências os aspectos relacionados aos fatores discriminados na Tabela 10. Dentro de um enfoque agroecológico, delimitar as necessidades locais é o primeiro passo para se conhecer quais e quantos recursos (ecológicos, técnicos, mercadológicos e humanos) serão indispensáveis (ALTIERI, 2002).

A natureza da atividade agrária, inclusive a agricultura familiar, tem se modificado com a difusão de novos sistemas e técnicas de produção. O Fator 1 - Nível Social e Educacional da Família (Tabela 10) apresenta a necessidade de mão-de-obra qualificada exigindo um maior grau de instrução e cursos especializados, por outro lado, é conhecido que o aspecto cultural, muito influente nestas populações, inibe ou dificulta, normalmente, o aperfeiçoamento através de cursos e treinamentos (BRANCO, 2003).

Outro aspecto importante na Agricultura Familiar (Fator 3) é o baixo envolvimento dos filhos na atividade, causado normalmente pela forte influência de

atividades comerciais e industriais da região. Dentre os aspectos relacionados direta ou indiretamente a este item, cita-se: a não sucessão da propriedade, ocasionando o esquecimento de boas práticas de cultivo e promovendo igualmente o incremento de inovações com novas técnicas de manejo sem o conhecimento adquirido com anos de prática e vivência diária. Luiz e Silveira (2000) encontraram aspectos semelhantes, conforme citado no item 4.2, sem descaracterizar a presença preponderante da agricultura familiar.

O Fator 3 (Tabela 10) apresentou profunda relação com a comercialização, produção e distribuição. Um aspecto relevante para o produtor, neste caso, seria a disponibilidade de pelo menos um veículo de carroceria. Porém, de acordo com a condição financeira é possível fazer o escoamento da produção independente ou em conjunto com outros produtores de pequeno-médio porte ou ainda ser subjugado por atravessadores, o que parece ser um caso comum na região. Os dois maiores índices de reclamações quanto as dificuldades com a comercialização da produção foram “*preços baixos*” e os “*atravessadores*”.

Associou-se a experiência do produtor e a satisfação pessoal com o tempo de atividade exercido na propriedade, variável associada ao Fator 2 (Tabela 10). Um aspecto preocupante é a realização de trabalhos fora da propriedade pelos irrigantes, variável integrante do Fator 5 - Condições Financeiras e Aplicação de Técnicas de Conservação, pois mostra uma realidade financeira desassociada da atividade agrícola.

Em relação ao Fator 4 - Condições Atuais do Sistema Água-Solo e Infra-estrutura (Tabela 10), para a conservação dos recursos naturais dos agroecossistemas, deve-se realizar o manejo adequado das terras agrárias através de técnicas de conservação, evitando, desta forma, o desgaste dos nutrientes e o endurecimento do solo. Melo (1999) associa o fato aos seguintes índices: PQ (perda de qualidade do produto) e CO (proporção de terra compactadas) em um estudo de caso para os perímetros irrigados Nilo Coelho e Bebedouro, Petrolina/PE. Os maus tratos ao meio natural correspondem a práticas obsoletas e errôneas de tratos culturais causando impactos ambientais, por exemplo, as queimadas (Fator 5).

Ficou evidenciado a necessidade de um planejamento de rotação de culturas, onde fosse otimizado o aproveitamento da atividade biológica e dos nutrientes presentes no solo, além de evitar a reprodução exagerada de organismos que atuem como pragas ou doenças. Infelizmente a prática vista em campo visa à monocultura, em poucos lotes foram observados consórcios, que normalmente consistiam em cultura preponderante x leguminosas.

Visto a posição do agricultor em produzir, é necessário avaliar os recursos disponibilizados pelo perímetro irrigado, como a infraestrutura, por exemplo, estradas de

acesso e canais de distribuição. Esse item está associado à disponibilidade e qualidade da água ofertada (Fator 4), afetando no funcionamento adequado de sistemas para irrigação localizada. O principal motivo alegado pelo irrigantes para a substituição do sistema original de irrigação localizada por aspersão convencional, deu-se ao fato do constante entupimento dos filtros e micro-aspersores.

Na pesquisa de campo foi observada em uma boa parcela dos lotes visitados a ausência ou a não funcionalidade dos hidrômetros, deixando a deriva o consumo interno de água. Uma outra consequência em cadeia é a insuficiência do sistema para abastecer os loteamentos mais distantes, ocasionando em determinados momentos a falta de água. Souza et al. (2001), conforme citado no item 4.2, observa uma atuação firme por parte do Distrito Irrigado Senador Nilo Coelho, através do corte de água.

4.2.3 Determinação dos pesos associados aos indicadores de sustentabilidade

O objetivo desta seção foi classificar dentro do grupo de indicadores em análise qual o melhor ou melhores, tendo em conta os critérios de avaliação previamente definidos. Para tal cada um dos indicadores foi avaliado segundo cada um dos critérios. Em seguida calculou-se a pontuação final de cada indicador segundo esta análise multicritério. Uma análise da sensibilidade dos resultados obtidos ao peso dos critérios foi realizada em paralelo variando uma ou outra variável, de forma a reconhecer empiricamente o melhor resultado (MEYER; BRAGA, 1999)

Como efeito de demonstração, calculou-se o peso para a variável “Grau de instrução?” com base nos valores da Tabela 09 de Cargas Fatoriais e na Equação 7.

$$P_{\text{Graudeinstrução}} = \frac{(F_1 \cdot P_{\text{Graudeinstrução}_1}) + (F_2 \cdot P_{\text{Graudeinstrução}_2}) \cdots + (F_n \cdot P_{\text{Graudeinstrução}_n})}{\left(F_1 \cdot \sum_1^n P_i\right) + \left(F_2 \cdot \sum_1^n P_i\right) \cdots + \left(F_n \cdot \sum_1^n P_i\right)}$$

$$P_{\text{Graudeinstrução}} = \frac{(2,220 \cdot (-0,786)) + (2,063 \cdot (0,123)) + (1,878 \cdot (0,430)) + (1,313 \cdot (0,223)) + (1,271 \cdot (-0,124))}{(2,220 \cdot 1,651) + (2,063 \cdot 0,797) + (1,878 \cdot 2,397) + (1,313 \cdot 1,073) + (1,271 \cdot 0,505)}$$

$$P_{\text{Graudeinstrução}} = -0,07$$

A Tabela 11 apresenta os pesos (p_i) das variáveis classificados por ordem de grandeza.

TABELA 11 – Pesos (p_i) a serem associados aos indicadores de sustentabilidade – Perímetro Irrigado Araras Norte, Ceará, 2004.

Variáveis	Pesos
Quantos filhos?	0,255
Número de pessoas na família?	0,248
As fontes de água ofertadas pelo perímetro ou existentes na sua propriedade apresentam sinais de poluição?	0,184
Faz queimadas?	0,152
Querem continuar o negócio da família?	0,139
Os filhos são envolvidos com o trabalho atual?	0,134
Qdo. adquiriu a propriedade?	0,094
Treinamento que gostaria de receber?	0,092
Técnicas de conservação do solo	0,087
Realiza trabalhos temporários fora da propriedade	-0,001
Grau de Instrução	-0,072
Quais os principais problemas que vem enfrentado na comercialização do(s) produto(s)?	-0,133
Possui veículo próprio?	-0,179
TOTAL	1,000

Os maiores coeficientes do índice de sustentabilidade estão associados às variáveis “Quantos filhos?” e “Número de pessoas na família?”, associados aos dados do Fator 1 - Nível social e educacional da família e Fator 3 - Agricultura familiar (Tabela 10), o que demonstra um baixo grau da agricultura familiar, existindo um percentual significativo da atividade agrícola patronal. Em outras palavras, as famílias com melhores condições financeiras preferem dar condições de estudo aos filhos, inibindo sua participação nos trabalhos relacionados às atividades agrícolas (51%). Porém, percebe-se que há um intuito quanto aos filhos de darem continuidade a atividade (55%).

A equação obtida para gerar os indicadores de sustentabilidade:

$$I_{S_{AN}} = I_{AN1} \cdot 0,255 + I_{AN2} \cdot 0,248 + \dots + I_{ANn} \cdot n \quad (\text{Equação 9})$$

onde: $I_{S_{AN}}$: são os escores atribuídos aos indicadores de sustentabilidade para cada unidade produtiva do perímetro Araras Norte (apresentados na forma de frequência absoluta no apêndice A); e

n : os pesos atribuídos aos indicadores de sustentabilidade.

Podemos utilizar, por exemplo, os valores atribuídos para as variáveis da primeira unidade produtiva do PIAN, retirados diretamente da matriz inicial de dados:

Variáveis	Escores I _{ANI}
Realiza trabalhos temporários fora da propriedade?	0,20
Gostaria de receber treinamento ?	0,30
Possui veículo próprio?	0,45
Preparo do solo?	0,00
Quando adquiriu a propriedade?	0,00
Faz consórcio?	0,00
Ocorre falta de água?	0,00
Os filhos são envolvidos com o trabalho atual?	0,65
Costuma recolher madeira?	0,75
Os filhos realizam trabalhos fora da propriedade?	1,00
Querem continuar o negócio da família?	0,75
Técnicas de conservação do solo.	0,00
Como armazena agroquímicos?	0,00
Nota que o solo está ficando fraco?	0,20
Percentual da área de Plantio?	0,30
Nota o endurecimento do solo?	0,45

A hierarquização das unidades produtoras foi feita a partir de índices absolutos. A Tabela 12 apresenta os índices de sustentabilidade padronizados (IS) e a classificação de cada unidade produtiva no *ranking* do universo estudado.

Os índices de sustentabilidade obtidos variaram no intervalo de 1,063 a -0,005. Os menores valores significam níveis de maior sustentabilidade, enquanto os valores mais elevados significam níveis de maior insustentabilidade. Os índices em que os valores ultrapassaram os extremos [0 1] foram transformados na extremidade mais imediata para que a classificação dos indicadores pudesse continuar a ser utilizada (MELO, 1999).

TABELA 12 – Índices de sustentabilidade padronizados e ranking entre as 47 unidades produtivas – 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	

A média global de sustentabilidade entre os produtores se situa em torno de 0,41 - representando um resultado mais para sustentável do que para insustentável. Para que se possa tecer maiores considerações a esse respeito, foi preciso que algumas medidas de padronização para classificação dos resultados obtidos fossem tomadas. Estas medidas devem girar em torno de se estabelecer os limites que devem ser colocados sobre os índices que serão considerados mais ou menos sustentáveis, propõe Melo (1999) na estimação de um índice de agricultura sustentável: o caso da agricultura irrigada do vale do submédio São Francisco.

Na Tabela 13 tem-se os resultados da agregação dos índices estimados conforme modelo descrito no item 3.7.5.

TABELA 13 – Classificação dos produtores com relação à sustentabilidade do Perímetro Irrigado Araras Norte, Ceará, 2004.

Classificação	Número de Produtores	Proporção (%)	Proporção Acumulada
Sustentável	13	27,7	27,7
Sustentabilidade Ameaçada	12	25,5	53,2
Sustentabilidade Comprometida	11	23,4	76,6
Insustentável	7	14,9	91,5
Seramente Insustentável	4	8,5	100,0
TOTAL	47	100,0	-

A partir da classificação adotada percebe-se que 27,7% das unidades produtivas estudadas encontram-se numa situação de sustentabilidade relativamente equilibrada. Um percentual pouco menor dos produtores (25,5%) ainda são considerados sustentáveis, mas têm nesta condição uma ameaça, que pode advir de qualquer um dos fatores contabilizados no índice. Outros 23,4% dos colonos pesquisados registram uma sustentabilidade que já se apresenta de alguma forma comprometida e os demais 23,4% estão em condições de insustentabilidade.

Uma informação importante a ser adicionada é o fato de 79% dos entrevistados consideraram a situação atual do perímetro entre boa e regular, o que mostrou ainda certo grau de aceitação por parte dos irrigantes das atuais condições de infra-estrutura.

4.3 Bacia Hidrográfica do Rio Acaraú (Perímetros Irrigados Ayres de Sousa x Araras Norte)

“Com a intensidade das chuvas nos anos de 2001/2002, os principais açudes da Zona Norte do Ceará apresentam significativo volume de água. É o caso, por exemplo, do Açude Paulo Sarasate, o Araras com 75,3% de sua capacidade em fevereiro de 2002. Trata-se do maior reservatório da região, sendo responsável pela perenização do leito do Rio Acaraú, a irrigação dos projetos Araras Norte e Baixo Acaraú, bem como o abastecimento através de adutora dos municípios de Varjota, onde fica localizado, além de Reriutaba e Hidrolândia... Conforme... gerente regional da Companhia de Gestão de Recursos Hídricos (COGERH), os açudes Araras Norte e o Ayres de Sousa (Jaibas) têm condições de segurar um ano de seca. [...] alerta que as demandas para consumo humano estão aumentando, indústrias estão se instalando nas diversas regiões e os plantios de irrigação estão

em expansão, sendo necessário um trabalho voltado para a implantação dos instrumentos de gestão em todo o Ceará, instrumentos que são previstos na Lei de Recursos Hídricos, com o gerenciamento da água de forma integrada, com a participação da sociedade.” (Reportagem do Jornal Diário do Nordeste em 22.Fevereiro.2002).

A importância dos açudes em estudo no contexto regional é inquestionável principalmente para abastecimento humano e manutenção dos principais perímetros de irrigação. É necessário destacar que, assim como deve ocorrer em qualquer bacia ou micro-bacia, os municípios devem preparar-se para atuar firmemente na gestão de seus recursos naturais, inclusive os recursos hídricos.

A gestão integrada de recursos naturais (o que inclui a água) é uma ferramenta estratégica, que perde eficiência pela diluição de responsabilidades e dispersão de atribuições. Neste cenário, instituiu-se a necessidade de um indicador mais abrangente. Com os dados gerais optou-se por compor um índice de sustentabilidade generalizado para a região, e de certo modo abranger a bacia hidrográfica do Acaraú.

Visto as limitações da pesquisa (coleta de dados) tanto espacial como temporal, ou seja, a coleta de dados que foi pontual, abordando apenas dois perímetros, e estática em uma única época, é primordial observar que as informações presentes nesta análise devem ser tidas como parâmetros de primeira de aproximação.

4.3.1 Análise de componentes principais

Conforme a metodologia aplicada por Mangabeira et al. (2002), foram descartadas as variáveis originais com frequência de resposta positiva maior que 90%, por representarem pouco ou nenhuma diferença em termos estatísticos. Com os procedimentos preliminares de adequação do conjunto de variáveis à análise fatorial, resultaram na eliminação de mais algumas variáveis, permanecendo doze. Com a aplicação do método proposto, análise fatorial/componentes principais, obtiveram-se seis componentes principais com raízes características superiores à unidade (eigenvalues over), com a variância cumulativa explicando 65,86% da variância total das variáveis selecionadas e KMO de 0,739 considerado aceitável por Meyer e Braga (1999) e Silveira e Andrade (2002).

Processou-se a rotação ortogonal pelo critério varimax (Tabela 14), que definiu melhor a correlação entre os fatores e as variáveis. A rotação varimax foi escolhida com o

interesse de obter fatores com a maior ortogonalidade possível, uma vez que o objetivo principal foi medir as componentes que apresentam maior influência no sistema (HAWKINS, 1974). Procedimento semelhante foi empregado por Monteiro e Pinheiro (2004) na determinação de critério para implantação de tecnologias de suprimentos de água potável em municípios cearenses afetados pelo alto teor de sal.

TABELA 14 – Matriz de cargas fatoriais – Bacia hidrográfica do rio Acaraú, Ceará, 2004.

N°	Variáveis	Componentes					
		1	2	3	4	5	C*
1	Nota que o solo está ficando fraco?	0,750	-0,077	0,297	0,175	0,118	0,702
2	Preparo do solo	-0,684	-0,204	0,001	0,127	-0,120	0,539
3	Nota o endurecimento do solo?	0,467	0,355	0,017	0,449	-0,307	0,640
4	Técnicas de conservação do solo	0,047	0,868	-0,007	-0,096	-0,002	0,765
5	Usa EPI's	0,267	0,573	0,225	0,272	0,272	0,599
6	Há contratação de trabalhos temporários na propriedade	0,255	-0,100	0,813	-0,070	0,014	0,742
7	Grau de Instrução	-0,227	0,199	0,603	0,429	0,075	0,645
8	Nota perda de quantidade na sua produção?	0,426	0,347	0,499	0,252	-0,061	0,618
9	Já realizou análises de solo?	0,109	0,400	0,467	-0,190	0,288	0,509
10	Qual o destino de lixo domiciliar?	0,049	-0,084	0,015	0,871	0,113	0,780
11	Quais os principais problemas que vem enfrentado na comercialização do(s) produto(s)?	0,321	-0,089	0,029	-0,041	0,777	0,718
12	Faz consórcio?	-0,151	0,340	0,080	0,220	0,673	0,646
ΣP		1,630	2,529	3,039	2,399	1,842	
Eigenvalues		1,761	1,716	1,639	1,428	1,359	
Variância (%)		14,672	14,302	13,656	11,902	11,329	
Variância cumulativa (%)		14,672	28,974	42,631	54,533	65,862	

*C: Comunalidade - quando superior a 0,5 significa que o fator correspondente reproduz mais da metade da variância da variável correspondente.

Na Tabela 14 estão destacadas as variáveis que apresentam maior correlação com os fatores, definindo a partir disso um conceito para esse fator, ou seja, que aspecto o fator melhor traduz.

4.3.2 Descrição dos componentes e das variáveis representativas

Na Tabela 15, estão os resultados da análise fatorial efetuada para esse grupo de variáveis, destacando as variáveis que caracterizam os fatores extraídos.

TABELA 15 – Denominação do fator associado as variáveis explicadas – Bacia hidrográfica do rio Acaraú, Ceará, 2004.

Ordem de fatores	Denominação do fator	Variáveis ou aspectos
1	Manejo do solo.	Nota que o solo está ficando fraco? Preparo do solo Nota o endurecimento do solo?
2	Aplicação de técnicas de conservação dos recursos naturais e segurança com aplicação de agroquímicos.	Técnicas de conservação do solo Usa EPI's
3	Nível da atividade agrícola praticada e aplicação de técnicas de conservação.	Há contratação de trabalhos temporários na propriedade Grau de Instrução Nota perda de quantidade na sua produção? Já realizou análises de solo?
3	Meio ambiente	Qual o destino de lixo?
4	Condições financeiras e diversificação da produção.	Quais os principais problemas que vem enfrentado na comercialização do(s) produto(s)? Faz consórcio?

O choque de parâmetros dos dois perímetros nos ofereceu um perfil das fragilidades existentes na região, tanto por traços culturais como por situações sócio-econômicas, ambientais e de infra-estrutura presente. Dentro de um enfoque agroecológico, delimitar as necessidades locais é o primeiro passo para se conhecer quais e quantos recursos (ecológicos, técnicos, mercadológicos e humanos) serão indispensáveis, visto as disparidades sazonais (ALTERI, 2002).

O Fator 4 - Condições Financeiras e Diversificação da Produção (Tabela 15), a comercialização, produção e distribuição, é o aspecto de maior relevância econômica para o produtor. Conforme a condição financeira deste é possível fazer o escoamento da produção independente ou em conjunto com outros produtores de pequeno-médio porte ou ainda ser subjugado por atravessadores. Os maiores índices de reclamações quanto a dificuldades com a comercialização da produção foram “*baixa nas vendas*”, “*preços baixos*” e os “*atravessadores*”, o que define a desorganização do comércio da região.

Conforme Pereira (2000), o maior encargo para produção agrícola das populações tradicionais está no escoamento da produção já que o transporte próprio contempla apenas um pequeno percentual dos produtores. O frete de algumas mercadorias na região interiorana de São Paulo para o Pará pode chegar a mais de 20% do total a ser comercializado e o valor do pagamento é garantido com a produção física e não em valores monetários, o que torna o transportador um potencial atravessador, já que a parte que lhe toca é vendida nos grandes centros de consumo local (feiras, mercados etc.) ou para outros atravessadores. Por outro lado,

se as comunidades fossem de certa forma organizadas, o custo do frete cairia com a concentração de maiores volumes de produtos transportados e a figura do atravessador se anularia ou se reduziria para números aceitáveis.

Ao Fator 4 (Tabela 15), também, está associado à diversificação da produção, visando um maior mercado e menores prejuízos devido aos riscos naturais (pragas e doenças) e às oscilações do mercado. Infelizmente, por apresentarem ainda um alto valor agregado ao índice, mostrou um sistema de pouca diversificação, em muitas propriedades a monocultura com um baixo aproveitamento da área disponível para plantio.

Estão associadas à experiência do produtor a conservação dos recursos naturais através de um manejo adequado dos agroecossistemas (Fator 1). Os maus tratos ao meio natural correspondem a práticas obsoletas e errôneas de tratos culturais causando impactos ambientais, como por exemplo, o uso abusivo de fertilizantes e/ou condicionadores do solo e o maquinário pesado podem causar o endurecimento das terras agrárias (MELO et al., 1999).

Ocorrências que são reforçadas pelo Fator 2 - Aplicação de Técnicas de Conservação dos Recursos Naturais e Segurança com Aplicação de Agroquímicos (Tabela 15), demonstram uma baixa responsabilidade quanto às normas de segurança do trabalho para o operário rural. O uso irregular de produtos agroquímicos, também, é considerado uma devastadora forma de contaminação ambiental, conforme relatam Andrade et al.(2001) sobre a contaminação d'águas associadas aos usos de defensivos agrícolas - caso do rio Trussu.

O Fator 03 - Meio Ambiente, resume os recursos disponibilizados pelo perímetro irrigado, como a infra-estrutura, por exemplo, estradas de acesso e canais de distribuição. Apresenta como aspecto relevante a coleta regular de lixo domiciliar, embalagens de agroquímicos e demais rejeitos, que constantemente são queimados, enterrados ou mesmo jogados a céu aberto, prejudicando diretamente a qualidade de vida das pessoas, os recursos hídricos próximos por lixiviação de detritos ou mesmo em montantes poderá ocorrer a formação de chorume. Nesse caso, o impacto produzido sobre o meio ambiente está diretamente relacionado com sua fase de decomposição, sendo caracterizado por pH ácido, alta Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), alto valor de Demanda Química de Oxigênio (DQO) e diversos compostos potencialmente tóxicos (MOTA, 2000).

A legislação pertinente a coleta e tratamento de lixo, lei nº. 8.408/99, estabelece normas de responsabilidade sobre a manipulação de resíduos produzidos em grande quantidade, ou de naturezas específicas, e dá outras providências. (MOTA, 2000)

4.3.3 Determinação dos pesos associados aos indicadores de sustentabilidade

O objetivo desta seção foi classificar dentro do grupo de indicadores em análise qual o melhor ou melhores, tendo em conta os critérios de avaliação previamente definidos. Para tal, cada um dos indicadores foi avaliado segundo cada um dos critérios. Em seguida, calculou-se a pontuação final de cada indicador segundo esta análise multicritério. Uma análise da sensibilidade dos resultados obtidos ao peso dos critérios foi realizada em paralelo variando uma ou outra variável, de forma a reconhecer empiricamente o melhor resultado (MEYER; BRAGA, 1999)

Como efeito de demonstração, calculou-se o peso para a variável “Usa EPI’s?” com base nos valores da Tabela 14 de Cargas Fatoriais e na Equação 7.

$$P_{UsaEPIs} = \frac{(F_1 \cdot P_{UsaEPIs1}) + (F_2 \cdot P_{UsaEPIs2}) \cdots + (F_n \cdot P_{UsaEPIsn})}{\left(F_1 \cdot \sum_1^n P_i\right) + \left(F_2 \cdot \sum_1^n P_i\right) \cdots + \left(F_n \cdot \sum_1^n P_i\right)}$$

$$P_{UsaEPIs} = \frac{(1,761 \cdot (0,267)) + (1,716 \cdot (0,573)) + (1,639 \cdot (0,225)) + (1,428 \cdot (0,272)) + (1,359 \cdot (0,272))}{(1,761 \cdot 1,630) + (1,716 \cdot 2,529) + (1,639 \cdot 3,039) + (1,428 \cdot 2,399) + (1,359 \cdot 1,842)}$$

$$P_{UsaEPIs} = 0,143$$

A Tabela 16 apresenta os pesos (p_i) das variáveis classificados por ordem de grandeza.

TABELA 16 – Pesos (p_i) a serem associados aos indicadores de sustentabilidade – Bacia do Acaraú, Ceará, 2004.

Variáveis	Pesos
Usa EPI's	0,143
Nota perda de quantidade na sua produção?	0,135
Nota que o solo está ficando fraco?	0,115
Já realizou análises de solo?	0,097
Nota o endurecimento do solo?	0,093
Faz consórcio?	0,093
Grau de Instrução	0,091
Há contratação de trabalhos temporários na propriedade	0,084
Quais os principais problemas que vem enfrentado na comercialização do(s) produto(s)?	0,081
Técnicas de conservação do solo	0,079
Qual o destino de lixo domiciliar?	0,075
Preparo do solo	-0,085
TOTAL	1,000

Pode-se observar, pela Tabela 16, que os maiores coeficientes do índice de sustentabilidade estão associados as variáveis “Usa EPI’s” o que demonstra uma baixa responsabilidade quanto ao cumprimento das Normas Regulamentadoras Rurais (NRR), principalmente a NRR 04 (Equipamento de Proteção Individual) que cita: “... *O empregador rural é obrigado a fornecer, gratuitamente, EPI adequados ao risco...*” e associado a característica “Nota que o solo está ficando fraco” citamos maus tratos culturais, como práticas de monocultivo, falta de pousio e rotação de cultura etc. Outro fator associado indiretamente, normalmente com o intuito de recuperar as características e nutrientes perdidos pelo solo, é o uso abusivo de agro-industriais com propriedades corretivas, fertilizantes e ou condicionadores de solo, com agentes potencialmente poluentes ou contaminantes do meio ambiente (MELLO, 1994).

A equação obtida para gerar os indicadores de sustentabilidade:

$$I_{S_B} = I_{B_1} \cdot 0,143 + I_{B_2} \cdot 0,135 + \dots + I_{B_n} \cdot n \quad (\text{Equação 10})$$

onde: $I_{S_{AS}n}$: são os escores atribuídos aos indicadores de sustentabilidade para cada unidade

produtiva em estudo na Bacia do Acaraú; e

n : os pesos atribuídos aos indicadores de sustentabilidade.

Podemos utilizar, por exemplo, os valores atribuídos para as variáveis da primeira unidade produtiva do conjunto, retirados diretamente da matriz inicial de dados:

Variáveis	Escores I_{BA1}
Usa EPI's	0,45
Nota perda de quantidade na sua produção?	0,20
Nota que o solo está ficando fraco?	0,50
Já realizou análises de solo?	1,00
Nota o endurecimento do solo?	1,00
Faz consórcio?	0,50
Grau de Instrução	0,75
Há contratação de trabalhos temporários na propriedade	0,65
Quais os principais problemas que vem enfrentado na comercialização do(s) produto(s)?	0,65
Técnicas de conservação do solo	1,00
Qual o destino de lixo domiciliar?	0,75
Preparo do solo	0,45

A hierarquização das unidades produtoras é feita a partir de índices absolutos. A Tabela 17 apresenta os índices de sustentabilidade padronizados (ISP), a classificação de cada unidade produtiva no *ranking* do universo estudado.

Os índices de sustentabilidade, obtidos pela soma ponderada dos escores fatoriais pelas raízes características de cada fator, variam no intervalo de 0,084 a 1,005. Os menores valores significam níveis de maior sustentabilidade, enquanto os valores mais elevados significam níveis de maior insustentabilidade. Os índices em que os valores ultrapassaram os extremos [0 1] foram transformados na extremidade mais imediata para que a classificação dos indicadores pudesse continuar a ser utilizada (MELO, 1999).

TABELA 17 – Índices de sustentabilidade padronizados e ranking entre as 80 unidades produtivas – Bacia do Acaraú, Ceará, 2004.

Unidade Produtiva	Perímetro Irrigado	IS*	Rank	Unidade Produtiva	Perímetro Irrigado	IS*	Rank
48	AS	0,084	1	43	AN	0,483	41
80	AS	0,090	2	69	AS	0,483	42
61	AS	0,123	3	76	AS	0,485	43
49	AS	0,124	4	39	AN	0,526	44
78	AS	0,154	5	9	AN	0,540	45
54	AS	0,160	6	44	AN	0,551	46
67	AS	0,175	7	31	AN	0,559	47
55	AS	0,185	8	37	AN	0,565	48
14	AN	0,227	9	75	AS	0,577	49
50	AS	0,238	10	45	AN	0,581	50
51	AS	0,244	11	38	AN	0,586	51
60	AS	0,274	12	5	AN	0,594	52
68	AS	0,284	13	13	AN	0,607	53
77	AS	0,310	14	20	AN	0,609	54
58	AS	0,314	15	22	AN	0,613	55
73	AS	0,318	16	7	AN	0,613	56
36	AN	0,319	17	34	AN	0,626	57
70	AS	0,326	18	41	AN	0,634	58
12	AN	0,333	19	21	AN	0,646	59
66	AS	0,334	20	40	AN	0,649	60
59	AS	0,342	21	1	AN	0,658	61
63	AS	0,345	22	16	AN	0,675	62
62	AS	0,347	23	17	AN	0,680	63
56	AS	0,348	24	33	AN	0,682	64
10	AN	0,366	25	2	AN	0,690	65
11	AN	0,366	26	42	AN	0,711	66
74	AS	0,371	27	6	AN	0,730	67
64	AS	0,379	28	32	AN	0,736	68
52	AS	0,389	29	26	AN	0,741	69
18	AN	0,404	30	35	AN	0,760	70
79	AS	0,407	31	24	AN	0,763	71
19	AN	0,410	32	8	AN	0,775	72
71	AS	0,416	33	25	AN	0,781	73
72	AS	0,430	34	27	AN	0,823	74
57	AS	0,431	35	15	AN	0,823	75
46	AN	0,439	36	28	AN	0,830	76
65	AS	0,445	37	23	AN	0,849	77
4	AN	0,452	38	3	AN	0,875	78
53	AS	0,455	39	29	AN	0,933	79
47	AN	0,465	40	30	AN	1,000	80
		Média		0,496			
		Desvio Padrão		0,216			

A média global de sustentabilidade entre os produtores se situa em torno de 0,50 - representando um resultado otimista - pois ainda representa uma delicada condição de sustentabilidade ou de insustentabilidade reversível.

Para que se possa tecer maiores considerações a esse respeito, no entanto, é preciso que algumas medidas de padronização para classificação dos resultados obtidos sejam tomadas. Estas medidas devem girar em torno de se estabelecer os limites que devem ser colocados sobre os índices que serão considerados mais ou menos sustentáveis, propõe Melo (1999) na estimação de um índice de agricultura sustentável: o caso da agricultura irrigada do vale do submédio São Francisco.

Na Tabela 18 tem-se os resultados da agregação dos índices estimados conforme modelo descrito no item 3.7.5.

TABELA 18 – Classificação das unidades produtivas com relação à sustentabilidade da Bacia do Rio Acaraú, Ceará, 2004.

Classificação	Número de Produtores	Proporção (%)	Proporção Acumulada
Sustentável	8	10,00	10,00
Sustentabilidade Ameaçada	21	26,25	36,25
Sustentabilidade Comprometida	23	28,75	65,00
Insustentável	21	26,75	91,75
Seramente Insustentável	7	8,75	100,00
TOTAL	80	100,0	-

A partir da classificação adotada percebeu-se que 10,25% das unidades produtivas estudadas encontram-se numa situação de sustentabilidade relativamente equilibrada. Um percentual pouco maior dos produtores (26,25%) ainda são considerados sustentáveis, mas têm nesta condição uma ameaça, que pode advir de qualquer um dos fatores contabilizados no índice. Outros 28,75% dos colonos pesquisados registram uma sustentabilidade que já se apresenta de alguma forma comprometida e os demais 35,5% estão em condições de insustentabilidade.

Uma inspeção adicional na Tabela 18 revela ainda com clareza o que a situação média já sugeria, isto é, que a situação das áreas irrigadas da Bacia do Acaraú, representadas aqui pelos perímetros estudados, ainda podem ser consideradas como sustentável comprometida. Esta afirmação pode ser confirmada pelo menor percentual de produtores considerados insustentáveis, ou seja, da totalidade dos colonos entrevistados 65% classificou-se entre as situações de sustentabilidade e sustentabilidade comprometida.

O *rank* de sustentabilidade sugerido pelo ordenamento dos índices estimados na Tabela 17 foi uma boa indicação das diferenças entre os dois perímetros irrigados estudados. Analisando a classificação dos dados entre os perímetros, observa-se que 69,00% dos casos

estudados no Perímetro Ayres de Sousa são considerados entre sustentáveis e com a sustentabilidade comprometida. Reafirmando o resultado obtido no item 4.1, onde 54,6% das unidades produtivas são tidas como sustentáveis, considerando o perímetro em melhor estado de sustentabilidade de recursos.

Porém, no Perímetro Araras Norte o percentual destes casos reduz para 40,43%, contradizendo com os 76,6% encontrados no item 4.2. Isso, porém, não representa uma distorção nos dados, apenas que as variáveis analisadas apresentam visões distintas da situação avaliada. Ou seja, com o acréscimo dos dados pertinentes ao perímetro Ayres de Sousa, as diretrizes da análise estatística mudaram, os dados apresentam outras prioridades que não mais condizem apenas com o perímetro Araras Norte. Os novos fatores estão relacionados com aspectos comuns ou entrelaçados as duas situações.

Situação semelhante foi citada por Melo (1999), que obteve médias de desempenho para fatores condicionantes e para o estado de sustentabilidade distintas para os projetos Bebedouro e Nilo Coelho, quando analisou a condição de sustentabilidade do Vale do submédio São Francisco, Ceará. Fato explicado pela complexidade das questões de sustentabilidade, onde um indicador pode ter um impacto negativo sob um aspecto e positivo sob outro (GALLOPÍN, 1997).

CONCLUSÕES

O Perímetro Irrigado Araras Norte (PIAN) apresentou a maior proporção de unidades produtivas consideradas sustentáveis (76,6% contra 54,6% do Perímetro Irrigado Ayres de Sousa - PIAS) e também o menor número de unidades pesquisadas com insustentabilidade (23,4% contra 45,4% do PIAS).

O índice de sustentabilidade estimado para a Bacia do Rio Acaraú, a partir dos indicadores selecionados pelo método de análise fatorial/ componentes principais, registrou uma situação que ainda pode ser tida como otimista (0,50), pois ainda representa uma fragilizada condição de sustentabilidade ou de insustentabilidade reversível.

O modelo proposto para a criação do índice de sustentabilidade, mostrou-se adequado, adaptando-se bem aos indicadores sugeridos, apresentando um comportamento esperado quanto aos resultados obtidos.

A relação causal estimada entre os fatores condicionantes e as variáveis explicadas, demonstrou entre outros, os seguintes aspectos relevantes:

1. Indica a agricultura como única ocupação;
2. Falta de interesse por cursos de aperfeiçoamento (PIAS);
3. Baixo grau da agricultura familiar, prevalecendo a agricultura patronal, principalmente no PIAN. Observou-se entre os produtores do PIAS um sistema de ajuda mútua entre os agricultores, de forma a auxiliarem na preparação, cultivo e colheita dos lotes;
4. De forma generalizada não foram observadas deficiências no sistema água-solo, sem sinais aparentes de erosão ou salinização; os solos mantêm características próprias a agricultura comercial e, mesmo com a precariedade do sistema de fornecimento de água, manteve-se uma regular distribuição;
5. As condições financeiras dos produtores do PIAS aparentemente são inferiores as dos produtores do PIAN, porém o índice demonstrou que os perímetros possuem uma certa relação de homogeneidade quanto a possuírem outros bens fora a propriedade em uso;
6. De forma geral, o indicador de grau de instrução foi baixo, porém apresentou-se melhor no PIAN, mostrando uma forte correlação com o fato dos pais apoiarem os estudos dos filhos; fator que contribuiu para associar o maior grau de agricultura patronal ao PIAN.

7. Verifica-se o descaso com a segurança dos trabalhadores e meio ambiente, em contrariedade à legislação brasileira, principalmente relacionados a queimadas, coleta irregular de lixo e a utilização de equipamentos de proteção na preparação da calda, momento de maior risco para o utilizador, e aplicação de defensivos;

Dos fatores utilizados para explicar a não significância de muitos dos indicadores, os principais foram a relativa incompletude dos fatores analisados, por inadequação dos dados, e o caráter muitas vezes dual, e em sentidos opostos, dos efeitos, numa clara indicação da necessidade de mais estudos para melhor definição das variáveis.

A natureza trocada da causalidade estimada pode ser explicada pelo modelo de agricultura pública irrigada monocultiva que impede que o agricultor mais "pobre", o principal representante das diferenças de renda, possa desempenhar uma agricultura das mais tradicionais, e aí desenvolvendo toda a sorte de impactos sobre a sustentabilidade, como também limita a importância da diversidade produtiva na elevação da produtividade via aumentos da fertilidade do solo.

As diferenças citadas podem estar especulando problemas potenciais futuros; muitas vezes, o efeito de uma característica (ou fator condicionante) não se dá de imediato e é possível que os dados de séries temporais possam vir a completar esta observação.

Conclusivamente, pode-se dizer que, apesar de apresentar índices de sustentabilidade relativamente aceitáveis em alguns casos, isto não significa que a situação dos perímetros seja cômoda, pelo contrário, é muito preocupante, dado que 35,5% das unidades produtivas apresentam condições de insustentabilidade.

RECOMENDAÇÕES

Os resultados devem ser interpretados com moderação, visto o fator de subjetividade aferido pelas condicionantes de repostas e a apreensão teórica e individualizada do pesquisador. Cada um dos indicadores agregados tem os seus pontos fortes e os seus pontos fracos. A escolha do melhor indicador agregado exige a definição de critérios e da importância relativa dos mesmos. Por outro lado, de forma a validar os resultados, torna-se necessário efetuar uma análise de sensibilidade aos pesos desses critérios.

Com relação ao índice de sustentabilidade, entende-se que a sua principal limitação, e conseqüentemente a do método utilizado para estimá-lo, está na natureza ainda incompleta de alguns dos indicadores. Como trabalho futuro aconselha-se fazer uma nova avaliação dos indicadores, retirando aspectos pouco consistentes e agregando novas condicionantes técnicas, normalmente, obtidas de análises de solo e água e dados censitários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, E. M.; SOUZA, I. H.; OLIVEIRA, L. J. et al. **Contaminação d'águas associadas aos usos de defensivos agrícolas - caso do rio Trussu**. In: XXX congresso brasileiro de engenharia agrícola – CONBEA, 2001.

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592p.

ALVES, E.; LOPES, M.; CONTINI, E. **O empobrecimento da agricultura brasileira**. Revista de Política Agrícola, v.8, n.3, p. 5-19, 1999.

AUGUSTO, L. G. S. **Exposição ocupacional dos Agrotóxicos**. Relatório de Pesquisa, Recife/ PE, 1997. 150p.

BORTOLETTO, M. E. **Tóxicos, civilização e saúde**. Contribuição à análise dos sistemas de informações tóxico-farmacológicas no Brasil. Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 1990.

BOUNI, C. **Indicateurs de développement durable: l'enjeu d'organiser une information hétérogène pour préparer une décision multicritère**. Paris: AScA, 1996. 14p. Trabalho apresentado em: Colloque International. 9-11/ set 1996. Abbay de Fontevraud - Indicateurs de développement durable.

BRANCO, M. C. Avaliação do conhecimento do rótulo dos inseticidas por agricultores em uma área agrícola do Distrito Federal. **Revista Horticultura Brasileira**, n.3, v.21, p.574-578, 2003.

BRANCO, S. M.; ROCHA, A. A. **Ecologia: educação ambiental: ciências do ambiente para universitários**. São Paulo: CETESB, 206p.1987.

BRASIL. **Constituição Federal de 1988** (Constituição Federal, Ato das Disposições Constitucionais Transitórias, Emendas Constitucionais de Revisão e Emendas Constitucionais). Brasília: Senado Federal, Secretaria-Geral da Mesa, 2001.

BRASIL. Lei nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981 - Dispõe sobre a **Política Nacional do Meio Ambiente**, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União de 02 de setembro de 1981.

CEARÁ, Secretaria dos Recursos Hídricos. **Plano estadual dos recursos hídricos: Diagnóstico**. v.1. Fortaleza, 1992, 1471p.

CEARÁ, Secretaria dos Recursos Hídricos. **Plano estadual dos recursos hídricos**: Estudo de base II. v.2. Fortaleza, 1992, 1471p.

DAROLT, M. R. **Agricultura orgânica: inventando o futuro**. Londrina: IAPAR, 2002. – 250p.

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra a Seca. **Perímetros Públicos de Irrigação - Ceará**. Disponível em: <<http://www.dnocs.gov.br>> . Acesso em ago.2005.

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. **Arquivo do Projeto de Irrigação Ayres de Sousa**, Fortaleza, 1972.

FEEMA. **Vocabulário básico de meio ambiente**. Rio de Janeiro: Petrobrás, Serviço de Comunicação Social, 1992. 246p.

FOSSATTI, D. M.; FREITAS, C. A. . O caráter familiar da atividade fumageira em Santa Cruz do Sul - RS. In: XLII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 2004, Cuiabá. CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 2004.

FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Séries Históricas**. Disponível em: < <http://www.funceme.br/>> . Acesso em: ago.2005.

GALLOPÍN, G. C. **Indicators and their Use: Information for Decision-Making**. In: Moldan, Bedrich and Billharz, Suzanne (ED.). Sustainability Indicators: Report of the Project on Indicators of Sustainable Development. New York: John Wiley and Sons, 1997. p.13-27.

GASPARIN, D. C. **Defensivos agrícolas e seus impactos sobre o meio ambiente**. Monografia - PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ, CURITIBA, 2005. 94p.

GOMEZ, A. A.; KELLY, D. E. S.; SYERS, J. K.; COUGHLAN, K. J. Measuring sustainability of agricultural systems at the farm level. In: Doran, J.W. & Jones, A.J., ed. Methods for assessing soil quality. Soil Science Society American n.49, Madison, 1996. p.401- 410.

GREEN, P. E.; TULL, D. S. **Research for marketing decisions**. New Jersey, Prentice-Hall Inc., New Jersey, USA, 785p., 1976.

HAMMOND, A.; ADRIAANSE, A.; RODENBURG, E. et al. **Environmental Indicators: a Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development**. Washington: WRI, 1995. 53p.

HATCHUEL, G.; POQUET, G. **Indicateurs sur la qualité de vie urbaine et sur l'environnement**. Paris: Credoc, 1992. 58p.

HAWKINS, D. M. The detection of errors in multivariate data using principal components. **Journal of the American Statistical Society**, n.69, p.340-344, 1974.

HEINZE, B. C. L. B. **A importância da agricultura irrigada para o desenvolvimento da região nordeste do Brasil**. Monografia apresentada ao curso MBA em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada da ECOBUSINESS SCHOOL/FGV - Brasília, 2002. 59p.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (IISD). **Sustainable Development Time Line**. 1997. Disponível on-line em: <<http://iisd1.iisd.ca/rio+5/timeline/sdtimeline.htm>>. Acesso em: ago.2005.

IPLANCE₁, Fundação Instituto de Planejamento do Ceará. **Atlas do Ceará – solos**. Fortaleza: IPLANCE, 1995. 64p.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W **Applied regression analysis and other multivariate**, New Jersey:Prentice Hall, 1978. 357p.

KACHIGAN, K. S. **Multivariate statistical analysis: a conceptual introduction**. Radius Press: New York, 1982.

KAGEYAMA, A. **Uma tipologia dos domicílios agrícolas no Brasil em 1995**.(Texto para Discussão. IE/UNICAMP, n.70). Campinas: UNICAMP, 1999. 52p.

KAISER, H. F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. **Psychometrika**, Massachusetts, v23, n 1, p.187- 200, 1958.

KHATTREE, R.; NAIK, D. N. **Multivariate data reduction and discrimination with SASR software**. Cary: SAS Institute, 2000. 558p.

LEBART, L.; Morineau, A.; Piron, M. **Statistique exploratoire multidimensionnelle**. Paris:Dunod, 1995. 439p.

LEONARDO, H. C. L. **Indicadores de qualidade de solo e água para a avaliação do uso sustentável da microbacia hidrográfica do Rio Passo Cue, região oeste do Estado do Paraná**. 2003, 121p., Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

LIMA_[a], P. Economia do Nordeste: Tendências Recentes das Áreas Dinâmicas - **Revista Análise Econômica**, 21 ed., ano 12, p. 55-73, 1994.

LIMA_[b], J. D. C. V.; CABRAL, S. B.; OLIVEIRA, R. M. C.; GADANHA Jr., C. D. Aquisição, transporte e armazenamento de defensivos agrícolas por produtores de hortaliças do município de Piracicaba/ SP. In: 9 SIICUSP - Simpósio Internacional de Iniciação Científica da USP, 2001, Piracicaba/ SP.

LOMBARDI, M. F. S.; MOORI, R. G.; SATO, G. S. Estudo de Mercado para Produtos Orgânicos através de Análise fatorial, Instituto presbiteriano Mackenzie. In: XLI Congresso Brasileiro da SOBER, 2003, Juiz de Fora – MG.

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.

MACHADO, L.M.C.P. **Qualidade ambiental: indicadores quantitativos e perceptivos**. In: MARTOS H.L.; MAIA, N.B. (Coord.). Indicadores Ambientais. Sorocaba/ SP: ESALQ, 1987. p.15-21.

MACHADO, P. A L. **Direito Ambiental Brasileiro**, 9 ed., São Paulo: Malheiros, 2001. 324p.

MANGABEIRA, J. A. C.; ROMEIRO, A. R.; AZEVEDO, E. C. **Tipificação de sistemas de produção rural: a abordagem de análise de correspondência múltipla em Machadinho d'Oeste** - RO – Circular Técnica nº 08 Campinas/ SP, Jul.2002.

MARZALL, K. **Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas**. 1999, 208p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

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.

MASERA, O.; ASTIER, M.; RIDAURA, S. L. **Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación** (MESMIS). Mexico: Mundi-Prensa,1999. 107p.

MELLO, M. H. A.; PEDRO JUNIOR, M. J.; LOMBARDI NETO, F. **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água v.2** - CATI, Campinas, 1994. 168p.

MELO, A. S. S. A. **Estimação de um Índice de Agricultura Sustentável: o caso da área irrigada do Vale do Submédio São Francisco**. 1999, 167f., Tese (Doutorado em Economia), Universidade Federal de Pernambuco.

MEYER, L. F. F. e BRAGA, M. J. Elementos para uma tipologia do uso do solo Agrícola no Estado do Para: uma discussão sobre análise fatorial... In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL**. Anais Foz do Iguçu: SOBER, 1999.

Ministério do Meio Ambiente (MMA) **Os ecossistemas brasileiros e os principais macrovetores de desenvolvimento**. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Secretaria de Coordenação dos Assuntos do Meio Ambiente, Programa Nacional do Meio Ambiente, Brasília, 1996.

MONTEIRO, V. P.; PINHEIRO, J. C. V. **Critério para Implantação de Tecnologias de Suprimentos de Água Potável em Municípios Cearenses Afetados pelo Alto Teor de Sal**. *Revistas Economia Rural*, v.42, n.2, p. 365-387, 2004.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. 2.ed. Rio de Janeiro:ABES, 2000. 336p.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro:Guanabara, 1988. 434p.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **PISA 2003 Data manual: SPSS**, 2005. 412p.

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 Dreagem), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

PBM₁ - **Perfil básico municipal: Sobral**. Fortaleza:IPLANCE, 2000. 31p.

PBM₂ - **Perfil básico municipal: Varjota**. Fortaleza:IPLANCE, 2000. 26p.

PEREIRA, J. L. Os rumos da economia do setor primário no oeste do Pará. CATHO ONLINE - **Jornal carreira & sucesso**, 48ed., 2000.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B. C.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**, 2ed., São Paulo:Escrituras, 2002. 704 p.

RESENDE, M.; ALBUQUERQUE, P. E. P. **Métodos e Estratégias de Manejo de Irrigação** – Circular Técnica n.19, Sete Lagoas, Dez.2002. 10p.

SANTANA, D. P.; MATTOSO, M. J.; CRUZ, J. C. **Definição de Indicadores de Sustentabilidade de Sistemas de Produção de Milho: Um Enfoque Regional** - XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo –Florianópolis, set.2002.

SCREMIN M. A. A. **Método para Seleção do Número de Componentes Principais com Base na Lógica Difusa**. 2003, 124f., Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SILVEIRA, S. S.; ANDRADE, E. M. Análise de componentes principais na investigação da estrutura multivariada da evapotranspiração - **Revista Engenharia Agrícola**, v.22, n.2, p. 171-177, 2002.

SINDICATO RURAL DE JUNDIAÍ (SRJ). **Adubação verde reduz custos - Gerenciamento Agroambiental**. Disponível em: <<http://www.srjundiai.com.br/>>. Acesso em: set.2005.

SOUZA, G. H. F.; BRITO, R. A. L.; DANTAS, J. N.; SOARES, J. M.; NASCIMENTO, T. **Desempenho do Distrito de Irrigação Senador Nilo Coelho** - **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.2, 2001. p.204-209

SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste; DNOCS – Departamento de Obras Contra Seca. **Arquivo do Projeto de Irrigação Araras**, Fortaleza, 1971.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2ed. Porto Alegre:UFRGS: ABRH, 1997. 943p.

UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAM (UNEP). **In Defense of the Earth - the basic texts on environment: Founex, Stokholm, Cocoyok**. Nairobi: UNEP, 1981. 119p.

VASCONCELOS, R. R.; TORRES FILHO, W. **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, 1994.

VENTURIM, J. B. **Gestão de resíduos orgânicos produzidos no meio rural: o caso do beneficiamento do café**, 2002, 102p., Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis.

VERDINELLI, M. A. **Análise inercial em ecologia**, 1980, 162p., Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade de São Paulo: São Paulo.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 3ed. São Paulo:Atlas, 1998.

VILLELA, G.A. Agricultura de precisão, sinal dos novos tempos. **Panorama Rural**, São Paulo, v.1, n.1, p.30-34, 1999.

WALKER, J.; ALEXANDER, D.; IRONS, C.; JONES, B.; PENRIDGE, H.; RAPPORT, D. **Catchment health indicators: an overview**. In: WALKER, J.; REUTER, D.J. Indicators of Catchment health: a technical perspective. Melbourne: CISRO, 1996. cap.1, p.3-18.

WUNDERLIN, D. A.; DÍAZ, M del P.; AMÉ, M. V.; PESCE, S. F.; HUED, A. C.; BISTONI, M. de L. A. Pattern recognition techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality. A case study: Suquía river basin (Córdoba-Argentina). **Water Research**, Amsterdam, v.35, n.1, p.2881-2894, 2001.

APÊNDICE A
FREQÜÊNCIAS ABSOLUTAS DOS INDICADORES –
PERÍMETRO IRIRGADO AYRES DE SOUSA

Respostas	Setor	Freqüências
I		42%
II		21%
III		36%
TOTAL		100%
Qdo. adquiriu a propriedade?		
Com o início do projeto		42%
Depois		58%
Possua experiência como irrigante?		
Sim		55%
Não		45%
Sem resposta		0%
O que fazia antes?		
Agrc. Sequeiro		47%
Pecuária		33%
Outros		0%
Sem resposta		20%
Área total		
> 10 ha		21%
10 < X ≤ 50		39%
> 50		24%
Sem resposta		15%
Área de Plantio		
< 50%		70%
≥ 50%		12%
100%		0%
Sem resposta		18%
Número de pessoas na família?		
≤ 5		64%
5 < X ≤ 10		24%
> 10		3%
Sem resposta		9%
Quantos filhos?		
0		0%
≤ 2		36%
> 2		55%
Sem resposta		12%

Respostas	Freqüências
Grau de Instrução	
Analfabeto	39%
1° Grau - Completo	18%
1° Grau - Incompleto	42%
2° Grau - Completo	0%
2° Grau - Incompleto	0%
Superior - Completo	0%
Superior - Incompleto	0%
Sem resposta	0%
Possui veículo próprio?	
Não	58%
Automóvel	6%
Automóvel c/ carroceria	0%
Motocicleta	36%
Sem resposta	0%
Há contratação de trabalhos temporários na propriedade:	
Sim	73%
Não	27%
Sem resposta	0%
Em que período do ano?	
1º Semestre	9%
2º Semestre	48%
Todo o ano	15%
Não	27%
Sem resposta	0%
Realiza trabalhos temporários fora da propriedade:	
Sim	12%
Não	88%
Sem resposta	0%
Em que período do ano?	
1º Semestre	0%
2º Semestre	0%
Todo o ano	75%
Sem resposta	25%
Quais as opções de trabalho ou emprego?	
Não há opção de trabalho	61%
Outros lotes	18%
Indústrias locais	21%

Respostas	Freqüências
Há atividades desenvolvidas pelos membros da família fora da propriedade?	
Filhos	
Sim	39%
Não	61%
Sem resposta	0%
Quais?	Em outros lotes; Indústria sobral
Esposa	
Sim	6%
Não	94%
Sem resposta	0%
Quais?	Industria sobral
Os filhos são envolvidos com o trabalho na propriedade?	
Sim	61%
Não	39%
Sem resposta	0%
Querem continuar o negócio da família?	
Sim	67%
Não	24%
Sem resposta	9%
Quais as formas de lazer da família?	
Jg bola	39%
Televisão	85%
Passeios	6%
Outros	6%
Sem resposta	0%
Esgotamento Sanitário?	
Fossa	85%
Rede Coletora	0%
Não há	15%
Sem resposta	0%
Qual o destino de lixo domiciliar?	
Enterrado	0%
Queimado	85%
Coletado	0%
Céu aberto	15%
Sem resposta	0%
Costuma lavar os alimentos frutas e verduras, antes de comê-las?	
Sim	100%
Qual o tratamento dado água de beber?	
Decantação; Hipoclorito de Sódio	9%
Filtração; Hipoclorito de Sódio	88%
Nenhum	3%
Sem resposta	0%

Respostas	Frequências
Costuma pescar?	
Sim - Açude	6%
Sim - Rio	18%
Sim - Açude ou Rio	0%
Não	76%
Sem resposta	0%
Costuma recolher madeira?	
Sim	85%
Não	15%
Sem resposta	0%
Cozinhar	75%
Fabricar carvão	7%
Vender a terceiros	4%
Outros	54%
Faz uso de venenos para o controle de pragas e doenças?	
Sim	100%
Não	0%
Nenhum cultivo atual ou em mata nativa	
Sim	15%
Não	85%
Área em descanso	
Sim	61%
Não	15%
Sem resposta	24%
Como consegue as sementes?	
Compra / Adquire	85%
Retira da propriedade	15%
Sem resposta	0%
Horário em que realiza irrigação:	
Dia	36%
Noite	0%
Dia e noite	61%
Sem resposta	3%
Faz consórcio?	
Sim	18%
Não	82%
Sem resposta	0%
Quais das seguintes técnicas utilizou na limpeza do terreno:	
Desm. Manual	61%
Desm. Mecanizado	33%
Desm. Man. + Mec.	0%
Sem resposta	6%

Respostas	Frequências
Faz queimadas?	
Não	42%
Faz Coivaras	18%
Prepara Aceiros	6%
Prep. Ac. + Coivaras	3%
Sem resposta	0%
Acompanha os trabalhos	
Sim	24%
Não ou sem resposta	76%
Quais das seguintes técnicas utilizou no preparo do solo:	
Gradagem	100%
Subsolagem	0%
Aração	64%
Outros	58%
Modalidade de equipamento utilizado no preparo do solo:	
Equip. Mecânico	100%
Equip. Manual	0%
Já realizou análises de solo?	
Sim	42%
Não	58%
Sem resposta	0%
Quando?	
2004	0%
2003	6%
2002	6%
Anos anteriores	27%
Não ou sem resposta	61%
Nota que o solo está ficando fraco?	
Sim	39%
Não	52%
Sem resposta	9%
Na sua propriedade existem sinais de erosão?	
Sim	6%
Não	94%
Sem resposta	0%
Nota o endurecimento do solo?	
Sim	39%
Não	61%
Sem resposta	0%
Existem locais onde não consegue mais produzir?	
Sim	39%
Não	61%
Sem resposta	0%

Respostas	Frequências
Nota perda de quantidade na sua produção?	
Sim	82%
Não	18%
Sem resposta	0%
Quais das seguintes práticas de conservação do solo utiliza:	
Utilizada bagana ou restos de plantas	27%
Quebra-Vento	18%
Plantio direto	21%
Planta sempre no mesmo terreno? (Rotatividade)	
Sim	70%
Não	0%
Sem resposta	30%
Muda a cultura?	
Sim	24%
Não	45%
Sem resposta	30%
Faz adubação?	
Química	30%
Orgânica (esterco de animais)	55%
Orgânica (resto de plantas)	24%
Não faz adubação	0%
Outros	0%
Como faz o armazenamento de adubos e venenos:	
Em casa	9%
Em local reservado	88%
Sobre extrado de madeira	0%
Matém fora do alcance de crianças e animais	70%
À ceu aberto	3%
Sob o chão	9%
Aviso de segurança	0%
Que tipo de equipamento usa para a aplicação de venenos?	
Aplicador Costal	100%
Usa EPI's	
Avental	3%
Botas	45%
Luvas	9%
Óculos	3%
Máscara	15%
Não	52%
Sem resposta	0%
Horários para aplicação de venenos?	
Manhã	91%
Tarde	33%
Noite	9%
Sem resposta	0%

Respostas	Freqüências
Quais os cuidados pessoais após a aplicação de venenos e adubos?	
Tomar banho	94%
Lava as roupas	76%
Lava as mãos	76%
Sem resposta	0%
Que faz com as embalagens dos venenos?	
Deixa no terreno	45%
Joga no lixão	21%
Devolve aos fornecedor	0%
Queima	33%
Enterra	0%
Armazena	3%
Sem resposta	0%
Qual a origem da água utilizada na Irrigação?	
Açude / canal	100%
Qual a origem da água utilizada no consumo doméstico?	
Concessionária local	100%
Existe cota de água para cada produtor?	
Sim	0%
Não	100%
Como determina a quantidade de água por cultura?	
Não determina	73%
Qualquer metodologia	27%
Sem resposta	0%
As fontes de água ofertadas pelo perímetro ou existentes na sua propriedade apresentam sinais de poluição?	
Mau cheiro	55%
Gosto ruim/salobra	39%
Presença de óleo	0%
Alteração de cor	73%
Sólidos em suspensão / lodo	6%
Não	9%
Sem resposta	0%
Ocorre falta de água?	
Sim	21%
Não	79%
Sem resposta	0%
Para onde vão as águas usadas para lavagem de equipamentos e produtos:	
Lançadas no terreno	82%
Não lava os equip.	9%
Sem resposta	0%

Respostas	Freqüências
Recebe assistência técnica?	
Sim	39%
Não	61%
Sem resposta	0%
De quem	
Perímetro	0%
Outros órgãos (gratuita)	51%
Outros órgãos (paga)	0%
Com que freqüência?	
Casual 100%	
Quais os principais problemas que vem enfrentado na comercialização do(s) produto(s)?	
Atravessadores	33%
Baixa nas vendas	18%
Não tem problemas	42%
Preços baixos	27%
Só produz o suficiente para comer	6%
Sem resposta	0%
Qual a sua opinião sobre o perímetro:	
Boa	33%
Regular	45%
Ruim	21%
Sem resposta	0%
Aperfeiçoamento técnico	
36%	

**FREQÜÊNCIAS ABSOLUTAS DOS INDICADORES –
PERÍMETRO IRIRGADO ARARAS NORTE**

Respostas	Freqüências
Setor	
II	53%
IV	47%
TOTAL	100%
Qdo. adquiriu a propriedade?	
Com o início do projeto	81%
Depois	19%
Possua experiência como irrigante?	
Sim	17%
Não	79%
Sem resposta	4%
O que fazia antes?	
Agrc. Sequeiro	54%
Comerc.	17%
Outros	29%
Sem resposta	6%
Área total	
7	64%
11	11%
Outros	23%
Sem resposta	2%
Área de Plantio	
< 50%	19%
≥ 50%	79%
100%	30%
Sem resposta	2%
Número de pessoas na família?	
≤ 5	62%
5 < X ≤ 10	30%
> 10	2%
Sem resposta	9%
Quantos filhos?	
0	6%
≤ 2	43%
> 2	40%
Sem resposta	11%

Respostas	Freqüências
Grau de Instrução	
Analfabeto	23%
1º Grau - Completo	6%
1º Grau - Incompleto	38%
2º Grau - Completo	15%
2º Grau - Incompleto	2%
Superior - Completo	6%
Superior - Incompleto	4%
Sem resposta	4%
Possui veículo próprio?	
Não	9%
Automóvel	4%
Automóvel c/ carroceria	21%
Motocicleta	51%
Sem resposta	4%
Há contratação de trabalhos temporários na propriedade:	
Sim	85%
Não	15%
Sem resposta	0%
Em que período do ano?	
1º Semestre	4%
2º Semestre	4%
Todo o ano	64%
Não	28%
Sem resposta	0%
Realiza trabalhos temporários fora da propriedade:	
Sim	9%
Não	70%
Sem resposta	21%
Em que período do ano?	
1º Semestre	50%
2º Semestre	0%
Todo o ano	0%
Sem resposta	50%
Quais as opções de trabalho ou emprego?	
Não há opção de trabalho	57%
Comércio	9%
Sem resposta	30%

Respostas	Freqüências
Há atividades desenvolvidas pelos membros da família fora da propriedade?	
Filhos	
Sim	17%
Não	77%
Sem resposta	6%
Quais?	Diversos
Mulher	
Sim	2%
Não	91%
Sem resposta	6%
Quais?	Empregada doméstica
Os filhos são envolvidos com o trabalho atual?	
Sim	40%
Não	51%
Sem resposta	11%
Querem continuar o negócio da família?	
Sim	55%
Não	28%
Sem resposta	17%
Quais as formas de lazer da família?	
Joga bola	21%
Televisão	66%
Passeios	17%
Outros	6%
Sem resposta	17%
Esgotamento Sanitário?	
Fossa	79%
Rede Coletora	2%
Não há	19%
Sem resposta	0%
Qual o destino de lixo domiciliar?	
Enterrado	4%
Queimado	62%
Coletado	11%
Céu aberto	21%
Sem resposta	2%
Costuma lavar os alimentos frutas e verduras, antes de comê-las?	
Sim	100%
Qual o tratamento dado água de beber?	
Filtração	47%
Filtração + Hipoclorito de Sódio	23%
Nenhum	9%
Sem resposta	21%

Respostas	Freqüências
Costuma pescar?	
Sim - Açude	6%
Sim - Rio	9%
Sim - Açude ou Rio	6%
Não	79%
Sem resposta	0%
Costuma recolher madeira?	
Sim	45%
Não	55%
Sem resposta	0%
Cozinhar	95%
Fabricar carvão	0%
Vender a terceiros	0%
Outros	24%
Faz uso de venenos para o controle de pragas e doenças?	
Sim	100%
Não	0%
Nenhum cultivo atual ou em mata nativa	
Sim	11%
Não ou sem resposta	89%
Área em descanso	
Sim	49%
Não	43%
Sem resposta	9%
Como consegue as sementes?	
Compra / Adquire	81%
Retira da propriedade	4%
Sem resposta	19%
Horário em que realiza irrigação:	
Dia	100%
Noite	0%
Dia e noite	0%
Sem resposta	0%
Faz consórcio?	
Sim	55%
Não	45%
Sem resposta	0%
Quais das seguintes técnicas utilizou na limpeza do terreno:	
Desm. Manual	15%
Desm. Mecânizado	66%
Desm. Man. + Mec.	4%
Sem resposta	15%

Respostas	Frequências
Faz queimadas?	
Não	51%
Faz Coivaras	36%
Prepara Aceiros	2%
Prep. Ac. + Coivaras	2%
Sem resposta	9%
Acompanha os trabalhos	
Sim	0%
Não ou sem resposta	100%
Quais das seguintes técnicas utilizou no preparo do solo:	
Gradagem	94%
Subsolagem	0%
Aração	72%
Outros	2%
Modalidade de equipamento utilizado no preparo do solo:	
Equip. Mecânico	100%
Equip. Manual	0%
Já realizou análises de solo?	
Sim	81%
Não	19%
Sem resposta	0%
Quando?	
2004	51%
2003	4%
2002	6%
Anos anteriores	38%
Não ou sem resposta	9%
Nota que o solo está ficando fraco?	
Sim	0%
Não	70%
Sem resposta	30%
Na sua propriedade existem sinais de erosão?	
Sim	15%
Não	85%
Sem resposta	0%
Nota o endurecimento do solo?	
Sim	23%
Não	77%
Sem resposta	0%
Existem locais onde não consegue mais produzir?	
Sim	38%
Não	62%
Sem resposta	2%

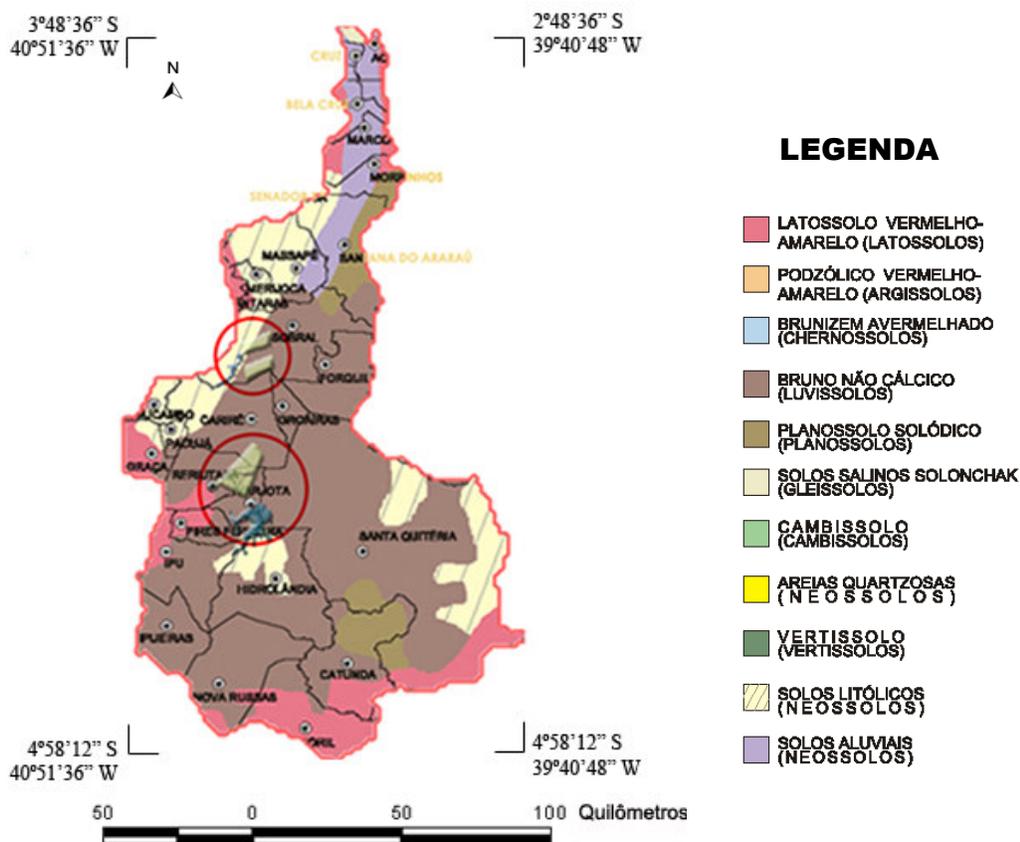
Respostas	Frequências
Nota perda de quantidade na sua produção?	
Sim	38%
Não	62%
Sem resposta	2%
Quais das seguintes práticas de conservação do solo utiliza:	
Utilizada bagana ou restos de plantas	72%
Quebra-Vento	21%
Plantio direto	0%
Planta sempre no mesmo terreno? (Rotatividade)	
Sim	53%
Não	2%
Sem resposta	45%
Muda a cultura?	
Sim	17%
Não	38%
Sem resposta	45%
Faz adubação?	
Química	79%
Orgânica (esterco de animais)	98%
Orgânica (resto de plantas)	45%
Não faz adubação	0%
Outros	0%
Como faz o armazenamento de adubos e venenos:	
Em casa	23%
Em local reservado	0%
Sobre extrado de madeira	32%
Matém fora do alcance de crianças e animais	70%
À ceu aberto	6%
Sob o chão	21%
Aviso de segurança	2%
Que tipo de equipamento usa para a aplicação de venenos?	
Aplicador Costal	100%
Usa EPI's	
Avental	51%
Botas	74%
Luvax	74%
Óculos	47%
Máscara	89%
Não	2%
Sem resposta	2%
Horários para aplicação de venenos?	
Manhã	81%
Tarde	64%
Noite	2%
Sem resposta	6%

Respostas	Frequências
Quais os cuidados pessoais após a aplicação de venenos e adubos?	
Tomar banho	94%
Lava as roupas	79%
Lava as mãos	57%
Sem resposta	2%
Que faz com as embalagens dos venenos?	
Deixa no terreno	23%
Joga no lixão	15%
Devolve ao fornecedor	13%
Queima	34%
Enterra	11%
Armazena	15%
Sem resposta	2%
Qual a origem da água utilizada na Irrigação?	
Açude / canal	100%
Qual a origem da água utilizada no consumo doméstico?	
Açude / canal	6%
Cacimba / Pç profundo	53%
Fornecedora local	40%
Outros	4%
Sem resposta	2%
Existe cota de água para cada produtor?	
Sim	17%
Não	83%
Sem resposta	0%
Sistema de irrigação	
Aspersão	49%
Micro-aspersão	43%
Sem resposta	8%
Total	
Como determina a quantidade de água por cultura?	
Não determina	62%
Qualquer metodologia	34%
Sem resposta	4%
As fontes de água ofertadas pelo perímetro ou existentes na sua propriedade apresentam sinais de poluição?	
Mau cheiro	34%
Gosto ruim/salobra	4%
Presença de óleo	0%
Alteração de cor	34%
Sólidos em suspensão / lodo	6%
Não	17%
Sem resposta	21%

Respostas	Freqüências
Ocorre falta de água?	
Sim	6%
Não	91%
Sem resposta	2%
Para onde vão as águas usadas para lavagem de equipamentos e produtos:	
Lançadas no terreno	94%
Não lava os equip.	2%
Sem resposta	4%
Recebe assistência técnica?	
Sim	34%
Não	62%
Sem resposta	4%
De quem	
Perímetro	2%
Outros órgãos (gratuita)	19%
Outros órgãos (paga)	13%
Sem resposta	66%
Com que freqüência?	
Mensal 31%	
Quais os principais problemas que vem enfrentado na comercialização do(s) produto(s)?	
Atravessadores	11%
Baixa nas vendas	6%
Não tem problemas	4%
Preços baixos	15%
Outros	4%
Sem resposta	4%
Qual a sua opinião sobre o perímetro:	
Boa	45%
Regular	34%
Ruim	17%
Sem resposta	4%
Aperfeiçoamento técnico	
62%	

APÊNDICE B

CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS



CLASSES DE SOLOS (adaptado de IPLANCE, 1995)

Observando as classificações de solos acima, os perímetros encontram-se, principalmente, sob manchas de solos bruno não calcico (luvissois), uma parcela sob a do perímetro Ayres de Souza sob litólicos (neossolos) e, uma parcela mínima do perímetro Araras Norte sob latossolo vermelho-amarelo (latossolos).

SOLOS BRUNO NÃO CALCICO (LUVISSOLOS)

Constituírem solos de alta fertilidade natural e com bastante reserva mineral, porém apresentam forte limitação ao uso agrícola, pela falta d'água, além de serem muito susceptíveis à erosão, mostrando, freqüentemente, pedregosidade superficial e, muitas vezes, dentro da massa do solo, dificultando, em muito, a mecanização. (FUNCEME, 2005).

LITÓLICOS (NEOSSOLOS)

Compreende solos pouco desenvolvidos, rasos a muito rasos, possuindo, apenas, um horizonte assente, diretamente, sobre a rocha, ou sobre materiais desta rocha. Possuem drenagem variando de moderada a acentuada e são, comumente, bastante susceptíveis à erosão, em decorrência de sua reduzida espessura. São solos de baixo potencial para uso agrícola, limitados pela falta d'água e risco de salinização (FUNCEME, 2005).

VERMELHO-AMARELO (LATOSSOLOS)

Possuem dominância das frações areia e/ou argila, sendo a textura, predominantemente média (raramente cascalhenta); os teores de silte são, normalmente, baixos, em decorrência do estágio avançado de intemperização. São, normalmente, bastante resistentes à erosão, em decorrência da baixa mobilidade da fração argila, do alto grau de flocculação e da grande permeabilidade e porosidade. A maior limitação ao uso agrícola destes solos decorre de sua baixa fertilidade natural e forte acidez, porém são fisicamente bons, ou seja, são profundos e porosos, de textura, em grande parte, média e relevo, predominantemente, plano e suave ondulado, o qual propicia o uso de mecanização. Além da baixa fertilidade, situam-se, por vezes, em áreas sob condição de clima seco, com baixas precipitações pluviométricas e, de um modo geral, são solos ácidos a fortemente ácidos que requerem, além de adubação, corretivos e irrigação (FUNCEME, 2005).

APÊNDICE C
MODELO DE QUESTIONÁRIO APLICADO AO IRRIGANTE

ANÁLISE DE IMPACTOS ECONÔMICO, AMBIENTAL E SOCIAL NAS REGIÕES DE CAATINGA DO
NORDESTE DO BRASIL

BACIA DO ACARAÚ

PERÍMETRO _____
MUNICÍPIO - UF: _____

GPS – PONTO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE
-------------	----------	-----------	----------

PRODETAB 2002

ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE DE AGROECOSSISTEMAS
PRODUTOR AGRICOLA

QUESTIONÁRIO Nº _____
IDENTIFICAÇÃO DO LOTE _____
DATA: ____/____/____:

NOME DO ENTREVISTADO: _____

NOME DO ENTREVISTADOR : _____

Observações:

QUANDO ADQUIRIU A PROPRIEDADE ?

COM O ÍNICIO DO PROJETO

DEPOIS - HÁ _____ ANOS

JÁ TINHA EXPERIENCIA COMO IRRIGANTE ?

SIM

NÃO – O QUE VOCÊ FAZIA ANTES: _____

ÁREA TOTAL: _____ hectares

ÁREA DE PLANTIO: _____ hectares

1. NÚMERO DE PESSOAS NA FAMÍLIA? _____ QUANTOS FILHOS: _____
2. GRAU DE INSTRUÇÃO: <input type="checkbox"/> 1º GRAU - <input type="checkbox"/> COMPLETO - <input type="checkbox"/> INCOMPLETO (DO RESPONSÁVEL <input type="checkbox"/> 2º GRAU - <input type="checkbox"/> COMPLETO - <input type="checkbox"/> INCOMPLETO PELA PROPRIEDADE) <input type="checkbox"/> SUPERIOR - <input type="checkbox"/> COMPLETO - <input type="checkbox"/> INCOMPLETO
3. POSSUI VEÍCULO PRÓPRIO? <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> MOTOCICLETA <input type="checkbox"/> AUTOMÓVEL C/ <input type="checkbox"/> CARROCERIA
4. HÁ CONTRATAÇÃO DE TRABALHOS TEMPORÁRIOS NA PROPRIEDADE: <input type="checkbox"/> SIM - EM QUE MESES DO ANO? J F M A M J J A S O N D <input type="checkbox"/> NÃO

5. REALIZA TRABALHOS TEMPORÁRIOS FORA DA PROPRIEDADE:			
<input type="checkbox"/> SIM - EM QUE MESES DO ANO? J F M A M J J A S O N D <input type="checkbox"/> NÃO			
6. QUAIS AS OPÇÕES DE TRABALHO OU EMPREGO ? - ABORDAR: OFERTA E DEMANDA.			

7. HÁ ATIVIDADES DESENVOLVIDAS PELOS MEMBROS DA FAMÍLIA FORA DA PROPRIEDADE?			
FILHOS	<input type="checkbox"/> SIM - QUAIS: _____	<input type="checkbox"/> NÃO	
MULHER	<input type="checkbox"/> SIM - QUAIS: _____	<input type="checkbox"/> NÃO	
COMENTÁRIOS: _____			
8. OS FILHOS SÃO ENVOLVIDOS COM O TRABALHO ATUAL? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO			
9. QUEREM CONTINUAR O NEGÓCIO DA FAMÍLIA? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO			
COMENTÁRIOS: _____			
10. QUAIS AS FORMAS DE LAZER DA FAMÍLIA? <input type="checkbox"/> JG BOLA <input type="checkbox"/> TELEVISÃO <input type="checkbox"/> PASSEIOS			
OUTROS: _____			
11. ESGOTAMENTO SANITÁRIO:			
<input type="checkbox"/> FOSSA <input type="checkbox"/> REDE COLETORA <input type="checkbox"/> NÃO HÁ <input type="checkbox"/> OUTROS _____			
12. QUAL O DESTINO DO LIXO DOMICILIAR?			
<input type="checkbox"/> COLETADO <input type="checkbox"/> QUEIMADO <input type="checkbox"/> ENTERRADO <input type="checkbox"/> CÉU ABERTO <input type="checkbox"/> OUTROS			
13. COSTUMA LAVAR OS ALIMENTOS FRUTAS E VERDURAS, ANTES DE COMÊ-LAS?			
<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO			
14. QUAL O TRATAMENTO DADO A ÁGUA DE BEBER?			
<input type="checkbox"/> FILTRAÇÃO <input type="checkbox"/> FERVURA <input type="checkbox"/> NENHUM <input type="checkbox"/> OUTROS: _____			
15. QUAIS PROBLEMAS DE SAÚDE VOCÊ E SUA FAMÍLIA TEM ENFRENTADO?			

16. COSTUMA A PESCAR? <input type="checkbox"/> SIM – ONDE: _____ <input type="checkbox"/> NÃO			
17. COSTUMA RECOLHER MADEIRA: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO			
<input type="checkbox"/> COZINHAR <input type="checkbox"/> FABRICAR CARVÃO <input type="checkbox"/> VENDER A TERCEIROS			
<input type="checkbox"/> OUTROS: _____			
CULTIVOS / ÁREAS			
ORDEM	CULTURAS	ÁREA	PRODUÇÃO / PREÇO UNIT.
A			
B			
SEM NENHUM CULTIVO ATUAL OU EM MATA NATIVA			ÁREA EM DESCANSO <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO

COMO VOCÊ OBTEM AS SEMENTES?

18. FAZ USO DE VENENOS PARA O CONTROLE DE PRAGAS E DOENÇAS ? SIM NÃO

CULTURA	VENENOS	SISTEMA DE IRRIGAÇÃO	HORÁRIO
A			
B			

HORÁRIO EM QUE REALIZA A IRRIGAÇÃO: (M) MANHÃ (T) TARDE (N) NOITE

OBSERVAÇÕES: _____

19. FAZ CONSÓRCIO? SIM NÃO

QUAIS CULTURAS: & - &
 COMO É FEITO O CONSORCIO? _____

20. QUAIS DAS SEGUINTE TÉCNICAS UTILIZOU NA LIMPEZA DO TERRENO:

DESMATAMENTO MANUAL DESMATAMENTO MECANIZADO FAZ QUEIMADAS PREPARA ACEIROS FAZ COIVARAS ACOMPANHA ESSES TRABALHOS

21. QUAIS DAS SEGUINTE TÉCNICAS UTILIZOU NO PERPARO DO SOLO:

GRADAGEM SUBSOLAGEM ARAÇÃO OUTROS: _____

COM: EQUIP COM TRAÇÃO ANIMAL OU EQUIPAMENTO MECANIZADO

22. JÁ REALIZOU ANÁLISES DE SOLO?

SIM - QUANDO? _____

NÃO → NOTA QUE O SOLO ESTA FICANDO FRACO.

23. NA SUA PROPRIEDADE HÁ SULCOS, GROTAS OU VOÇOROCAS? SIM NÃO

24. EXISTEM SINAIS DE ENDURECIMENTO DO SOLO? SIM NÃO

25. EXISTEM LOCAIS ONDE NÃO CONSEGUE MAIS PRODUIR? SIM - SOLO SALINO NÃO

26. NOTA PERDA DE QUANTIDADE NA SUA PRODUÇÃO? SIM NÃO

PORQUE? _____

27. QUAIS DAS SEGUINTE PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO UTILIZA:

UTILIZA BAGANA OU RESTOS DE PLANTAS QUEBRA-VENTO PLANTIO DIRETO PLANTA SEMPRE NO MESMO TERRENO - MUDA A CULTURA: SIM NÃO

28. FAZ ADUBAÇÃO?

<input type="checkbox"/> QUÍMICA	<input type="checkbox"/> ÔGÁNICA COM ESTERCO DE ANIMAIS	<input type="checkbox"/> ORGÂNICA COM RESTO DE PLANTAS	<input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> OUTROS: _____
----------------------------------	---	--	------------------------------	--

29. COMO FAZ O ARMAZENAMENTO DE ADUBOS E VENENOS:

EM CASA EM LOCAL RESERVADO A CEU ABERTO SOBRE EXTRADO DE MADEIRA SOBRE O CHÃO MATEM FORA DO ALCANCE DE CRIANÇAS E ANIMAIS AVISO DE SEGURANÇA

30. QUE TIPO DE EQUIPAMENTO USA NA APLICAÇÃO? _____	31. USA PROTEÇÃO: <input type="checkbox"/> AVENTAL <input type="checkbox"/> BOTAS
	<input type="checkbox"/> LUVAS <input type="checkbox"/> ÓCULOS <input type="checkbox"/> MASCARA
32. HORÁRIOS PARA APLICAÇÃO DE VENENOS? <input type="checkbox"/> MANHÃ <input type="checkbox"/> TARDE <input type="checkbox"/> NOITE	
33. QUAIS OS CUIDADOS PESSOAIS APÓS A APLICAÇÃO DE VENENOS OU ADUBOS? <input type="checkbox"/> TOMA BANHO <input type="checkbox"/> LAVA AS ROUPAS <input type="checkbox"/> LAVA AS MÃOS <input type="checkbox"/> NENHUM <input type="checkbox"/> OUTRO	
34. QUE FAZ COM AS EMBALAGENS DOS VENENOS? <input type="checkbox"/> DEIXA NO TERRENO DEPOIS ENTERRA <input type="checkbox"/> JOGA NO LIXÃO <input type="checkbox"/> DEVOLVE AO FORNECEDOR <input type="checkbox"/> REUTILIZA <input type="checkbox"/> OUTROS: _____	
35. QUAL A ORIGEM DA ÁGUA UTILIZADA: _____ - QUAL A PROF.? - IRRIGAÇÃO: <input type="checkbox"/> AÇUDE/CANAL <input type="checkbox"/> LAGOA <input type="checkbox"/> CACIMBA /POÇO PROFUNDO _____ m - DOMÉSTICO: <input type="checkbox"/> AÇUDE/CANAL <input type="checkbox"/> CAGECE <input type="checkbox"/> LAGOA <input type="checkbox"/> CACIMBA /PÇ PROF. _____ m COMENTÁRIO: _____	
36. EXISTE UMA COTA DE ÁGUA PARA CADA PRODUTOR? <input type="checkbox"/> SIM – QUAL É? _____ <input type="checkbox"/> NÃO	
37. COMO DETERMINA A QUANTIDADE DE ÁGUA APLICADA POR CULTURA?	
38. AS FONTES DE ÁGUA OFERTADAS PELO PERÍMETRO OU EXISTENTE NA SUA PROPRIEDADE APRESENTAM SINAIS DE: <input type="checkbox"/> OUTROS: _____ <input type="checkbox"/> MAU CHEIRO; <input type="checkbox"/> GOSTO RUIM/SALOBRA; <input type="checkbox"/> PRESENÇA DE ÓLEO; <input type="checkbox"/> ALTERAÇÃO NA COR	
39. OCORRE FALTA DE ÀGUA ? <input type="checkbox"/> SIM - EM QUE MESES DO ANO? J F M A M J J A S O N D <input type="checkbox"/> NÃO	
40. PARA ONDE VÃO AS ÁGUAS USADAS PARA LAVAGEM DE EQUIPAMENTOS E PRODUTOS: <input type="checkbox"/> REUTILIZADAS <input type="checkbox"/> LANÇADAS NO TERRENO <input type="checkbox"/> LANÇADAS NO DRENO <input type="checkbox"/> OUTROS	
41. RECEBE ASSISTÊNCIA TÉCNICA? <input type="checkbox"/> SIM SOBRE O QUE? _____ DE QUEM ? _____ <input type="checkbox"/> NÃO COM QUE FREQUÊNCIA: _____	
42. QUAIS OS PRINCIPAIS PROBLEMAS QUE VEM ENFRENTANDO NA COMERCIALIZAÇÃO DO(S) PRODUTO(S) ? <input type="checkbox"/> SÓ PRODUZ O SUFICIENTE PARA COMER <input type="checkbox"/> NÃO TEM PROBLEMAS <input type="checkbox"/> ATRAVESSADORES <input type="checkbox"/> BAIXA NAS VENDAS <input type="checkbox"/> OUTROS: _____	
43. QUAL A SUA OPNIÃO SOBRE O PERÍMETRO: <input type="checkbox"/> BOA <input type="checkbox"/> REGULAR <input type="checkbox"/> RUIM - TEM ALGUMA COISA QUE POSSA SER FEITA PARA MELHORAR. _____ _____ _____	

44. TREINAMENTO QUE GOSTARIA DE RECEBER?

- ORGANIZAÇÃO DOS PRODUTORES (ASSOCIAÇÃO/COOPERATIVAS)
- TÉCNICAS DE PRODUÇÃO E CULTIVO _____
- CONSERVAÇÃO DO SOLO
- APLICAÇÃO DE PESTICIDAS
- CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS E DOENÇAS
- OUTROS _____

OBSERVAÇÕES:

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)