

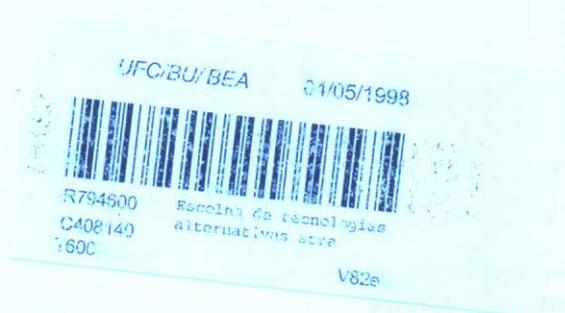
ESCOLHA DE TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS ATRAVÉS DA TEORIA DOS JOGOS PARA A
AGRICULTURA DO MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL-RN.

Tales Wanderley Vital

AC 21612



Dissertação apresentada ao Departam
ento de Economia Agrícola do Cent
ro de Ciências Agrárias da Univers
idade Federal do Ceará, como part
e das exigências para obtenção do
Grau de Mestre.



Fortaleza-Ceará-BRASIL

JANEIRO/1978.



A meus pais, ALDO e ELISABETH.
A MARCISE, minha esposa.
A MARCELO, meu filho.

AGRADECIMENTOS

Ao término deste trabalho, apresentamos os mais sinceros agradecimentos às instituições que contribuíram para a sua realização:

- . Comissão Estadual de Planejamento Agrícola - CEPA/RN, pela ajuda técnica e financeira;
- . Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Norte - EMATER/RN, pela minha liberação e manutenção durante o curso;
- . Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE, pelo fornecimento dos dados básicos;
- . Departamento de Organização e Processamento, do Banco do Nordeste do Brasil S/A., pelo processamento dos dados.
- . Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP.
- . Universidade Federal do Ceará - Departamento de Economia Agrícola.

Antes e durante a execução das diferentes etapas dessa pesquisa, algumas pessoas se tornaram merecedoras de nossos agradecimentos:

- . JOÃO VICENTE FELJÃO NETO, na época, Secretário Executivo da ANCAR/RN (incorporada a EMATER/RN), por ter me indicado para esse curso.
- . JOÃO BRÍGIDO BEZERRA LIMA, Coordenador Geral da CEPA/RN, pela amizade, confiança e apoio.
- . Professor ROBERTO CLÁUDIO DE ALMEIDA CARVALHO, amigo e orientador deste trabalho, pela confiança, apoio, estímulo e compreensão.
- . Professores IZAIRTON MARTINS DO CARMO, PAULO ROBERTO SILVA e MICHAEL T. WEBER pela atenção, críticas, correções e sugestões.

- . Professores ROGER WILLIAN FOX e JOHN HOUSTON SANDERS JR. pelas críticas, sugestões e presença na banca de defesa de tese.
- . Professor MAURO BARROS GONDIM pela atenção, apoio e amizade.
- . Aos amigos HENRIQUE ROBERTO CORRÊA AUTRAN e RODOLFO JOSÉ DE LIRA GONDIM pelas sugestões e revisão da ortografia.
- . A todos os amigos e colegas de curso, principalmente a ALFREDO ARRUDA BRANCO, ANTÔNIO HÉLIO DE MENEZES, HÍRCIO ISMAR SANTANA FERREIRA, JOÃO BARBOSA DE LUCENA, JOÃO BOSCO SARAIVA CÂMARA e RAIMUNDO LEOPOLDO FROTA MONT'ALVERNE pela confiança, estímulo, compreensão e colaboração recebida.
- . Às senhoritas CELINA LEÃO PRADO, LENIR LOPES BACELAR e MARIA LUIZA ARAUJO CAVALCANTI, funcionárias do Departamento de Economia Agrícola da UFC, pela prestimosidade no atendimento.
- . Ao Professor ANTÔNIO CLÉCIO FONTELES THOMAZ e colegas ANTÔNIO SALUSTIANO DE MEDEIROS, JOSÉ E. E. DE PAIVA, CARLOS AUGUSTO S. DE MENESES, WALYRIS R. FERREIRA, pelo atendimento cordial durante a fase de processamento dos dados.

Finalmente, a todos que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização dessa pesquisa o autor agradece penhoradamente.

C O N T E Ú D O

	<u>PÁGINA</u>
LISTA DOS QUADROS	ix
QUADROS DOS APÊNDICES	xiii
 CAPÍTULO	
I. - INTRODUÇÃO	1
1.1. - <u>O Problema e sua Importância</u>	1
1.2. - <u>Objetivos</u>	4
II. - MATERIAL	6
2.1. - <u>Descrição da Área de Estudo</u>	6
2.2. - <u>Fontes dos Dados</u>	12
2.3. - <u>A Fazenda Típica</u>	15
2.3.1. - Tamanho do Imóvel	17
2.3.2. - Uso Atual	18
2.3.3. - Agricultura	19
2.3.4. - Pecuária	21
2.3.5. - Fertilidade das Terras	21
2.3.6. - Ocupação da Mão-de-Obra	23
2.3.7. - Benfeitorias	25
2.3.8. - Renda Líquida	26
III. - METODOLOGIA	28
3.1. - <u>Modelos para Avaliar Tecnologias sob Risco</u>	28
3.1.1. - Funções de Utilidade	32
3.2. - <u>A Teoria dos Jogos como Instrumento de Análise</u> ...	35
3.2.1. - O Modelo do Jogo	38
3.2.2. - Relação entre a PL e o Modelo do Jogo ...	42
3.2.3. - Critérios de Decisão	43

CAPÍTULO	<u>PÁGINA</u>
3.3. - Formulação e Especificação do Modelo Básico	62
3.3.1. - Estados da Natureza	62
3.3.2. - Elementos da Programação Linear	63
3.3.2.1. - Recursos Restritivos	64
3.3.2.2. - Atividades e Coeficientes Técnicos	69
3.3.2.3. - A Função Objetivo	78
3.3.3. - A Matriz Propriamente Dita	80
IV. - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	88
4.1. - <u>Escolha das Estratégias do Agricultor</u>	88
4.2. - <u>Planos Selecionados</u>	94
4.2.1. - Renda Líquida	94
4.2.2. - Combinação de Atividades	96
4.2.3. - Recursos Utilizados	101
4.2.3.1. - Terra	101
4.2.3.2. - Mão-de-Obra	104
4.2.3.3. - Capital	108
V. - CONCLUSÕES E SUGESTÕES	112
5.1. - <u>Quanto ao Objetivo da Montagem do Modelo do Jogo</u> ..	112
5.2. - <u>Quanto ao Objetivo de Selecionar os Critérios de Decisão</u>	113
5.3. - <u>Quanto ao Objetivo de Analisar os Planos Selecionados</u>	114
5.3.1. - A Consistência dos Planos	114
5.3.2. - A Utilização dos Recursos	116
5.4. - <u>Quanto ao Objetivo de Oferecer Orientação Técnica</u> .	119
5.5. - <u>Quanto ao Objetivo de Avaliar a Metodologia Empregada</u>	121
VI. - RESUMO	123
BIBLIOGRAFIA CITADA	127

APÊNDICE A - Rendimento das Culturas em Relação à Variações Plu-
viométricas e à Fertilidade dos Solos no Estabeleci-
mento Agrícola Típico. 133

APÊNDICE B - Retornos Líquidos das Atividades Produtivas do Mode-
lo, sob os Diferentes Estados da Natureza, Tipos de
Solos e Técnicas de Produção Empregadas. 146

APÊNDICE C - Forma de Calcular os Retornos Líquidos de Um Plano
Ótimo sob Determinado Estado da Natureza, Quando
Esse Plano é Exposto aos Demais Estados. 165

APÊNDICE D - Rendas Líquidas, Atividades Seleccionadas e Recursos
Utilizados pelos Planos Ótimos sob os Diferentes Es-
tados da Natureza. 167

APÊNDICE E - Rendas Líquidas das Atividades Seleccionadas e Recursos
Utilizados pelos Planos Ótimos sob os Diferentes Estados da Natureza,
para o Estado Ótimo - 1971. 171

APÊNDICE F - Rendas Líquidas das Atividades Seleccionadas e Recursos
Utilizados pelos Planos Ótimos sob os Diferentes Estados da Natureza,
para o Estado Ótimo - 1972. 175

APÊNDICE G - Rendas Líquidas das Atividades Seleccionadas e Recursos
Utilizados pelos Planos Ótimos sob os Diferentes Estados da Natureza,
para o Estado Ótimo - 1973. 179

APÊNDICE H - Rendas Líquidas das Atividades Seleccionadas e Recursos
Utilizados pelos Planos Ótimos sob os Diferentes Estados da Natureza,
para o Estado Ótimo - 1974. 183

APÊNDICE I - Rendas Líquidas das Atividades Seleccionadas e Recursos
Utilizados pelos Planos Ótimos sob os Diferentes Estados da Natureza,
para o Estado Ótimo - 1975. 187

APÊNDICE J - Rendas Líquidas das Atividades Seleccionadas e Recursos
Utilizados pelos Planos Ótimos sob os Diferentes Estados da Natureza,
para o Estado Ótimo - 1976. 191

APÊNDICE K - Rendas Líquidas das Atividades Seleccionadas e Recursos
Utilizados pelos Planos Ótimos sob os Diferentes Estados da Natureza,
para o Estado Ótimo - 1977. 195

APÊNDICE L - Rendas Líquidas das Atividades Seleccionadas e Recursos
Utilizados pelos Planos Ótimos sob os Diferentes Estados da Natureza,
para o Estado Ótimo - 1978. 199

APÊNDICE M - Rendas Líquidas das Atividades Seleccionadas e Recursos
Utilizados pelos Planos Ótimos sob os Diferentes Estados da Natureza,
para o Estado Ótimo - 1979. 203

APÊNDICE N - Rendas Líquidas das Atividades Seleccionadas e Recursos
Utilizados pelos Planos Ótimos sob os Diferentes Estados da Natureza,
para o Estado Ótimo - 1980. 207

LISTA DOS QUADROS

QUADRO		<u>PÁGINA</u>
01	São Miguel-RN. Estrutura Fundiária por Classes de Tamanho dos Imóveis Rurais	10
02	São Miguel-RN. Produção Agrícola - 1973	11
03	São Miguel-RN. Efetivo dos Rebanhos em Número e Valor - 1973	12
04	São Miguel-RN. Distribuição dos Questionários Aplicados por Estrato de Tamanho das Fazendas - 1973	13
05	São Miguel-RN. Área do Estabelecimento Agrícola Típico - 1973	17
06	São Miguel-RN. Uso das Terras do Estabelecimento Agrícola Típico - 1973	19
07	São Miguel-RN. Culturas Isoladas e Consorciadas Existentes no Estabelecimento Agrícola Típico - 1973	20
08	São Miguel-RN. Composição do Rebanho do Estabelecimento Agrícola Típico - 1973	22
09	São Miguel-RN. Fertilidade das Terras do Estabelecimento Agrícola Típico - 1973	23
10	São Miguel-RN. Utilização Anual de Mão-de-Obra pelo Estabelecimento Agrícola Típico - 1973	24
11	São Miguel-RN. Valor das Benfeitorias Existentes no Estabelecimento Agrícola Típico (Dados de 1973 Corrigidos para 1976)	25
12	São Miguel-RN. Renda Líquida Anual do Estabelecimento Agrícola Típico (Dados de 1973 Corrigidos para 1976)..	26

QUADRO

PÁGINA

13	São Miguel-RN. Critérios de Decisão Aplicados aos Planos Definidos para os Estabelecimentos Agrícolas Típicos	62
14	São Miguel-RN. Tipos de Estados da Natureza Definidos em Função da Queda Pluviométrica	63
15	São Miguel-RN. Recursos Restritivos do Estabelecimento Agrícola Típico	65
16	São Miguel-RN. Coeficientes Técnicos das Culturas e Consórcios com Tecnologia Atual	71
17	São Miguel-RN. Coeficientes Técnicos das Novas Culturas e Consórcios com Tecnologia Atual	72
18	São Miguel-RN. Coeficientes Técnicos das Culturas e Consórcios Tradicionais com Tecnologia Nova	73
19	São Miguel-RN. Coeficientes Técnicos das Novas Culturas e Consórcios com Tecnologia Nova	74
20	São Miguel-RN. Coeficientes Técnicos das Pastagens e Criações com Tecnologia Atual	75
21	São Miguel-RN. Coeficientes Técnicos das Atividades de Compra e Venda	77
22	São Miguel-RN. Coeficientes Técnicos das Atividades de Transferência	79
23	São Miguel-RN. Retornos Líquidos das Atividades da Função Objetivo Segundo os Estados da Natureza	82
24	São Miguel-RN. Matriz de Programação Linear na Forma Literal	83

QUADRO		<u>PÁGINA</u>
25	São Miguel-RN. Pequeno Estabelecimento Agrícola Típi- co. Matriz de Pagamentos	90
26	São Miguel-RN. Pequeno Estabelecimento Agrícola Típi- co. Matriz de Excess Benefit Derivada da Matriz de Pa- gamentos (Quadro 25)	90
27	São Miguel-RN. Médio Estabelecimento Agrícola Típico. Matriz de Pagamentos	91
28	São Miguel-RN. Médio Estabelecimento Agrícola Típico. Matriz de Excess Benefit Derivada da Matriz de Pagamen- tos (Quadro 27)	91
29	São Miguel-RN. Grande Estabelecimento Agrícola Típico. Matriz de Pagamentos	93
30	São Miguel-RN. Grande Estabelecimento Agrícola Típico. Matriz de Excess Benefit Derivada da Matriz de Pagamen- tos (Quadro 29)	93
31	São Miguel-RN. Pequeno Estabelecimento Agrícola Típi- co. Atividades que Compõem os Planos Selecionados	97
32	São Miguel-RN. Médio Estabelecimento Agrícola Típico. Atividades que Compõem os Planos Selecionados	98
33	São Miguel-RN. Grande Estabelecimento Agrícola Típico. Atividades que Compõem os Planos Selecionados	99
34	São Miguel-RN. Pequeno Estabelecimento Agrícola Típi- co. Uso das Terras Pelos Planos Selecionados	102
35	São Miguel-RN. Médio Estabelecimento Agrícola Típico. Uso das Terras Pelos Planos Selecionados	103

QUADROS DOS APÊNDICES

QUADRO		<u>PÁGINA</u>
A-1	São Miguel-RN. Precipitação Pluviométrica Anual - 1911/1971	135
A-2	São Miguel-RN. Precipitação Média Decanal - 1911/1970..	136
A-3	São Miguel-RN. Precipitação e Evapotranspiração	137
A-4	São Miguel-RN. Tipo de Ano em Função da Precipitação Pluviométrica	138
A-5	Produtividade do Café em Côco no NE, CE, e São Miguel-RN	140
A-6	São Miguel-RN. Produtividade Média das Lavouras em Relação à Tecnologia Atual e Nova	141
A-7	São Miguel-RN. Cultivos Distribuídos por Tipo de Solo e Variações Porcentuais nos Rendimentos Médios	142
A-8	São Miguel-RN. Variação Percentual no Rendimento Médio dos Cultivos, em Função do Tipo de Ano Climático	143
A-9	São Miguel-RN. Rendimentos das Culturas e Consórcios Associados à Tecnologia, ao Clima e à Fertilidade dos Solos	145
B-1	São Miguel-RN. Custo de Fundação e Colheita de 1 ha de Arroz de Sequeiro. (Tecnologia Atual)	149
B-2	São Miguel-RN. Receita Líquida de 1 ha de Arroz de Sequeiro. (Tecnologia Atual)	150
B-3	São Miguel-RN. Custo de Fundação e Colheita de 1 ha de Algodão Arbóreo + Milho + Feijão. (Tecnologia Atual)..	151
B-4	São Miguel-RN. Receita Líquida de 1 ha de Algodão Arbóreo + Milho + Feijão. (Tecnologia Atual)	152

QUADRO

PÁGINA

B-5	São Miguel-RN. Custo de Fundação e Colheita de 1 ha de Cana-de-Açúcar. (Tecnologia Atual)	153
B-6	São Miguel-RN. Receita Líquida de 1 ha de Cana-de-Açúcar na Forma de Anuidade. (Tecnologia Atual) ...	154
B-7	São Miguel-RN. Custo de Fundação e Colheita de 1 ha de Café. (Tecnologia Nova)	158
B-8	São Miguel-RN. Renda Líquida de 1 ha de Café na Forma de Anuidade. Ano Muito Seco (Tecnologia Nova) ...	159
B-9	São Miguel-RN. Renda Líquida de 1 ha de Café na Forma de Anuidade. Ano Seco (Tecnologia Nova)	160
B-10	São Miguel-RN. Renda Líquida de 1 ha de Café na Forma de Anuidade. Normal (Tecnologia Nova)	161
B-11	São Miguel-RN. Renda Líquida de 1 ha de Café na Forma de Anuidade. Ano Chuvoso e Muito Chuvoso (Tecnologia Nova)	162
B-12	São Miguel-RN. Pecuária Bovina. Custo de Formação de Uma Unidade Animal. (Tecnologia Atual)	163
B-13	São Miguel-RN. Pecuária Bovina. Receita Líquida por Unidade Animal. (Tecnologia Atual)	164
B-14	São Miguel-RN. Pecuária Suína. Custo da Formação de Uma Cabeça Animal	164
B-15	São Miguel-RN. Pecuária Suína. Receita Líquida por Cabeça Animal	164
C-1	São Miguel-RN. Cálculo das Rendas Líquidas do Plano Ótimo da Pequena Fazenda Típica para o Estado da Natureza Normal, Quando esse Plano é Exposto aos Demais Estados	166

QUADRO

PÁGINA

D-1	São Miguel-RN. Pequeno Estabelecimento Agrícola Típi co. Atividades e Níveis de Renda dos Planos Projeta dos Sob os Diferentes Estados da Natureza	168
D-2	São Miguel-RN. Pequeno Estabelecimento Agrícola Típi co. Uso dos Recursos Pelos Planos Projetados Sob os Diferentes Estados da Natureza.	169
D-3	São Miguel-RN. Médio Estabelecimento Agrícola Típi co. Atividades e Níveis de Renda dos Planos Projeta dos Sob os Diferentes Estados da Natureza	170
D-4	São Miguel-RN. Médio Estabelecimento Agrícola Típi co. Uso dos Recursos Pelos Planos Projetados Sob os Diferentes Estados da Natureza	171
D-5	São Miguel-RN. Grande Estabelecimento Agrícola Típi co. Atividades e Níveis de Renda dos Planos Projeta dos Sob os Diferentes Estados da Natureza	172
D-6	São Miguel-RN. Grande Estabelecimento Agrícola Típi co. Uso dos Recursos Pelos Planos Projetados Sob os Diferentes Estados da Natureza	173

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

Trata esse estudo de avaliar tecnologias (planos) sob condições de risco climático ao nível de propriedades típicas do município de São Miguel-RN, com o propósito de oferecer ao agricultor da área uma indicação sobre planos exploratórios alternativos para seu imóvel rural, os quais lhe permitirão não só aumentar sua renda, como torna-la mais estável.

1.1. - O Problema e sua Importância

Na região semi-árida do Nordeste o agricultor apresenta, em geral, baixo nível de renda. Pesquisa realizada em 1973 pela SUDENE et alli (52) na área, revelou que para os estabelecimentos agrícolas incluídos nas classes de tamanho de (0 → 10), (10 → 50) e (50 → 100) hectares, a renda familiar correspondeu, respectivamente, a menos da metade, pouco mais de um e perto de três salários mínimos vigentes àquela época ^{1/}. Nada nos leva a admitir que esta situação tenha mudado nesses últimos anos. Além disso, nessas classes estão incluídas 262.766 propriedades, ou seja, 80% do total da região. Tal situação agrava-se nos anos de falta ou excesso de precipitação pluviométrica.

Os efeitos da crise econômica que se abate sobre o Nordeste em consequência dos anos de secas e/ou enchentes têm sido analisados em seus mais diversos aspectos, inclusive com respeito à renda dos estabelecimentos rurais (46).

A influência do clima na formação da renda leva o agricultor a jogar contra a natureza, ou seja, considerar esse fator de risco em sua decisão de escolha das explorações a adotar no estabelecimento agrícola. Embora esse agricultor esteja sujeito a outras fontes de risco,

^{1/} O Decreto nº 72.148 de 1973 estabeleceu para a quase totalidade da região nordestina um salário mínimo mensal de Cr\$ 213,60, ou Cr\$ 2.563,20 em doze meses (10).

tais como as mudanças nos preços dos produtos, o ataque de pragas e doenças nas lavouras e a deterioração dos produtos armazenados, o risco climático é, sem dúvida, o de maior significado na área ^{2/}.

A baixa renda do agricultor nordestino e o risco climático a ela associado suscita a seguinte questão: "como aumentar a renda desse agricultor, considerando a adversidade de clima e a real situação do estabelecimento agrícola"?

Na tentativa de solucionar este tipo de problema, o governo tem adotado diversos instrumentos de política agrícola. Dentre os principais destacam-se os de crédito, seguro agrícola, garantia de preços, extensão e inovação tecnológica.

Contudo, a eficiência desses instrumentos de intervenção no setor está na dependência da adequação dos mesmos à realidade de cada estabelecimento agrícola. A avaliação dos resultados da aplicação, ao nível da propriedade rural, de um ou mais desses instrumentos, pode ser obtida através do emprego de instrumental analítico adequado. Com esse propósito, alguns trabalhos foram realizados no Nordeste (5, 31, 41, 45, 47 e 52).

Por outro lado, a opção tecnológica entendida como a introdução de uma cultura nova e/ou um consórcio, a utilização de insumos modernos nos cultivos tradicionais e, principalmente, a reorganização do processo de produção do estabelecimento agrícola, tem-se mostrado instrumento eficiente para aumentar a renda do agricultor (39).

^{2/} A insegurança do agricultor com respeito à instabilidade de sua renda proveniente das atividades agropecuárias da fazenda, em face das ocorrências climáticas ou de outros fenômenos estocásticos, será aqui referida como risco, muito embora alguns estudos denominem essa insegurança ora de risco ora de incerteza, conforme sejam ou não conhecidas as probabilidades das ocorrências dos referidos fenômenos (40, 47).

Na maioria das vezes, entretanto, as recomendações tecnológicas sugeridas pelos órgãos de pesquisa e extensão encontram dificuldades em serem aceitas pelos agricultores. Isto prende-se, sobretudo, a três motivos. O primeiro é a omissão por parte do técnico em considerar os riscos associados às tecnologias por ele recomendadas (44); o segundo é o fato de boa parte dos resultados dessas pesquisas feitas, em geral na base da orçamentação parcial, não serem avaliadas dentro do contexto do estabelecimento agrícola como um todo (17); e o terceiro refere-se às preferências pessoais dos agricultores que, em última instância, são quem suporta o ônus dos elevados custos da experiência. Uma vez obtidas tecnologias que atendem aos dois primeiros aspectos da questão, mais facilmente os agricultores poderão ser persuadidos a abandonar as práticas tradicionais, desde que as novas tecnologias sejam, de fato, mais promissoras em termos de maiores rendas e menores riscos ^{3/}.

Recentemente, a programação MOTAD tem sido empregada em estudos econômicos realizados no Nordeste semi-árido, com vistas à obtenção de novas tecnologias (planos) ao nível de propriedades rurais na situação de risco climático (5, 31, 45 e 47). Entretanto, a aplicação dessa metodologia não permite definir qual a melhor estratégia a ser adotada pelo agricultor, uma vez que determina apenas uma fronteira de planos eficientes em renda (E) e em desvio absoluto médio da renda (A), deixando o agricultor, supostamente averso a tomar risco, proceder à escolha do plano que melhor atenda sua preferência pessoal (utilidade), em termos de E-A. Além do mais, o modelo MOTAD necessita em sua montagem, de dados de séries temporais sobre os retornos líquidos das atividades produtivas existentes e projetadas para a fazenda, os quais nem sempre estão disponíveis, e, por conseguinte, funcionam como fator limitante à aplicação do referido modelo. (Um procedimento usual quando da falta de dados de séries temporais é utilizar-se de dados sintéticos).

^{3/} É bom, entretanto, lembrar que afora a tecnologia outros fatores são igualmente importantes na formação da renda do agricultor, entre os quais: a distribuição da terra, o estoque de capital humano, a existência de subsídios na forma de seguro agrícola, crédito e extensão rural, além do próprio sistema de comercialização vigente.

Por outro lado, uma metodologia alternativa para analisar novas tecnologias (planos) sob condições de risco ao nível do estabelecimento agrícola é o da programação pela teoria dos jogos (17, 29, 33 e 55). A mesma pode ser aplicada a dados de "cross-section", além de permitir através do emprego de seus critérios de decisão, indicar quais as melhores estratégias que devem ser adotadas pelo agricultor, conforme seja o tipo de comportamento preconizado para esse tomador de decisão por cada um dos critérios de escolha dessa teoria.

1.2. - Objetivos

O objetivo geral da pesquisa é determinar qual ou quais as melhores alternativas tecnológicas (planos de produção) capazes de aumentar a renda líquida de estabelecimentos agrícolas no município de São Miguel, Estado do Rio Grande do Norte, sob condições de risco climático, através da abordagem metodológica da teoria dos jogos.

Para isso, torna-se necessário alcançar os seguintes objetivos específicos:

- (a) determinar planos exploratórios ótimos (de máxima renda), sob diferentes estados da natureza, para estabelecimentos agrícolas típicos de São Miguel-RN, através da programação linear, admitindo a possibilidade de introdução de novas atividades produtivas naqueles estabelecimentos;
- (b) verificar as mudanças ocorridas na renda líquida de cada plano ótimo, quando exposto aos demais estados da natureza;
- (c) utilizar alguns critérios de decisão da teoria dos jogos para identificar, entre os planos, qual ou quais os que deverão ser adotados pelo agricultor, tendo-se em vista as rendas geradas pelos planos nos diferentes estados da natureza;

- (d) verificar as mudanças na organização do processo produtivo atual, em decorrência da adoção dos planos selecionados;
- (e) apresentar sugestões, visando melhorar a eficiência dos programas de assistência técnica aos agricultores da região; e
- (f) informar os responsáveis pela definição e execução de políticas agrícolas sobre a aplicabilidade da Teoria dos Jogos, como instrumental de apoio para tomada de decisões na agricultura.

ticas que as predominantes na Região. Entretanto, mesmo as principais serras da área, a exemplo de São Miguel, Luís Gomes, Martins e Pontalegre, têm suas atividades agropecuárias prejudicadas quando ocorrem anos de estiagem prolongada, evidentemente que em menores proporções, em comparação com os efeitos da seca em outras micro-regiões do Rio Grande do Norte, tais como o Seridó.

Em consequência, o fator climático representa, sem dúvida, importante fonte de risco para a atividade agropecuária na zona serrana e, portanto, tudo indica que seja considerado pelo agricultor quando do planejamento exploratório de sua fazenda.

Outrossim, a menor intensidade relativa, na zona em questão, do efeito negativo do clima permite a preferência pelo agricultor da atividade agrícola sobre a pecuária. Na agricultura, embora predominem os cultivos de algodão arbóreo, milho, feijão e mandioca, outras culturas mais exigentes em umidade, como a fruticultura e o arroz, além da cana de açúcar fornecendo matéria-prima a engenhos rapadureiros, também podem ser encontradas.

Para melhor entendimento pelo leitor, apenas no topo das serras de Pontalegre e Martins é que não se planta algodão arbóreo (cultura da seca), embora este ocupe não só as encostas dessas serras, mas todas as demais serras de forma indiscriminada entre encosta, vale e chapada.

Quanto à pecuária, assume particular importância a bovina e a suína com sistemas de exploração diferenciados para os vales e as chapadas das serras.

Nos vales ou "sertões", como são chamados, predomina a criação extensiva de bovinos, enquanto a criação suína não passa de uma atividade doméstica. Já nas chapadas das serras, o gado bovino é criado semi-confinado, entre a forragem (palha de cana e capim) no cercado e os restos das culturas após a colheita, enquanto o suíno tanto é criado em escala doméstica como comercial.

Por outro lado, esta zona, com densidade demográfica de 33,99 hab/km², detém apenas 11% da população do Estado, ou seja, 173.001 habitantes dos quais 124.203 vivem no meio rural. A vida urbana é inexpressiva, apenas Pau dos Ferros destaca-se como pequeno centro de serviços, em grande parte por ser um entroncamento viário.

Relativamente aos imóveis rurais da zona Serrana, esses são em número de 13.488 e ocupam uma área de 516.996 hectares. Segundo a Lei nº 4.504 do Estatuto da Terra, estes imóveis estão distribuídos na proporção de 87% de minifúndios, 1% de empresas rurais e 12% de latifúndios por exploração ^{4/}.

Com relação ao meio ambiente, a carta bioclimática do Brasil, segundo GAUSSEN, (25) confere a essa micro-região a predominância de dois tipos de clima: o tropical quente de seca acentuada nos vales e o tropical quente de seca atenuada em cima das serras. Obedecendo à classificação climática de Koopen, o clima da área é o AW', ou seja, clima tropical de savana com verão quente (14).

No que se refere ao sistema viário, a micro-região é cortada em sua porção oriental pela ferrovia Mossoró - Sousa e pela Rodovia BR-110, dispondo ainda de várias rodovias estaduais e municipais por onde escoam a produção agropecuária com destino, principalmente, às cidades de Caicó, Mossoró e Natal, no Rio Grande do Norte, Fortaleza, no Ceará, Catolé do Rocha, Campina Grande e Uiraúna na Paraíba.

O município de São Miguel, escolhido para esse estudo e tido como representativo da micro-região Serrana Norte-Riograndense, apresenta características edáficas, climáticas e econômicas tanto de serra (chapais), como de sertão (vales).

^{4/} INCRA, estatísticas cadastrais de 1972.

Geograficamente, esse município situa-se a uma latitude de 6°15'S e uma longitude de 38°30'W.G., enquanto sua altitude chega a até 715 m. Dista da cidade de Natal, capital do Estado, 449 km e possui uma área física de 256 km², equivalente a 5% da área da micro-região Serrana e 0,48% da área do Rio Grande do Norte (23).

A precipitação média anual de São Miguel, para uma série de 59 anos de observações é de 828 mm, com um coeficiente de variação interanual de 46% (48). As chuvas são tão concentradas no primeiro semestre do ano, quando chega a cair cerca de 84% da precipitação pluviométrica total, sendo os meses de fevereiro, março, abril e maio os mais chuvosos, enquanto os meses de agosto, setembro, outubro e novembro são os mais secos.

A vegetação natural da serra de São Miguel está estreitamente relacionada com as faixas de altitude, ali são encontradas as formações de floresta caducifolia (400 - 650 m), caatinga hipoxerófila (300 - 400 m) e caatinga hiper xerófila (até 300 m) (48).

Com respeito a alguns aspectos demográficos, o município possui 15.600 habitantes, dos quais 3.495 vivem na cidade e 12.105 no campo. A relação entre pessoas do sexo masculino e feminino é de 0,93, enquanto a densidade demográfica chega a 60,94 hab/km². Por outro lado, a população economicamente ativa, num total de 4.303 pessoas, está distribuída na proporção de 91%, 1% e 8% entre os setores primário, secundário e terciário, respectivamente (23).

Relativamente ao aspecto fundiário, existem em São Miguel (QUADRO 01) 1.656 imóveis rurais, ocupando uma área de 20.379 hectares. Cerca de 70% dessas propriedades têm menos de 10 ha, 97% menos de 50 ha e 99% menos de 100 ha, enquanto em termos de área, o primeiro grupo ocupa 23% da área total dos estabelecimentos, o segundo 64% e o terceiro 14%. Trata-se, portanto, de um município com predominância de imóveis rurais de pequeno tamanho, os quais em termos relativos podem ser classificados em pequenos, médios e grandes, conforme se enquadrem nas classes de 0 - 10), (10 - 50) e (50 - 100) hectares, respectivamente.

QUADRO 01 - São Miguel-RN, Estrutura Fundiária Por Classes de Tamanho dos Imóveis Rurais.

Estratos (ha)	Estabelecimentos			
	Número	%	Área (ha)	%
0 → 10	1.168	70,5	4.387,5	21,5
10 → 50	438	26,4	8.719,6	42,8
50 → 100	31	1,9	2.023,6	9,9
100 a mais	19	1,2	5.248,3	25,8
TOTAL	1.656	100,0	20.379,0	100,0

FONTE: INCRA - Estatísticas Cadastrais de 1972.

A utilização dos solos nos imóveis rurais guarda uma relação inversa com o tamanho, ou seja, quanto maior o estabelecimento agrícola, menos uso se faz de suas terras. O coeficiente da relação entre terra explorada versus terra aproveitável é de 0,55, 0,50 e 0,47 para o pequeno, médio e grande imóvel rural de São Miguel. A intensidade de uso das terras está também relacionada com o número de pessoas residentes nos estabelecimentos e o tamanho dos mesmos; dessa forma, o número de pessoas por hectare nos imóveis supramencionados é de 0,83, 0,35 e 0,28, respectivamente ^{5/}.

Por outro lado, a atividade agrícola de São Miguel se faz representar por 16 culturas, dentre as quais o algodão arbóreo, o milho e o feijão ocupam o primeiro, segundo e terceiro lugares com relação à área colhida e participação no valor da produção agrícola (QUADRO 02).

^{5/} INCRA - Estatísticas Cadastrais de 1972.

QUADRO 02 - São Miguel-RN, Produção Agrícola - 1973.

Produtos	Área Colhida (ha)	Quantidade Produzida (t)	Valor Bruto da Produção (Cr\$ 1.000,00)
Algodão arbóreo	5.000	1.500	3.500
Milho	4.400	3.414	1.564
Feijão	2.000	960	880
Cana-de-açúcar	500	10.000	350
Mandioca	400	4.000	360
Arroz	300	360	240
Algodão herbáceo	100	45	90
Fava	100	60	60
Mamona	30	45	58
Banana	16	19(*)	86
Coco da Bahia	14	56(*)	20
Manga	9	680(*)	27
Laranja	2	200(*)	18
Anendoim	2	2	2
Fumo	2	1	2
Batata doce	2	16	2

Fonte: IBGE - CBEA.

(*) 1.000 frutos.

Na atividade pecuária, em primeiro lugar está o gado bovino e em segundo o suíno; juntos, eles detêm 61% do total de cabeças do efetivo do rebanho, e em termos de valor participam com 92% (QUADRO 03).

QUADRO 03 - São Miguel-RN, Efetivo dos Rebanhos em Número e Valor - 1973.

Animais	Efetivo do Rebanho			
	Cabeças		Valor	
	Número	%	Cr\$ 1.000,00	%
Bovinos	4.736	32,1	6.221	81,7
Suínos	4.279	29,0	779	10,2
Muare	839	5,7	248	3,2
Eqüinos	523	3,5	142	1,9
Asininos	1.971	13,3	110	1,4
Caprinos	1.684	11,4	86	1,1
Ovinos	738	5,0	39	0,5
TOTAL	14.770	100,0	7.625	100,0

FONTE: IBGE - CBEA.

2.2. - Fontes dos Dados

Para realização desse estudo, utilizou-se um grande número de informações oriundas das mais diversas fontes, a saber:

- (a) "Pesquisa do Tamanho Típico da Unidade de Produção Agrícola do Nordeste", promovida pela SUDENE/BIRD (53):

Os dados básicos utilizados nesse trabalho foram obtidos de questionários dessa pesquisa, aplicados em propriedades do município de São Miguel (QUADRO 04). A referida pesquisa, foi planejada de modo a permitir que os dados levantados pudessem ser utilizados na composição de modelos de programação linear.

QUADRO 04 - São Miguel-RN, Distribuição dos Questionários Aplicados Por Estrato de Tamanho das Fazendas.

Estratos (ha)	Questionário		Total
	Parte I	Parte II	
0 → 10	4	2	6
10 → 50	10	3	13
50 → 100	7	1	8
TOTAL	21	6	27

O questionário correspondente à parte I, levantou informações sobre a estrutura da propriedade e suas relações de produção, ou seja, os recursos em terra, mão-de-obra e capital (custeio e investimento) disponíveis e efetivamente utilizados, bem como as atividades produtivas existentes e respectivos retornos líquidos.

A parte II, por sua vez, levantou os coeficientes de insumo/produto das atividades produtivas, fornecendo, assim, as bases da tecnologia prevalecente nas explorações agropecuárias do município.

Com base nesse material, foi possível definir as fazendas típicas, e também quase todos os elementos do modelo de programação linear aqui utilizado.

(b) Levantamento Agro-econômico do Programa Serra de Martins:

Trata-se de pesquisa realizada em 1976 pela CEPA-RN, com vistas à obtenção de melhores informações ao nível de propriedades rurais sobre emprego, atividades agropecuária, comercialização e crédito rural na micro-região Serra Norte-riograndense, tendo por objetivo básico fornecer elementos para a elaboração do Projeto de Desenvolvimento Rural Integrado da Serra de Martins.

Trinta questionários dessa pesquisa foram aproveitados, objetivando complementar e/ou confirmar os dados utilizados na formulação do modelo, sobretudo aqueles relativos aos coeficientes de insumo/produto; em vista do reduzido número de questionários disponíveis da pesquisa da SUDENE/BIRD (53).

(c) Dados Pluviométricos SUDENE/DNOCS (54):

A distribuição temporal das chuvas de São Miguel-RN, serviu para definir de forma objetiva as possíveis ocorrências climáticas na área (estados da natureza) e suas implicações com relação à agropecuária ^{6/}.

Foram utilizados dados de precipitação pluviométrica de uma série temporal de 59 anos, obtidos no posto pluviométrico do município, o qual era controlado pelo DNOCS e atualmente o é pela SUDENE.

(d) Anuário Estatístico do Rio Grande do Norte - IDEC (23) e outras publicações ^{7/}:

A descrição da área em estudo, no que tange aos seus aspectos sócio-econômicos, foi possível graças ao manuseio dos trabalhos acima referidos.

(e) Publicações da: EMBRAPA (22); ANDA (50, 51); BNB (8); ELECTROCONSULT (21) e CEPA-RN (14):

As técnicas de produção sugeridas para as atividades agropecuárias, bem como os rendimentos esperados, de uma forma ou de outra, tiveram por base, além das observações empíricas, os estudos realizados pelas instituições acima relacionadas.

^{6/} Para maiores detalhes, consultar o APÊNDICE A.

^{7/} Sobre esses documentos, vide na bibliografia os números (10, 11, 12, 14, 25 e 48).

(f) Dados Sobre Preços Pagos e Recebidos ao Nível do Produtor e Índices de Correção de Preços.

Os preços dos produtos e insumos agropecuários aqui utilizados foram obtidos junto ao escritório da EMATER-RN em São Miguel, e correspondem aos preços vigentes na área, no período de abril a junho de 1976 ^{8/}. Outrossim, os valores das benfeitorias e da renda líquida da fazenda típica, obtidos inicialmente a preços de 1973 foram atualizados para 1976, através dos índices de correção da Fundação Getúlio Vargas (9).

(g) Dados do BB e BNB:

Sendo o Banco do Brasil S/A. e o Banco do Nordeste do Brasil S/A os principais executores da política creditícia oficial para o setor agrícola no Nordeste, recorreu-se a essas fontes com o intuito de obter informações sobre taxas de juros, limites de crédito, garantias necessárias à obtenção de empréstimos, etc. Os dados foram levantados mediante entrevistas com funcionários especializados nas agências desses bancos em Fortaleza-CE e através do manuseio de folhetos explicativos postos à disposição dos interessados por esses agentes financeiros (7).

2.3. - A Fazenda Típica ^{9/}

O enfoque de estabelecimento agrícola típico (EAT) tem sido largamente utilizado pelos pesquisadores para tratarem os mais diversos problemas da agricultura em diversas partes do mundo, sobretudo em estudos relacionados com técnicas de administração rural, simulação de políticas agrícolas e ainda para projetar resultados de pesquisas agro-econômicas.

^{8/} Trata-se de levantamento mensal realizado por essa Empresa para a Fundação Getúlio Vargas.

^{9/} Fazenda, propriedade, estabelecimento agrícola, estabelecimento rural, unidade de produção, unidade produtiva e imóvel rural são nesse estudo considerados sinônimos.

Embora o EAT represente uma abordagem estática, em contraste com o processo dinâmico em que operam os imóveis rurais, e por isso seja refutado por muitos estudiosos, mesmo assim, ele se tem constituído num excelente instrumento de análise, mesmo quando se pretende estudar o emprego de novas tecnologias para aumentar a renda líquida de um determinado grupo de propriedades de uma região (6).

Grupos de fazendeiros se comportam de maneira bastante diferente em face dos incentivos do governo para promover o desenvolvimento da agricultura. Dessa forma, políticas de crédito, de uso de insumos modernos e de financiamento da produção, entre outras, são vistas e utilizadas de maneira distinta pelo agricultor da pequena, média e grande propriedade. O mesmo acontece em relação à disponibilidade e uso dos recursos terra, mão-de-obra e capital nesses estabelecimentos. Em vista desse fato empírico, há necessidade de uma melhor adequação dos incentivos governamentais para cada grupo de agricultores em particular.

O EAT de um grupo de estabelecimentos com características semelhantes não deixa de ser uma boa forma de obtenção de uma unidade básica, através da qual se pode testar a viabilidade do emprego de inúmeros instrumentos de intervenção no setor.

No País, o tratamento de problemas da agricultura nacional mediante o emprego de fazendas representativas tem tido grande aceitação nos meios técnicos, haja vista a existência de inúmeros trabalhos, onde se utilizou essa metodologia ^{10/}.

O EAT deve incorporar as principais características do grupo de estabelecimentos agrícolas que representa. Neste trabalho foram definidos o pequeno, médio e grande EAT, cada um deles representando os imóveis rurais da área de estudo incluídos dentro de um dos estratos de 0 — 10), (10 — 50) e (50 — 100) hectares, respectivamente.

^{10/} Sobre esse aspecto, ver as referências bibliográficas (2, 5, 6, 31, 35, 41, 45 e 47).

As variáveis críticas, tomadas como parâmetros para se determinar o EAT, foram: tamanho do imóvel, uso atual, exploração agrícola, exploração pecuária, fertilidade das terras, ocupação de mão-de-obra, valor das benfeitorias e renda líquida anual. Essas componentes para cada EAT foram obtidas a partir dos dados fornecidos pela "Pesquisa do Tamanho Típico da Unidade de Produção Agrícola do Nordeste", realizada pela SUDENE/BIRD (53).

2.3.1. - Tamanho do Imóvel

O tamanho do EAT (QUADRO 05) foi determinado tomando-se por base a média aritmética das áreas dos estabelecimentos incluídos no es trato.

QUADRO 05 - São Miguel-RN, Área do Estabelecimento Agrícola Típico-1973.

Estratos (ha)	Estabelecimento Agrícola Típico		Nº de Estabelecimentos Observados
	Denominação	Área (ha)	
0 → 10	Pequeno	4,78	6
10 → 50	Médio	29,70	13
50 → 100	Grande	70,52	8

Fonte: SUDENE/BIRD (Pesquisa do "Tamanho Típico da Unidade de Produção Agrícola do Nordeste" - Dados Preliminares).

Vale adiantar que não existem normas pré-estabelecidas para definir o tamanho da propriedade típica. Nesse caso, o tamanho vai depender do local e grupo de imóveis rurais que está sendo estudado, da disponibilidade de informações e ainda de outros critérios fixados pelo pesquisador, como por exemplo, estratificação das propriedades segundo a atividade agrícola predominante, ou pela mão-de-obra disponível, ou simplesmente a partir de sua área física, para então definir o estabelecimento típico.

Sobre esse aspecto, a maior preocupação do estudo relacionou-se com o tamanho da pequena fazenda típica; contudo, foi tomado com relativa margem de segurança (4,78 ha), uma vez que em São Miguel-RN, segundo informações de agricultores, o menor estabelecimento que permite a manutenção de uma família média (4 pessoas adultas) é de 10 tarefas, ou seja, aproximadamente 3 hectares.

2.3.2. - Uso Atual

Com relação ao uso das terras (QUADRO 06), pode-se afirmar que, na medida em que o estabelecimento cresce, ocorre uma diminuição relativa na área disponível para a agropecuária. Verifica-se também essa redução percentual nas terras com lavouras (culturas isoladas e consorciadas) e um progressivo aumento nas terras destinadas à pecuária (pastagem nativa e forragem plantada), bem como das terras inexploradas, mas passíveis de exploração.

Dessa forma, propriedades maiores se dedicam mais à pecuária e menos à agricultura, enquanto as menores se comportam de forma inversa.

A relação percentual entre terras exploradas versus área total, é de 75% na pequena fazenda, contra 68% na média e 59% na grande. Pode concluir-se que a utilização da terra decresce em termos relativos com o tamanho da unidade produtiva.

Por outro lado, a relação percentual entre terras aptas à atividade agropecuária versus terras inexploradas é de 81% no pequeno estabelecimento, contra 76% no médio e 69% no grande. Denota-se, portanto, uma ociosidade no uso desse fator da ordem de 19%, 24% e 31%, conforme seja pequena, média ou grande a propriedade.

QUADRO 06 - São Miguel-RN, Uso das Terras do Estabelecimento Agrícola Típico - 1973.

Utilização das Terras	Estabelecimento Agrícola Típico					
	Pequeno		Médio		Grande	
	ha	%	ha	%	ha	%
1. Terras Aptas à Atividade Agropecuária	4,38	92	26,37	89	60,09	85
1.1. Terras Exploradas ...	3,58	75	20,22	68	42,06	59
Culturas isoladas ...	2,08	44	9,02	30	16,63	23
Culturas consorciadas	0,92	19	3,60	12	6,98	10
Forragem plantada ...	0,08	2	0,50	2	1,50	2
Pastagem nativa	0,50	10	7,10	24	16,95	24
1.2. Terras Inexploradas..	0,80	17	6,15	21	18,03	26
2. Terras Inaptas à Atividade Agropecuária	0,40	8	3,30	11	10,43	15
Terras com benfeitorias ..	0,10	2	0,71	2	2,08	3
Outras terras (açudes, estradas, etc.)	0,30	6	2,62	9	8,35	12
Área Total (1 + 2)	4,78	100	29,70	100	70,52	100

Fonte: SUDENE/BIRD (Pesquisa do "Tamanho Típico da Unidade de Produção Agrícola do Nordeste" - Dados Preliminares).

2.3.3. - Agricultura

A atividade agrícola no EAT se faz representar pelas culturas isoladas e consorciadas (QUADRO 07). Entre as culturas isoladas, o algodão arbóreo de 2 a 5 anos está presente em todas as fazendas, enquanto o algodão de 6 anos a mais só não é encontrado na pequena propriedade; isto é bastante lógico, dada a baixa produtividade da cultura nessa faixa, bem como as limitações de terras cultiváveis nesse menor estabelecimento.

O arroz de sequeiro e a cana-de-açúcar são próprios da gran de fazenda, que regra geral detém a maior parte das terras mais férteis, embora em termos percentuais essa terras constituam parte insignificante, em relação ao tamanho dessa unidade produtiva.

MAPA 07 - São Miguel-RN, Culturas Isoladas e Consórcios Existentes no Estabelecimento Agrícola Típico - 1973.

Cultivos	Estabelecimento Agrícola Típico					
	Pequeno		Médio		Grande	
	ha	%	ha	%	ha	%
I. Culturas Isoladas	<u>2,08</u>	<u>69</u>	<u>9,02</u>	<u>71</u>	<u>22,45</u>	<u>76</u>
Arroz de sequeiro					0,33	1
Cana-de-açúcar					0,67	3
Algodão arbóreo 2º ano	0,36	12	1,63	12	1,66	6
Algodão arbóreo 3º ano	0,90	30	4,15	33	3,33	11
Algodão arbóreo 4º ano	0,46	15	1,80	14	1,50	5
Algodão arbóreo 5º ano	0,36	12	0,72	6	7,48	25
Algodão arbóreo 6º ano e (+)			0,72	6	7,48	25
II. Culturas Consorciadas	<u>0,92</u>	<u>31</u>	<u>3,60</u>	<u>29</u>	<u>6,98</u>	<u>24</u>
Algodão arbóreo 1º ano + <u>mi</u> Do + feijão	0,92	31	3,60	29	5,44	18
Algodão arbóreo 1º ano + <u>mi</u> Do + feijão					1,54	6
TOTAL (1 + 2)	3,00	100	12,62	100	29,43	100

Fonte: SUDENE/BIRD (Pesquisa do Tamanho Típico da Unidade de Produção Agrícola do Nordeste - Dados Preliminares).

2.3.4. - Pecuária

A pecuária da área é praticamente formada pelos rebanhos bovíno e suíno e por animais de trabalho.

Mesmo sendo pequeno o efetivo de animais bovinos em São Miguel-RN (QUADRO 03), os dados a nível das propriedades agrícolas (QUADRO 08) mostram que esse rebanho assume posição de igualdade com o suíno, muito embora esse último se destaque como o criatório tradicional do lugar. Isto se deve, em particular, às vantagens comparativas do município em relação à própria micro-região Serrana, no que se relaciona a uma maior disponibilidade de alimentos para os animais. Contudo, devido ao reduzido tamanho das propriedades, o gado bovino é criado em regime semi-confinado, geralmente em cercado próximo à casa do agricultor.

Na pequena fazenda, o gado bovino representa a poupança da família, além de contribuir como força de trabalho e ajudar na alimentação, através do fornecimento de leite. Já na média e grande fazendas o número de cabeças de gado aumenta consideravelmente e o sistema de compra e venda é bem mais intenso, passando o criatório, portanto, a se voltar mais para o mercado.

A quantidade de bovinos em unidade animal da grande propriedade é cerca de três e oito vezes maior que a existente na média e pequenas fazendas, respectivamente. Já o número de cabeças de suínos aumenta na proporção de duas a cinco vezes mais para a média e grande unidades produtivas, quando comparado com o número existente na pequena.

2.3.5. - Fertilidade das Terras

A distribuição das terras, segundo a fertilidade, em cada estabelecimento pesquisado pela SUDENE/BIRD (53), foi estimada pelo método estatístico. O conceito de fertilidade passou assim a ser subjetivo, no sentido de que dependeu da interpretação dada por cada pessoa inquirida. Portanto, é de se esperar que a experiência empírica tenha levado os informantes a relacionarem as fertilidades com os níveis de produtividade das terras de seus imóveis rurais.

QUADRO 08 - São Miguel-RN, Composição do Rebanho do Estabelecimento Agrícola Típico - 1973.

Rebanho	Estabelecimento Agrícola Típico					
	Pequeno		Médio		Grande	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
I. Bovinos (em unidade animal) (*)	<u>1,25</u>	<u>100</u>	<u>3,30</u>	<u>100</u>	<u>9,85</u>	<u>100</u>
Touros					1,20	12
Vacas em lactação	1,00	80	1,00	30	2,00	20
Vacas secas			1,80	54	2,70	27
Bezerros (as) até 1 ano.	0,25	20	0,50	16	0,75	8
Garrotes (as) até 2 anos					1,40	14
Novilhos (as) acima de 2 anos					1,80	19
II. Suínos (em cabeças) ...	<u>3,00</u>	<u>100</u>	<u>6,00</u>	<u>100</u>	<u>16,00</u>	<u>100</u>
Barrcos	2,00	67	4,00	67	5,00	31
Barrcas	1,00	33	2,00	33	3,00	19
Capados					2,00	13
Leitões (bacorinhos) ...					6,00	37
III. Animais de trabalho (em cabeças)	<u>1,00</u>	<u>100</u>	<u>3,00</u>	<u>100</u>	<u>4,00</u>	<u>100</u>
Barrros			1,00	33	1,00	25
Jumentos	1,00	100	2,00	67	2,00	50
Cavalos					1,00	25

Fonte: SUENE/BIRD (Pesquisa do "Tamanho Típico da Unidade de Produção Agrícola do Nordeste" - Dados Preliminares).

Ver APÊNDICE B.

Os dados mostram que, com o aumento da área do estabelecimento, cresce também a disponibilidade de terras de maior, média e menor fertilidade, respectivamente (QUADRO 09).

QUADRO 09 - São Miguel-RN, Fertilidade das Terras do Estabelecimento Agrícola Típico - 1973.

Fertilidade das Terras	Estabelecimento Agrícola Típico					
	Pequeno		Médio		Grande	
	ha	%	ha	%	ha	%
Alta	1,31	30	5,28	20	6,01	10
Média	2,63	60	13,18	50	24,04	40
Baixa	0,44	10	7,91	30	30,04	50
TOTAL	4,38	100	26,37	100	60,09	100

Fonte: SUDENE/BIRD (Pesquisa do Tamanho Típico da Unidade de Produção Agrícola do Nordeste - Dados Preliminares).

Na pequena fazenda, as terras de menor fertilidade correspondem a menor porção da área total, enquanto na grande fazenda, elas representam a maior parte das terras dessa fazenda. Já com as terras de maior fertilidade, acontece o inverso.

É oportuno esclarecer que as terras das fazendas típicas, inaptas à exploração agropecuária, não foram analisadas quanto ao aspecto de fertilidade.

2.3.6. - Ocupação da Mão-de-Obra

No pequeno estabelecimento agrícola, cem por cento da força de trabalho utilizada advém da família do agricultor. Para o de tamanho médio, essa força de trabalho é fornecida em cinquenta por cento pela família enquanto a outra metade fica dividida em partes aproximadamente iguais entre trabalhadores temporários e parceiros. Já na grande fazenda, enquanto os parceiros contribuem com cerca da metade da mão-de-obra utilizada, a família e os trabalhadores temporários dividem equitativamente suas participações (QUADRO 10).

QUADRO 10 - São Miguel-RN, Utilização Anual de Mão-de-Obra pelo Estabelecimento Agrícola Típico - 1973.

Categorias de Mão-de-Obra	Estabelecimento Agrícola Típico					
	Pequeno		Médio		Grande	
	d/h	%	d/h	%	d/h	%
Familiar	360	100	694	56	500	24
Temporária			294	24	475	22
Parceiros			248	20	1.134	54
TOTAL	360	100	1.236	100	2.109	100

Fonte: SUDENE/BIRD (Pesquisa do Tamanho Típico da Unidade de Produção Agrícola do Nordeste - Dados Preliminares).

Analisando as relações entre tamanho da fazenda e o uso de mão-de-obra, constata-se que a maior participação da família nas atividades produtivas da fazenda guarda relação inversa com o tamanho desse imóvel rural, ou seja, quanto maior a propriedade menor a quantidade em termos relativos da mão-de-obra familiar ocupada nas lavouras.

Por outro lado, a ocupação de mão-de-obra temporária se mantém percentualmente estável entre o médio e o grande estabelecimento, enquanto a utilização de mão-de-obra dos parceiros aumenta bastante do primeiro para o segundo.

Fato interessante relaciona-se com a disponibilidade total de mão-de-obra familiar e a utilização desse fator de produção. Na pequena, média e grande fazendas, a mão-de-obra familiar encontra-se, respectivamente, nos seguintes níveis médios de disponibilidade: 726; 1.282 e 2.109 dias/homem/ano. Portanto muito além dos níveis de utilização constatados.

Atribuiu-se esse comportamento como consequência de dois fatores. Primeiro, é que, na área, a produção agropecuária está, sobretudo, a cargo dos homens da família, enquanto as mulheres se ocupam dos afazeres domésticos. Segundo, associada a essa divisão de tarefas por sexo, verifica-se uma acentuada emigração de pessoas jovens do sexo masculino (filhos de proprietários) para as principais cidades do Nordeste e do Centro Sul do País, quando atingem a idade de serem iniciados no trabalho da fazenda. Dessa forma, em São Miguel-RN predomina o proprietário pai da família ocupado na lavoura sem praticamente contar com a ajuda dos filhos homens. A falta qualitativa de mão-de-obra familiar tem dado origem ao aumento progressivo de ocupação da mão-de-obra sem terra, quer como parceiros, quer como trabalhadores temporários.

2.3.7. - Benfeitorias

Como o valor das benfeitorias é diretamente proporcional à capacidade de endividamento da unidade produtiva, achou-se por bem levantar esses dados para as fazendas típicas (QUADRO 11).

QUADRO 11 - São Miguel-RN, Valor das Benfeitorias Existentes no Estabelecimento Agrícola Típico - Dados de 1973 Corrigidos para 1976 (9).

Estabelecimento Agrícola Típico	Benfeitorias Cr\$
Pequeno	2.650,00
Médio	9.536,00
Grande	31.458,00

SIEM/BIRD (Pesquisa do Tamanho Típico da Unidade de Produção Agrícola do Nordeste - Dados Preliminares).

As benfeitorias variam em qualidade e quantidade entre os grupos de estabelecimentos da área. Dessa forma, na pequena propriedade elas não passam de casa-sede, cercas e curral, enquanto na média, além dessas relacionadas, encontra-se vez por outra casa de morador, cacimba, açude e depósito. Já na grande propriedade, afora as benfeitorias encontradas na média, é freqüente a existência de casa de engenho e/ou de farinha, ao mesmo tempo em que o número de açudes aumenta consideravelmente.

2.3.8. - Renda Líquida ^{11/}

O conhecimento da renda líquida do estabelecimento agrícola típico é imprescindível, dado que há necessidade de se comparar posteriormente essa renda com as obtidas de planos agrícolas simulados para esse nível rural. Como se vê (QUADRO 12), a renda líquida do estabelecimento agrícola da área é muito baixa. Na pequena propriedade essa renda não passa da metade do salário mínimo estadual ^{12/}, enquanto na média, ela chega a pouco mais de um e na grande, próximo a dois salários mínimos.

QUADRO 12 - São Miguel-RN, Renda Líquida Anual do Estabelecimento Agrícola Típico - Dados de 1973 (*) Corrigido para 1976 (9).

Estabelecimento Agrícola Típico	Renda Líquida Total Cr\$	Renda Líquida Por Hectare	Renda Líquida Por d/h de M.O. Familiar
Pequeno	2.506,00	524,27	6,92
Médio	5.360,00	180,47	7,72
Grande	9.315,00	132,09	18,63

SOURCE: SUDENE/BIRD (Pesquisa do Tamanho Típico da Unidade de Produção Agrícola do Nordeste - Dados Preliminares).

11/ O ano de 1973 foi considerado um ano normal com relação à precipitação pluviométrica na área.

12/ A renda líquida de cada estabelecimento agrícola típico, foi definida a partir da média aritmética das rendas líquidas dos estabelecimentos constantes no estrato correspondente. Para cada unidade de produção a renda líquida correspondeu à diferença entre a renda bruta (receita da

(Continua)

Outrossim, a renda líquida por unidade de área decresce na proporção inversa ao tamanho do estabelecimento, mostrando, dessa forma, que a pequena propriedade é bem mais eficiente no uso do fator terra que a média e a grande.

Por outro lado, o retorno líquido por unidade de mão-de-obra familiar ocupada cresce com o tamanho do estabelecimento, ou seja, o trabalho da família do agricultor é melhor remunerado na grande propriedade do que na média e pequena.

(Continuação)

produção animal + receita da produção vegetal + receita do aluguel da terra) e os custos variáveis totais (remuneração do trabalho + insumos comprados para os animais + outros insumos comprados). Para maiores detalhes consultar o APÊNDICE B do Relatório Fase I da Pesquisa sobre as Unidades de Produção Agrícola do Nordeste (52).

(52) O salário mínimo fixado para o Estado do Rio Grande do Norte, pelo Decreto nº 77.511, de 29 de abril de 1976, é de Cr\$ 415,00, dando, portanto, uma renda anual de Cr\$ 4.980,00.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

O presente capítulo está subdividido em três partes principais. A primeira parte, refere-se a uma justificativa sobre a escolha da teoria dos jogos como metodologia para o estudo, inclusive uma ligeira descrição sobre funções de utilidade dos agricultores. Na segunda parte do capítulo, descreve-se inicialmente o modelo de programação da teoria dos jogos adotado e faz-se uma comparação desse modelo com a programação linear convencional (PL); em seguida, apresenta-se em detalhe os principais critérios de decisão dessa teoria, justificando posteriormente aqueles aplicados à pesquisa. Na terceira parte, especifica-se todos os elementos que permitiram a montagem do modelo básico, ou seja: estados da natureza; elementos da programação linear (recursos, atividades, coeficientes técnicos e função-objetivo) e a matriz do jogo propriamente dita.

3.1. - Modelos para Avaliar Tecnologias sob Risco

Tendo em vista atingir os objetivos fixados pela presente pesquisa estamos diante de qual ou quais tecnologias indicar para aumentar a renda da unidade produtiva, admitindo que o agricultor encontra-se sujeito, primeiro, às condições de risco inerentes ao próprio sistema de produção agrícola predominante em São Miguel-RN e segundo, às condições de disponibilidade de recursos de sua fazenda. Neste município, as principais fontes de risco para o agricultor correspondem: às variações da precipitação pluviométrica, afetando a produção, e às oscilações dos preços dos insumos e produtos, sendo a primeira fonte (as chuvas) a de maior peso entre estas.

Por outro lado, a disponibilidade de recursos na propriedade, as ferramentas, máquinas, mão-de-obra, terras agricultáveis e mesmo capital disponível para investimento e/ou custeio da produção, são igualmente importantes no processo de adoção de uma nova tecnologia com vista ao aumento da renda do agricultor.

Existe disponível um grande número de metodologias que tratam do planejamento global da fazenda, admitindo a introdução de novas tecnologias em condições de risco, a exemplo da programação estocástica, programação com restrições tipo foco-perda, programação quadrática, simulação, programação Monte Carlo, programação MOTAD, programação pela Teoria dos Jogos, entre outras (17, 18 e 52).

Pelo menos, uma dessas metodologias já foi aplicada em estudos que objetivaram definir tecnologias potenciais para a região semi-árida do Nordeste.

SARMENTO (47), lançando mão do modelo de programação MOTAD, determinou planos agrícolas eficientes sob condições de risco climático para estabelecimentos agrícolas típicos do Nordeste semi-árido e, em seguida, admitindo ser linear a função de utilidade do agricultor, analisou as principais alterações que ocorreriam na organização da produção e no uso dos fatores produtivos em consequência da adoção dos novos planos.

HOLLANDA & SANDERS (31) através da programação MOTAD, avaliaram, inicialmente, seis tipos de tecnologias potenciais para pequenas e médias fazendas do Seridó Potiguar, sob condições de risco climático; em seguida, testaram a sensibilidade dos planos ótimos à mudanças na política de crédito. Em outro documento, SANDERS & HOLLANDA (45), após introduzirem modificações no modelo de programação MOTAD (inclusão de restrições de subsistência) procuraram oferecer alguma compreensão dos critérios de decisão dos pequenos fazendeiros e também analisar novas tecnologias. Esses pesquisadores obtiveram uma tecnologia nova relacionada com a introdução do sorgo, a qual poderia dobrar a renda do pequeno fazendeiro do Seridó do Rio Grande do Norte, Estado onde pelo menos dois terços de sua área estão dentro do Nordeste semi-árido (52).

Em pesquisa ainda por concluir, BARBOSA (05), através do emprego da programação MOTAD, estudou tecnologias potenciais sob condições de risco e política de seguro agrícola, a partir de estabelecimentos típicos do Seridó do Rio Grande do Norte.

A MOTAD apresenta algumas limitações, entre as quais a de necessitar de dados de observações de diversos anos sobre rendimentos e preços para todas as atividades produtivas a serem incluídas na formulação do modelo, os quais nem sempre, encontram-se disponíveis. Em consequência, torna-se necessária a utilização de dados sintóticos. Além do mais, uma vez aplicada, ela determina uma linha de fronteira de planos eficientes em renda esperada (E) e em desvio absoluto médio da renda (A), e só quando a utilidade esperada do agricultor supostamente averso ao risco for função de E-A, é que seu plano ótimo estará na referida fronteira (17). Entretanto, nem sempre os agricultores são aversos a assumirem risco, sobretudo os grandes agricultores.

Embora ainda não utilizada em estudos com vistas a selecionar tecnologias ao nível de propriedade rural na região nordestina, a teoria dos jogos tem sido aplicada a esse tipo de pesquisa em muitos países do hemisfério.

HAZELL (29) analisou sob condições de risco (diferentes estados da natureza), a escolha de tecnologias (planos) para uma fazenda especializada em hortaliças na Flórida, EUA, a partir da aplicação de modelos de programação quadrática e da teoria dos jogos.

KAWAGUCHI & MARUYANA (33), utilizaram diferentes modelos de programação da teoria dos jogos para selecionar, em condições de risco, planos agrícolas destinados a uma fazenda típica do Nordeste de Hokkaido, no JAPÃO.

Para DILLON (17), a escolha de tecnologias com base na teoria dos jogos está fundamentada numa matriz de retornos líquidos do tipo "jogo contra a natureza/pagamentos" ^{13/}. Os estados da natureza devem ser bem definidos e mutuamente exclusivos. A programação linear (PL) é usada para determinar o plano agrícola maximizador de lucro sob cada estado da natureza. Em seguida, cada um dos planos é avaliado para todos os outros estados da natureza, permitindo a formação da matriz de pagamentos de possibi

13/ Vide a descrição do modelo do jogo no item 3.2.1.



idades de renda líquida total, que possa ser avaliada por meio de critérios de decisão da teoria dos jogos. Entre os critérios mais conhecidos, estão o de Laplace, Wald ou Maxmin, os critérios de arrependimento de Savage, pessimismo-otimismo de Hurwiz, excesso de benefício de Wald-Savage, o de Bayes, entre outros.

Esses diversos critérios de escolha, quando aplicados à mesma matriz de pagamentos, pode resultar na indicação de diferentes estratégias (planos) a serem seguidas pelo agricultor. Essa divergência na seleção da estratégia a adotar não quer dizer que um critério é errado e outro é certo. Ao contrário, cada critério deve ser aplicado para um objetivo específico do tomador de decisão. Por exemplo, um pequeno agricultor cuja manutenção da família dependa bastante do que anualmente tenha para comer, deve selecionar uma estratégia que ofereça a ele, pelo menos, essa garantia. Por outro lado, o grande agricultor pode estar interessado na estratégia que maximize sua renda média anual. É evidente que, enquanto o primeiro utilizaria o critério de Wald (que pressupõe função de utilidade do agricultor lexicográfica e linear em renda líquida total), o segundo poderia utilizar o critério de Laplace ou de Bayes (ambos pressupõem função linear em valor esperado da renda) ^{14/}.

DILLON (17) afirma, entretanto, que a programação pela teoria dos jogos com vistas à seleção de tecnologias não tem uma base sólida na moderna teoria da decisão, em virtude de não iniciar indagando as preferências pessoais dos agricultores. Dessa forma, tende mais a refletir uma abordagem no sentido de obter estratégias através da programação linear, e então aplicar os critérios de decisão dessa teoria para indicar as melhores estratégias, supondo que os agricultores deveriam organizar suas preferências de acordo com as preconizadas pelos critérios. Contudo, é possível associar a cada um deles funções de utilidade implícitas para o agricultor, como será mostrado quando da descrição dos mesmos.

^{14/} Vide a descrição dos critérios de decisão no item 3.2.3.

Uma das vantagens dessa metodologia é a de poder ser aplicada nas situações em que existem disponíveis apenas dados de "cross-section". Como exemplo, permite selecionar através de qualquer um de seus critérios de decisão, qual o melhor plano a adotar na fazenda entre planos ótimos obtidos da programação linear (PL) mediante análise paramétrica dos preços.

No presente estudo, será mostrado como a teoria dos jogos está relacionada com a PL, além de como pode em condições de risco climático, ser utilizada na seleção de estratégias (planos para a fazenda) que permitam ao agricultor obter maiores ganhos.

3.1.1. - Funções de Utilidade

Em vista dos critérios de decisão da teoria dos jogos possuem funções de utilidade implícitas, torna-se necessário um esclarecimento sobre o significado dessas funções.

MOUTINHO (37) enfatiza que as ações dos agricultores quanto à adoção de novas tecnologias dependem basicamente de suas probabilidades subjetivas sobre a ocorrência de eventos incertos (como o clima, etc.) e de avaliação (utilidade) que eles fazem dos possíveis resultados. O autor argumenta ainda que "o tomador de decisão de maneira subjetiva, estabelece resultados que cada combinação ação-estado da natureza pode oferecer em forma de valores monetários, ou de qualquer outro atributo. Esses valores monetários podem ser derivados para outra escala que mede valores subjetivos que o tomador de decisão atribui a diferentes níveis de riqueza e risco. Esses valores subjetivos são relacionados numa função que recebe o nome de função de utilidade".

Dessa forma, a função de utilidade do agricultor traduz a maneira como este valoriza os ganhos e as perdas, neste caso, de cada uma das estratégias tecnológicas. Em vista da decisão final do agricultor de poder dos valores que sua função de utilidade assume com relação às diferentes alternativas tecnológicas, faz-se, mister apresentar aqui alguns dos tipos de função de utilidade, tais como a linear, a quadrática e a logarítmica.

(a) Função de Utilidade Linear

Admite-se, neste caso, que o produtor esteja unicamente preocupado em maximizar lucro; assim procedendo, ele estará maximizando sua satisfação ou utilidade. Logo, a escolha pelo produtor com respeito à melhor estratégia é feita em função do plano agrícola que apresentar o maior valor esperado de renda, sem se preocupar com as flutuações que essa renda passe a sofrer (risco).

A função de utilidade linear pode ser algebricamente representada por: $U = E(Z)$, onde: U é a utilidade do produtor, e $E(Z)$ é o valor esperado da renda.

(b) Função de Utilidade Quadrática

Admite-se que o produtor, ao tomar sua decisão de escolha entre planos tecnológicos alternativos, leva em consideração não só a renda gerada por esses planos, mas também as possíveis variações da renda, ou seja, o risco. A forma da função de utilidade quadrática é a seguinte: $U = E(Z) + \phi \sigma_Z$, onde: ϕ é o coeficiente de risco ^{15/} e σ_Z é o desvio padrão da renda esperada. Da equação acima, depreende-se que o grau de aversão ou preferência pelo risco é o mesmo que definirá a melhor estratégia a ser adotada. O valor do coeficiente de risco ϕ é determinado junto ao agente responsável pela decisão, mediante levantamento específico.

DILLON & MESQUITA (19) estudaram o comportamento ou atitudes de pequenos proprietários rurais e parceiros do Sertão do Ceará frente ao risco, a partir de uma função de utilidade básica do tipo quadrática. Os pesquisadores constataram que a quase totalidade desses agricultores são aversos ao risco. O valor médio de ϕ , para proprietários e parceiros varia de (-0,62 a -1,23) e (-0,35 a -0,93), respectivamente, conforme eles tivessem ou não a subsistência assegurada.

^{15/} Este coeficiente mede a aversão ($\phi < 0$), indiferença ($\phi = 0$) ou preferência ($\phi > 0$) do agricultor em correr risco. Os valores que o mesmo assume quando maior ou menor que zero, dão os diferentes graus de preferência ou indiferença com relação ao risco.

(c) Função de Utilidade Lexicográfica

Neste caso, para a escolha da melhor estratégia, admite-se em primeiro lugar que o produtor se preocupa em garantir uma renda mínima de subsistência (\bar{Z}), e só depois pensa em maximizar sua esperança de renda e/ou esperança versus variância da renda, conforme seja sua função lexicográfica do tipo linear ($U = \bar{Z} + E(Z)$) e/ou quadrática ($U = \bar{Z} + E(Z) + \phi \sigma_Z$), respectivamente.

Estas funções de utilidade lexicográfica requerem estimativas empíricas sobre a renda mínima desejada pelo produtor e respectiva distribuição de probabilidade. SANDERS (44) argumenta ser a função lexicográfica do tipo linear a mais realista para os pequenos agricultores da região nordestina.

Contudo, as indicações tecnológicas com base em funções de utilidade exigem o conhecimento prévio da função de utilidade de cada tomador de decisão, no caso o agricultor. Normalmente, devido à dificuldade para obter a avaliação dos resultados (utilidade) que faz cada agricultor das tecnologias disponíveis, lança-se mão de um procedimento alternativo, ou seja, o de indicar tecnologias obtidas pelo manuseio de modelos de programação, os quais, de forma direta ou indireta, são embasados em pressuposições acerca dos tipos de funções de utilidade do produtor e que em geral distribuição de probabilidade.

Dentro deste raciocínio, a programação linear convencional (PL), quando utilizada para selecionar a melhor estratégia (plano de máxima renda), pressupõe que o agricultor tem uma função de utilidade linear.

Por outro lado, ao se empregar o modelo de programação quadrática com risco (PQR) para seleção da melhor estratégia, primeiro se obtém um conjunto de planos eficientes em média-variância e então escolhe-se a melhor estratégia a partir deste conjunto eficiente (E, V). Para DILLON (45), a (PQR) fornece a solução correta somente no caso do produtor ser averso ao risco e se sua função de utilidade for unidimensional e depender

apenas, da média e da variância. O mesmo raciocínio em termos de função de utilidade se aplica para a programação MOTAD e para a teoria dos jogos, como foi referido no tópico anterior.

3.2. - A Teoria dos Jogos como Instrumento de Análise

Essa teoria, também denominada de "ciência do conflito", é aplicada a um número muito limitado de situações as quais são tecnicamente conhecidas como jogos. Uma definição mais explícita dessas situações, segundo LEVIN & DESJARDINS (34), seriam casos onde: "existe um conflito de interesses entre os participantes; cada jogador tem muitas alternativas para escolher suas ações mais apropriadas; as regras que governam essas alternativas são especificadas e conhecidas por todos os jogadores; o resultado do jogo é afetado pelas escolhas feitas por todos os jogadores e o resultado para todos os grupos específicos de escolha feitas por todos os jogadores é conhecido a priori e numericamente definido". Somente quando uma situação de conflito satisfaz a esses pré-requisitos, pode-se chamá-la de um jogo.

A teoria dos jogos trata de determinar padrões de comportamento racional (critérios) que os participantes do jogo podem adotar na seleção de estratégias (ações), tendo em vista que os resultados a serem obtidos estão condicionados as suas ações interdependentes.

Seja um caso simples de jogo, onde o agricultor está para escolher entre cultivar milho ou feijão este ano, e sua decisão depende da possibilidade dele encontrar ou não adubo químico no mercado local para utilizá-lo na lavoura irrigada. Essas culturas de milho e feijão, dependendo ou não de serem adubadas, permitem hipoteticamente retornos líquidos em cruzeiros por hectare, conforme mostram os valores da matriz de pagamentos 3.1. adiante.

(3.1.)

		Estratégias do Mercado			Probabilidades $P(\theta_i)$
		Tem Adubo (θ_1)	Não tem Adubo (θ_2)		
		1	0	A	
		0	1	B	
		1/2	1/2	C	
Estratégias do Agricultor	Milho (m)	400,00	100,00		
	Feijão (f)	300,00	200,00		

Se o agricultor é informado de que pode, em época oportuna, encontrar com certeza (estratégia A) o adubo químico no mercado para utilizar na lavoura, ele deverá escolher plantar o milho, vez que, quando adubado, ele permitirá obter uma maior renda (maior utilidade); caso contrário, quando é dada a certeza (estratégia B) de não se encontrar o adubo, ele deverá cultivar o feijão, vez que este, sem adubo, é mais rentável que o milho. Se a informação de que ele dispõe é de que há sempre uma probabilidade de 50% de adubo ser encontrado em disponibilidade no mercado (estratégia C), e resolve tomar sua decisão orientando-se pelo valor esperado da renda, ambas as culturas oferecerão a mesma expectativa de ganhos $\frac{16}{100}$, e nessas condições, ele deverá ser indiferente entre cultivar milho ou feijão.

No cálculo do valor esperado da renda da lavoura de milho e de feijão $E(R_m) = E(R_f) = 250,00$ foi empregada a seguinte fórmula:

$$E(R_i) = \sum_{i=1}^m R_{i_i} P(\theta_i) \quad \forall i = 1, 2$$

onde: $E(R_i)$ = Valor esperado da renda da lavoura (milho ou feijão).

R_{i_i} = Renda da lavoura (milho ou feijão) na situação θ_i .

$P(\theta_i)$ = Probabilidade de ocorrer a situação θ_i .

Nas duas primeiras estratégias (A e B) do mercado, tem-se situações de certeza, ou seja, ora de encontrar (A) e ora de não encontrar (B) o adubo químico. O procedimento racional do agricultor (critério de escolha) é o de selecionar, em cada um desses casos, a cultura que oferecer o maior retorno líquido; assim procedendo, ele estará maximizando sua renda (ou utilidade).

A terceira estratégia (C) do mercado, representa uma situação de risco para o agricultor. Nesta situação, a escolha da melhor estratégia com base no valor esperado da renda das culturas (ou seja, sem se preocupar com o risco associado a essa renda) representa um dos padrões de comportamento racional (critérios para tomada de decisão) preconizados pela teoria dos jogos.

A utilização desta teoria no sentido de estudar o comportamento econômico teve início, segundo FERGUSON (24), com VON NEUMANN & MORGENTHAU; eles "tentaram encontrar os princípios matematicamente completos que definem o comportamento racional para os participantes de uma economia social e, a partir deles, as características gerais daquele comportamento". A chave da contribuição de VON NEUMANN (34) e hoje conhecida como a demonstração do teorema minimax ^{17/}.

Posteriormente foi reconhecido que problemas da teoria dos jogos poderiam ser resolvidos como casos especiais de programação linear; assim é que essa teoria pode ser utilizada na seleção de estratégias tecnológicas (planos agrícolas) ao nível da propriedade rural (17, 29 e 33).

Informações conceituais mais completas, bem como as vantagens e desvantagens dessa metodologia, poderão ser encontradas nos trabalhos de HELLON (17), HALTER & DEAN (27), HEADY & CANDLER (30), LEVIN & DESJARDINS (34) e NAYLOR & VERNON (38).

O modelo a ser desenvolvido no tópico subsequente é uma adaptação do apresentado por TADROS & CASLER (52).

O critério de decisão minimax será apresentado no item 3.2.3.

3.2.1. - O Modelo do Jogo

O fato de se ter decisões a tomar sob incerteza de fatores, tais como o clima, permite que elas sejam expressas como um jogo contra a natureza. Então, admitindo-se ser essa a situação da agricultura na área de estudo, é possível converter o problema de planejamento da unidade de produção a um jogo do agricultor contra a natureza, expresso na forma matricial.

A matriz de pagamentos (payoff matrix), como é conhecida, define assim o jogo:

- . existem dois jogadores, o agricultor com seus planos de exploração da fazenda, dispostos em linhas na matriz, e o clima, expresso por diferentes estados da natureza que podem ocorrer no ano agrícola dispostos em colunas;
- . um lance do jogo consiste em o agricultor escolher uma linha ou estratégia para a fazenda e simultaneamente ocorrer um dos estados da natureza definido por uma coluna;
- . após cada lance do jogo, a natureza paga ao fazendeiro uma renda líquida para sua estratégia, igual ao elemento da linha e coluna escolhida, sendo que o elemento negativo indica um pagamento do fazendeiro à natureza, ou seja, sua renda líquida passa a ser negativa.

Esse jogo competitivo na forma matricial é denominado de jogo de duas pessoas com soma nula. A "soma a nula" corresponde ao fato da soma dos ganhos e perdas dos jogadores após cada lance ser nula.

Seja a matriz de pagamentos com v linhas e w colunas é expressa da seguinte forma: $(Z_{pk})_{v, w}$ ou simplesmente (Z_{pk}) , ou ainda:

(3.2.)

		Estados da Natureza					
		E_1	E_2	\dots	E_k	\dots	E_w
	P_1	Z_{11}	Z_{12}	\dots	Z_{1k}	\dots	Z_{1w}
	P_2	Z_{21}	Z_{22}	\dots	Z_{2k}	\dots	Z_{2w}
Estratégias do Agri- cultor	:	:	:	\dots	:	\dots	:
(planos p/ a fazenda)	P_p	Z_{p1}	Z_{p2}	\dots	Z_{pk}	\dots	Z_{pw}
	.	.	.	\dots	.	\dots	.
	P_v	Z_{v1}	Z_{v2}	\dots	Z_{vk}	\dots	Z_{vw}

onde:

- E_k = corresponde ao k-ésimo estado da natureza, ou seja, uma das condições climáticas que poderá ocorrer no ano agrícola;
- P_p = representa o p-ésimo plano agrícola para a fazenda;
- Z_{pk} = refere-se à renda líquida do p-ésimo plano agrícola quando ocorre o k-ésimo estado da natureza.

Seja agora Z_{pk} a renda líquida do agricultor se ele planeja a estratégia P_p e ocorre o estado da natureza E_k , onde P_p é o ótimo para E_k . O valor de Z_{pk} e das atividades (X_1, X_2, \dots, X_n) do plano ótimo P_p são dados pelo seguinte modelo da programação linear:

Função Objetivo

$$(3.3.) \text{Max } (Z_{pk}) = \sum_{j=1}^n C_{jk} X_j, \quad p = 1, 2, \dots, v; \quad k = 1, 2, \dots, w$$

Sujeito às Restrições

$$(3.4.) \sum_{j=1}^n A_{ijk} X_j \leq b_i, \quad b_i > 0, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$(3.5.) X_j > 0$$

Onde:

$Z_{j,k}$ = renda líquida da fazenda a ser maximizada;

$C_{j,k}$ = valor do retorno líquido unitário da j-ésima atividade sob o k-ésimo estado da natureza;

X_j = nível da j-ésima atividade;

$A_{i,j,k}$ = coeficiente técnico representando a quantidade necessária do i-ésimo recurso para obtenção de cada unidade da j-ésima atividade sob o k-ésimo estado da natureza;

B_i = nível de disponibilidade do i-ésimo recurso.

A programação linear permite determinar para cada estado da natureza, ao menos uma estratégia ou plano ótimo e respectiva renda líquida máxima. Seguindo esse raciocínio, w problemas de programação são resolvidos para definir as estratégias do jogo, ao mesmo tempo em que se obtém, pelo menos, um elemento de cada linha da matriz de pagamentos. Logo mais será apresentada a maneira de determinar os demais elementos dessa matriz.

Sendo v o número de estratégias definidas, é admissível que uma relação a um particular estado da natureza possa-se ter mais de uma estratégia ou plano ótimo. Do mesmo modo, um particular plano da fazenda pode ser ótimo para mais de um estado da natureza. Por conseguinte, o número total de estratégias poderá ser maior, igual ou menor que o número de estados da natureza $v \lesseqgtr w \frac{18}{}$.

18 Nessa pesquisa estudar-se-á apenas o caso onde $v = w$, ou seja, cada estado da natureza tem apenas uma estratégia ótima e cada estratégia é ótima para apenas um estado da natureza. Na matriz de pagamentos, (agora quadrada) cada elemento da diagonal principal representa o maior pagamento que o agricultor poderá obter se o estado da natureza definido pelo presente elemento prevalecer. Isto implica que nenhuma das estratégias definidas é dominada por qualquer outra estratégia, isto é, nenhuma das colunas é uma coluna inferior (maiores detalhes sobre dominância de colunas e/ou linhas na matriz podem ser encontrados em LIPSCHUTZ, 35).

Voltando-se à determinação dos demais elementos da matriz, vamos admitir que o agricultor tenha planejado a estratégia P_p , ótima para o estado da natureza E_k , mas E_f prevaleceu, onde $f < w$ e $f \neq k$. A receita do agricultor, neste caso, será a renda líquida de P_p no estado E_f . O valor Z_{pf} é obtido substituindo os retornos líquidos C_{jk} das atividades do plano ótimo P_p para E_k , pelos retornos líquidos C_{jf} dessas mesmas atividades do plano P_p quando ocorre E_f .

Seja o plano ótimo P_p , dado pela programação linear, para o estado da natureza E_k , igual a:

$$P_p \forall E_k \implies Z_{pk} = C_{1k} X_1 + C_{2k} X_2 + \dots + C_{nk} X_n$$

$$\text{ou } Z_{pk} = \sum_{j=1}^n C_{jk} X_j$$

Quando o mesmo plano P_p é sujeito ao estado da natureza E_f , sua nova renda líquida Z_{pf} é obtida substituindo os C_{jk} por C_{jf} e mantendo as mesmas atividades, ou seja:

$$P_p \forall E_f \implies Z_{pf} = C_{1f} X_1 + C_{2f} X_2 + \dots + C_{nf} X_n$$

$$\text{ou } Z_{pf} = \sum_{j=1}^n C_{jf} X_j$$

O novo valor de P_p pode ser maior, igual ou menor que o anterior Z_{pk} .

Repetindo o processo para os demais estados da natureza, facilmente são obtidos os elementos da p -ésima linha da matriz ($Z_{p1}, Z_{p2}, \dots, Z_{pf}, \dots, Z_{pk}, \dots, Z_{pw}$).

Esse mesmo procedimento é adotado para os demais planos ótimos as estratégias, até se determinar todos os elementos da matriz de pagamentos. De posse desta, é fácil aplicar um dos vários critérios de decisão da teoria dos jogos que melhor atenda aos objetivos da pesquisa, ao comportamento do agricultor e à existência ou não de informações completamente disponíveis.

A parte crucial deste modelo é a definição e especificação dos estados da natureza. Se essas situações climáticas são bem definidas no ponto de suas probabilidades a priori serem determinadas, o procedimento bayesiano poderá ser incorporado ao modelo (52).

3.2.2. - Relação Entre a PL e o Modelo do Jogo

A programação linear (PL) tem sido em geral empregada para resolver o problema de produção simultânea de diversos produtos ao nível da firma, de modo a determinar a alocação mais eficiente dos seus recursos. Para ser mais preciso, a aplicação da PL exige a existência de um objetivo definido e de alternativas e restrições para se alcançar o mesmo. O objetivo pode ser o do agricultor determinar o plano ótimo de produção, ou seja, o de máxima renda para sua fazenda. As alternativas ou maneiras de se chegar a esse objetivo referem-se às diversas atividades produtivas possíveis de execução no estabelecimento. Enquanto as restrições compreendem a disponibilidade de fatores ou recursos factíveis de utilização no processo produtivo ^{19/}.

Ao se utilizar a PL na seleção da melhor estratégia (plano de máxima renda) para a unidade de produção, não se considera o fator risco, uma vez que admite-se ser o comportamento do meio ambiente (clima) e de outros fatores (preços de insumos e produtos, coeficientes técnicos, etc.) estáveis e imutáveis; muito embora as alternativas abertas à escolha (atividades produtivas) sejam por si mesmas competitivas, no sentido de que só algumas delas vão ser selecionadas para comporem o plano ótimo e essa seleção é feita com um único propósito o de excluir as atividades que não levem à maximização da renda da fazenda.

^{19/} Mais informações a respeito da PL e sua aplicação na solução de problemas econômicos da agricultura, podem ser obtidas em vasta bibliografia disponível sobre o assunto, a exemplo dos trabalhos de ARAÚJO (32), CRISTANCHO (16), GOMES (26), entre outros.

Essa metodologia não prevê possíveis modificações dos fatores externos (a exemplo do clima) e as implicações desse com respeito à escolha da melhor estratégia, muito embora, para cada situação de clima seja possível definir um plano ótimo pela PL.

O modelo de jogo aqui adotado, ao contrário da PL, permite ao agricultor analisar o fator risco (variação da renda) associado a cada um dos planos obtidos pela PL para diferentes situações de clima e então selecionar a melhor estratégia (plano agrícola) de acordo com o critério de decisão da teoria dos jogos que melhor atenda a sua expectativa (utilidade).

3.2.3. - Critérios de Decisão

Os critérios da teoria dos jogos foram desenvolvidos com o propósito de oferecer ao tomador de decisão regras para opções de escolha entre estratégias disponíveis. Cada critério pressupõe implicitamente um tipo de função de utilidade para o tomador de decisão; cabe a este selecionar aquele critério cuja função de utilidade implícita seja a mais representativa do seu comportamento. Os critérios são ainda enquadrados em dois grupos diferenciados entre si em consequência do tratamento dispensado às probabilidades de ocorrência dos eventos.

. Modelos que Independem das Probabilidades dos Eventos:

- * (a) Critério Maximin *
- (b) Critério de Minimum Regret
- * (c) Critério de Excess Benefit *
- (d) Critério de Laplace

mais conservador

. Modelos que Dependem das Probabilidades dos Eventos:

- (e) Critério de Otimismo-Pessimismo
- (f) Critério de Bayes
- * (g) Critério E-V
- (h) Critério da Probabilidade Subjetiva de Savage ✓
- (i) Critério da Probabilidade a Posteriori ✓

(a) Critério Maximin

O critério de Wald sugere ao agricultor escolher o plano agrícola (estratégia) que lhe forneça o melhor retorno líquido sob o estado da natureza mais adverso (1). Portanto, propõe a seleção do melhor entre os menores resultados que poderão ser obtidos pelo agricultor, daí o termo "maximin".

Admitindo que entre esses dois jogadores: agricultor e natureza, o primeiro recebe e o segundo paga, o critério em análise propõe ao agricultor maximizar seus ganhos enquanto a natureza minimizar suas perdas. Dessa forma, o critério considera, para um dado plano adotado pelo agricultor, ocorrer sempre a situação climática onde esse plano fornece o pior retorno líquido. Daí, porque o agricultor deve escolher entre planos agrícolas disponíveis aquele que ofereça o maior entre os menores ganhos ou aquele que ofereça a maior entre as menores perdas para a natureza.

Visando a ilustrar a aplicação do critério, considere-se a matriz de pagamentos adiante (3.6.).

(3.6.)

		Estados da Natureza			Valores Mínimos das Linhas
		E_1	E_2	E_3	
Estratégias do Agricultor	P_1	20	10	8	8
	P_2	7	15	14	7
	P_3	12	6	19	6
Valores Máximos das Colunas		20	15	19	

Sejam 8, 7 e 6 os menores retornos líquidos que o agricultor poderá receber ao adotar os planos P_1 , P_2 e P_3 , respectivamente. O plano P_1 oferece o maior entre os menores ganhos. Por outro lado, os valores 20, 15 e 19 representam as maiores perdas da natureza, ou seja, os maiores pagamentos que esta poderá fazer ao agricultor, caso adote as estratégias E_1 , E_2 e E_3 . A estratégia E_2 oferece à natureza o menor dos maiores pagamentos que ela poderá realizar.

A solução deste jogo só ocorre quando o valor maximin do agricultor for igual ao valor minimax da natureza. No caso acima, o mínimo das máximas das colunas excede o máximo dos mínimos das linhas, logo, o jogo não teria uma solução única e estável. Contudo, a forma de solucionar este impasse proposto por VON NEUMANN & MORGANSTERN (24) é o de atribuir probabilidades a todas as estratégias dos jogadores de tal maneira que a soma das probabilidades para cada participante seja a unidade, a partir daí, determina-se o valor esperado do jogo, ou seja, o valor da solução maximin e minimax $\frac{20}{2}$. Ao fazer o agricultor a escolha do plano P_1 , a distribuição de probabilidade de suas estratégias estará assim definida q ($q_1 = 1, q_2 = 0, q_3 = 0$), onde q_1, q_2 e q_3 são as probabilidades de ele escolher os respectivos planos P_1, P_2 e P_3 . Por outro lado, se o fazendeiro escolher P_1 , a natureza escolherá E_3 e suas estratégias terão a seguinte distribuição de probabilidade s ($s_1 = 0, s_2 = 0, s_3 = 1$), onde s_1, s_2 e s_3 são as probabilidades da natureza escolher os respectivos estados E_1, E_2 e E_3 . O valor do jogo será dado pela seguinte expressão: (24 e 30).

$$(24.) \bar{V} = q_1 (s_1 \cdot 20 + s_2 \cdot 10 + s_3 \cdot 8) + q_2 (s_1 \cdot 7 + s_2 \cdot 15 + s_3 \cdot 14) + q_3 (s_1 \cdot 12 + s_2 \cdot 6 + s_3 \cdot 21) \quad (19)$$

substituindo as probabilidades do agricultor e da natureza pelos seus valores, tem-se:

$$\bar{V} = 1(0 \times 20 + 0 \times 10 + 1 \times 8) + 0(0 \times 7 + 0 \times 15 + 1 \times 14) + 0(0 \times 12 + 0 \times 6 + 1 \times 21)$$

$$\bar{V} = 8$$

Ex A fórmula adotada para se calcular o valor esperado do jogo é a seguinte:

$$\bar{V} = \sum_{p=1}^v \sum_{k=1}^w q_p s_k z_{pk}$$

onde por exigência: $q_p > 0; s_k > 0; \sum_{p=1}^v q_p = 1$ e $\sum_{k=1}^w s_k = 1$

\bar{V} é o valor esperado do jogo.

q_p é a probabilidade do agricultor escolher o p-ésimo plano agrícola.

s_k é a probabilidade de ocorrer o k-ésimo estado da natureza.

z_{pk} é a probabilidade composta de que o par de estratégias p, k ocorra simultaneamente.

z_{pk} corresponde à renda líquida quando ocorre ao mesmo tempo as estratégias p e k.

Logo, 8 é o valor esperado do jogo e representa a situação de maximin para o agricultor e de minimax para a natureza.

O método de Wald admite a probabilidade de 1 (um) para o pior resultado da escolha de uma dada estratégia do agricultor e zero para os demais possíveis resultados dessa mesma estratégia, oferecendo assim a ele o máximo de segurança. É, portanto, mais adequado para o pequeno agricultor, que necessita ter a subsistência de sua família assegurada, independente do tipo de ano agrícola que possa ocorrer.] *

Outras vezes é aplicado ao agricultor que pretende iniciar mudanças significativas no processo de produção de sua fazenda e não dispõe de muito recurso para isso, assim, poderá ele desejar orientar-se pelos resultados mais pessimistas do empreendimento.

O critério pode satisfazer ainda ao agricultor preocupado com resultados imediatos e/ou aquele que tenha sofrido grandes perdas nos últimos anos.

Entre algumas limitações do método, poder-se-ia citar:

- (a) a suposição de total pessimismo não é muito aceita nos jogos contra a natureza, essa nem sempre experimenta fazer o pior para o agricultor (1);
- (b) não dar suficiente importância aos valores dos elementos da matriz de pagamentos a não ser ao valor da solução maximin, pode levar a perdas bastantes significativas (1);
- (c) a adição de uma constante aos valores de cada estratégia para um dado estado da natureza pode resultar na mudança da estratégia inicial do agricultor, implicando na falta de linearidade da coluna (1 e 27).

O procedimento maximin quase sempre não se ajusta nos grandes agricultores, eles, em geral, se preocupam tanto com os mínimos como os máximos retornos que suas explorações possam render.

O critério de Wald admite ser a função utilidade do agricultor lexicográfica e linear em renda líquida total (17). No sentido de que, entre as estratégias disponíveis (planos) ele se preocupa em escolher aquela que lhe garanta o maior dos menores ganhos para qualquer ocorrência climática.

(b) Critério de Minimum Regret (mínimo arrependimento)

Savage propôs que a utilidade e desutilidade do tomador de decisão deveriam ser consideradas na seleção de estratégias. Em outras palavras, ele pode ser sensato em selecionar a estratégia que não lhe cause grande desapontamento, no sentido de que ela possa provocar grandes perdas ou privá-lo de obter maiores ganhos (1).

O agricultor, ao optar por uma estratégia, poderá não ter o maior rendimento possível; isso vai depender da estratégia adotada pela natureza. Caso ocorra o estado da natureza que permita o maior rendimento para a estratégia adotada pelo agricultor, não haverá "regret" (arrependimento), uma vez que este é definido como sendo a diferença entre o rendimento obtido e o maior que se poderia obter para aquela estratégia da natureza. Seguindo esse processo, monta-se a matriz de "regrets" relativa a todas as estratégias. Separa-se, em seguida, o maior regret de cada estratégia do agricultor e seleciona-se a estratégia que apresentar o menor regret entre os anteriormente separados (47).

Com vistas a uma maior compreensão do critério pelo leitor, a matriz de "regrets" é formada da matriz de pagamentos. Seja essa a matriz (3.6.), onde as colunas E_1 , E_2 e E_3 representam as estratégias da natureza e as linhas P_1 , P_2 e P_3 correspondem às estratégias do agricultor. Na coluna E_1 a linha que dar o maior pagamento é a P_1 , sendo esse representado pelo elemento 20, os elementos correspondentes a essa coluna E_1 na matriz "regrets" serão: $R_{11} = 20 - 20 = 0$; $R_{21} = 20 - 7 = 13$ e $R_{31} = 20 - 12 = 8$. O processo é repetido para os demais estados da natureza (colunas) permitindo a obtenção da matriz (3.8.) a seguir:

(3.8.)

		Estados da Natureza			Maior Regret da Linha
		E_1	E_2	E_3	
Estratégias do Agricultor	P_1	0	5	11	11
	P_2	13	0	5	13
	P_3	8	9	0	9

Entre os maiores regrets de cada linha escolhe-se a estratégia que apresentar o menor deles. No caso a P_3 correspondente ao regret 9.

Esse critério é um pouco otimista, porque é montado com base nos melhores resultados das estratégias. Além do mais, apresenta duas ou três limitações: a primeira, é o de violar a propriedade da "independência das alternativas irrelevantes". Isto é, ao se excluir uma das estratégias do agricultor da matriz de pagamentos, mesmo que ela não tenha possibilidade de ser selecionada, há necessidade de se determinar uma nova matriz de regrets cuja solução minimax nem sempre coincide com a dada pela matriz de regrets anterior. A segunda, refere-se à função de utilidade implicada no critério que é do tipo linear e lexicográfica em regret, ou seja, entre os planos disponíveis, pressupõe-se que o agricultor escolha o plano cujo maior regret seja o menor dentre os maiores regrets apresentados por cada plano. Entretanto, para HALTER & DEAN (27), não está claramente demonstrado a diferença de mensuração de utilidades que possa ser chamada de regret, mesmo quando essa utilidade é expressa em ganhos monetários (renda). Em outras palavras não é possível dizer que o regret originário da diferença de se ir de 15 unidades de renda para 10 unidades, corresponda à mesma insatisfação (desutilidade) de se ir de 19 unidades de renda para 14 unidades.

Pode o critério, entretanto, ser particularmente apropriado para jovens empreendedores fazendeiros, os quais gostariam sempre de ter oportunidade de grandes retornos.

(c) Critério de "Excess Benefit"

O critério de Excess Benefit aplica o princípio Maximin após derivar da matriz de pagamentos a matriz de benefícios (1).

Caso o agricultor adote a pior estratégia para um dado estado da natureza, não haverá "benefício", visto que este é definido como sendo a diferença entre o rendimento obtido e o menor que se poderia obter para aquele estado da natureza com as estratégias disponíveis. Mediante esse raciocínio, elabora-se a matriz de "benefits", considerando todos os estados da natureza e estratégias do agricultor. Registra-se, em seguida, o menor benefício de cada estratégia e, finalmente, escolhe-se a estratégia de maior "benefício" entre as anteriormente registradas.

Para melhor compreensão, observe a matriz de pagamentos (3.6), o menor valor da primeira coluna (E_1) é o elemento 7 da estratégia P_2 , os elementos correspondentes a essa coluna E_1 na matriz de "benefits" serão: $S_{11} = 20-7 = 13$; $S_{12} = 7-7 = 0$ e $S_{13} = 12-7 = 5$. O processo é repetido para as demais colunas (E_2 e E_3), dando como resultado a seguinte matriz:

(3.9.)

		Estados da Natureza			Menor Benefício da Linha
		E_1	E_2	E_3	
Estratégias do Agricultor	P_1	13	4	0	0 (4)
	P_2	0	9	6	0 (6)
	P_3	5	0	11	0 (5)

Entre os menores benefícios de cada linha da matriz escolhe-se a estratégia que apresentar o maior deles. Quando acontece serem os menores benefícios das estratégias todos iguais, seleciona-se de cada linha o benefício de valor imediatamente superior a este para compor a coluna dos menores benefícios (1).

A função de utilidade implicada no critério e do tipo lexicográfica e linear em benefício, ou seja, entre os planos disponíveis o agricultor seleciona aquele que lhe garanta o maior dos menores benefícios independentemente do tipo de estado da natureza que venha ocorrer. Entretanto, como no critério anterior em relação aos "regrets", dificilmente pode-se explicar que diferenças de utilidades (rendas) possa assumir a forma de benefícios.

O critério de "Excess benefit" combina as propriedades dos critérios de Wald e Savage, sendo superior a ambos na maioria dos casos. Exceção é feita para situações climáticas extremamente desfavoráveis, quando é inferior ao de Wald, ou extremamente favoráveis quando também é inferior ao de Savage (1).

A característica da aproximação de benefício é que para um certo estado da natureza ele permite ao agricultor se orientar por um me lhor rendimento que o pior previsto para aquele estado.

(d) Critério de Laplace

O critério de decisão de Laplace, embora simples, é amplamen te usado na seleção de estratégias do agricultor. Baseado no "princípio de insuficiente razão", o argumento para o uso do critério é que o produ tor deve considerar serem igualmente prováveis as várias estratégias da natureza, se ele não dispõe de maiores conhecimentos sobre essas situa ções climáticas (isto é da distribuição probabilística dessas ocorrências e/ou predi ções mais ou menos corretas acerca das mesmas). Portanto, iguais probabilidades são fixadas para cada estratégia da natureza, e o agricul tor seleciona a estratégia que oferecer maior média em termos de renda lí quida total.

Seja w o número de estratégias da natureza, cada uma delas, representada por uma coluna da matriz (3.2.), tem probabilidade $\frac{1}{w}$ de ocorrer. O valor esperado de cada estratégia do agricultor corresponde à média aritmética dos elementos da linha representativa dessa estratégia na matriz de pagamentos. Como a linha tem w elementos, divide-se a soma desses elementos por w . Portanto, o valor esperado \bar{Z}_p da p -ésima linha ou estratégia P_p da matriz é dado pela expressão:

$$(3.10.) \quad \bar{Z}_p = \sum_{k=1}^w Z_{pk} \cdot w^{-1} \text{ ou } \bar{Z}_p = \sum_{k=1}^w Z_{pk}/w$$

Aplica-se essa fórmula para cada linha ou estratégia do agricultor e, em seguida, seleciona-se como ótima aquela que fornecer o maior resultado, ou seja, a maior renda líquida média.

Com o propósito de ilustrar a aplicação do critério, considere a matriz de pagamentos (3.11.) adiante:

(3.11.)

		Estados da Natureza			Valores Médios das Linhas (\bar{Z}_p)
		E_1	E_2	E_3	
Estratégias do Agricultor	P_1	10	4	1	5
	P_2	3	5	4	4
	P_3	2	3	4	3

onde:

$$P_1 \quad \bar{Z}_1 = \sum_{k=1}^3 Z_{1k} \cdot 3^{-1} = (10 + 4 + 1) \cdot 3^{-1} = 5$$

$$P_2 \quad \bar{Z}_2 = \sum_{k=1}^3 Z_{2k} \cdot 3^{-1} = (3 + 5 + 4) \cdot 3^{-1} = 4$$

$$P_3 \quad \bar{Z}_3 = \sum_{k=1}^3 Z_{3k} \cdot 3^{-1} = (2 + 3 + 4) \cdot 3^{-1} = 3$$

O plano P_1 é a estratégia que oferece o maior retorno total médio para o agricultor e portanto deverá ser a selecionada como ótima

O critério de Laplace é menos conservador em relação ao de Wald, porque nesse último a probabilidade de 1 (um) é atribuída para o pior resultado de uma linha da matriz e de zero para os outros resultados, ao passo que, no primeiro, iguais probabilidades são atribuídas para todos os resultados dessa mesma linha.

O critério de Laplace se assemelha bastante ao procedimento usado por pesquisadores e extensionistas agrícolas, quando fazem recomendações, após tomarem as médias aritméticas dos valores de diferentes estratégias e então verificarem se a diferença entre essas médias são ou não estatisticamente significativas. A divergência entre o modelo de Laplace tal qual, e os testes estatísticos de significância de diferença entre médias, resulta no fato de, ao se aplicar Laplace, escolhe-se a estratégia com maior renda líquida média, não havendo preocupação se esta é estatisticamente diferente das médias das outras estratégias.

Implicitamente, o método pressupõe função de utilidade linear em renda total média, vez que seleciona como melhor estratégia para o agricultor o plano que apresentar a maior renda em termos médios.

Este critério dá pouca importância aos valores extremos, e dessa forma tende a ignorar as variações devidas aos anos anormais de clima. O pagamento realizado pela estratégia sugerida por esse procedimento é quase sempre maior ou igual ao de outra estratégia dada por qualquer outro critério.

O método de Laplace guarda a linearidade das colunas, ou seja, mesmo quando uma constante é adicionada aos elementos de uma coluna da matriz, a solução inicial não se altera; mantém a independência das alternativas irrelevantes, em razão da solução inicialmente obtida não mudar quando se exclui da matriz de pagamentos uma das estratégias que não tem possibilidade de ser selecionada; além disso, esse critério presta maior atenção aos elementos da matriz (1). Uma limitação do método, refere-se à impossibilidade de se excluir um dos estados da natureza sem que isso se reflita sobre o resultado do jogo, mesmo quando dois ou mais desses estados oferecem valores idênticos para as estratégias do agricultor (27).

Em geral, é adequado para o agricultor que pretende fazer um planejamento de longo prazo na sua fazenda e dispõe ou pode dispor para isso de suficiente capital.

A principal objeção a esse critério é vista na suposição de completa ignorância do agricultor sobre as probabilidades de ocorrência dos diversos estados da natureza, o que nem sempre acontece. O agricultor opera considerando essas probabilidades, e tem, portanto, uma idéia formada sobre as condições climáticas mais prováveis de ocorrerem.

(e) Critério de Otimismo-Pessimismo

Hurwicz propôs o critério de otimismo-pessimismo, o qual supera algumas limitações dos critérios de Wald e Laplace. Esse critério contrasta com o de Wald, por não negligenciar estratégias que têm potencial de grandes retornos, e, como o de Laplace, por admitir que o tomador de decisão (agricultor) possa fazer julgamentos subjetivos sobre estratégias de seu oponente (natureza).

No critério de Hurwicz, o tomador de decisão identifica o pior e o melhor pagamento associados a cada uma de suas estratégias. Atribui, então, os pesos ρ e $1-\rho$ para o maior e menor pagamento, respectivamente, de maneira que, $0 \leq \rho \leq 1$. Esses pesos são multiplicados pelos respectivos pagamentos, e em seguida soma-se os resultados, obtendo um valor ponderado de pagamento U_p , conforme mostra a expressão abaixo (30):

$$(3.12.) \quad U_p = (\rho) \left(\text{Max}_k Z_{pk} \right) + (1-\rho) \left(\text{Min}_k Z_{pk} \right)$$

Entre as estratégias disponíveis, a ótima será aquela onde U_p apresentar maior valor. A título de exemplo, considere a matriz de pagamento (3.11.) e admita que o melhor e pior resultado de cada estratégia do agricultor ocorra com probabilidade de $2/3$ e $1/3$, respectivamente. Logo, aplicando o critério de Hurwicz conforme mostra a matriz (3.13.), se obtém como melhor estratégia a P_1 .

(3.13.)

	Pior Resultado (1/3)	Melhor Resultado (2/3)	Renda Ponderada U_p
P_1	1	10	7
P_2	3	5	4 1/3
P_3	2	4	3 1/3

Como se pode observar, julgamentos individuais e efeitos de atitudes de escolha são considerados pelo modelo, as recomendações dependem muito do valor de ρ , medida de otimismo ou pessimismo do tomador de decisão. Quanto $\rho = 0$, o critério se torna extremamente pessimista e se identifica com o de Wald; entretanto, quanto $\rho = 1$, o critério passa a ser bastante otimista. Torna-se evidente que mudanças no valor de ρ acarretam quase sempre troca da estratégia ótima. A função de utilidade implicada no critério é linear em valor esperado da renda, ou seja, pressupõe que o agricultor seleciona entre as estratégias aquela que apresentar o maior valor esperado da renda.

Por outro lado, as limitações do critério consistem: primeiro, em considerar os valores das estratégias apenas para situações extremas, dispensando os demais valores disponíveis; segundo, existe sempre dificuldade de se proceder uma ponderação razoável em termos de ρ ; e, terceiro, as situações intermediárias não consideradas podem ser bem mais significativas para estabelecer uma estratégia que as extremas (1).

(f) Critério de Bayes

Trata-se do critério que fundamenta-se na escolha, pelo tomador de decisão, da estratégia P_p que apresentar maior esperança de renda $E(Z_p)$, ao longo do tempo. Admite-se, portanto, serem conhecidas as probabilidades a priori (s_k) da ocorrência dos diferentes estados da natureza, ($s=1, \dots, w$).

No cálculo da esperança matemática $E(Z_p)$ da estratégia P_p , utiliza-se a seguinte expressão:

$$(3.13.) \quad E(Z_p) = \sum_{k=1}^W s_k Z_{pk}$$

O processo é repetido para as demais estratégias ($p=1, \dots, v$), e posteriormente seleciona-se pelo maior valor esperado a estratégia ótima. A função de utilidade implicada no critério é do tipo linear em valor esperado da renda, no sentido de que entre as estratégias disponíveis o tomador de decisão seleciona aquela de maior valor esperado de renda.

Entre algumas limitações desse critério, pode-se referir: primeiro, ele se utiliza exclusivamente de probabilidades subjetivas para proceder sua escolha; segundo, não se preocupa com os resultados da estratégia para um particular ano climático; terceiro, não considera as variações inter-anuais do retorno médio da estratégia ótima e das demais estratégias, as quais devem influenciar as decisões do agricultor (1).

Esse método é aconselhado para grandes fazendeiros que possam estar preocupados em maximizar a renda da fazenda ao longo de vários anos e não estejam muito preocupados com qualquer ano em particular.

(g) Critério E-V

Esse critério admite que tanto as esperanças como as variâncias dos retornos das estratégias influenciem na escolha pelo tomador de decisão da estratégia ótima (1).

A expressão matemática para calcular a variância do valor esperado da renda $V(z_p)$ da estratégia P_p , em função das probabilidades a priori de ocorrência dos estados da natureza, é a seguinte:

$$(3.14.) \quad V(z_p) = \sum_{k=1}^W [Z_{pk} - E(Z_p)]^2 \cdot s_k$$

Torna-se evidente para o caso do agricultor supostamente aver so a risco que, entre duas estratégias do mesmo valor esperado de renda, ele deva optar sempre pela de menor variância; entretanto, se elas apre sentarem a mesma variância e rendas diferentes, ele deve escolher a de maior renda. A situação mais comum é de uma delas possuir maior renda e também maior variação na renda que a outra; neste caso, a seleção da es tratégia ótima estará em função do nível de renda e da variação na renda que o tomador de decisão esteja disposto a aceitar. Nessa circunstância, a escolha poderia vir em consequência da análise e discussão das vanta gens e desvantagens dos resultados obtidos com cada estratégia.

A função de utilidade implicada no critério é do tipo quadrática em E-V, onde se pressupõe que o tomador de decisão ao adotar esse método, considera tanto a renda como a variância desta, relativamente a cada estratégia (plano) disponível.

De modo geral, no Nordeste semi-árido, o fazendeiro nunca está disposto a expor sua renda a grandes variações inter-anuais e poderá dependendo do coeficiente de renda-risco, associado à sua função de uti lidade supostamente a mesma preconizada pelo critério, selecionar entre as estratégias disponíveis uma que, embora não apresentando a maior espe rança de renda, seja bem mais estável em qualquer ano climático que ou tras de maiores retornos.

* (h) Critério da Probabilidade Subjetiva de Savage

Raramente o agricultor decide em situação de completa igno rância dos fatos econômicos e climáticos. Através de sua experiência, ou de informações de outras fontes, ou mesmo em termos de sua crença, o agri cultor usualmente faz um juízo sobre o estado da natureza esperado em cada ano.

$$4P_1 + 2 = 1$$

$$4P_1 = 1 - P_1$$

$$3P_1 + 1 = 0$$

Savage propõe uma alteração no método de Bayes, ou seja, no cálculo do valor esperado do retorno de cada estratégia, substituindo as probabilidades objetivas, obtidas de informações de séries temporais, por probabilidades subjetivas, geradas quando o tomador de decisão confronta as estratégias disponíveis sobre as diferentes condições climáticas, e então procede sua escolha (1).

A fórmula genérica para se calcular o valor esperado da estratégia passa a ser:

$$(3.15.) \quad E(z_p) = \sum_{k=1}^W h_k \cdot Z_{pk},$$

onde h_k é a probabilidade subjetiva adotada pelo agricultor de ocorrer o k -ésimo estado da natureza.

A título de exemplo, considere-se a matriz de pagamentos (3.16.) adiante:

(3.16.)

		Estados da Natureza		Renda Esperada
		E_1	E_2	
Estratégias	P_1	3	2	$E(Z_1)$
do Agricultor	P_2	1	4	$E(Z_2)$

Na matriz acima, as possíveis condições de clima são E_1 e E_2 , e o agricultor poderá escolher entre os planos agrícolas P_1 e P_2 .

Admitindo que as probabilidades assumidas pelo agricultor de ocorrer E_1 e E_2 sejam h e $(1-h)$; respectivamente. Nessa situação, as rendas esperadas $E(Z_1)$ e $E(Z_2)$ dos planos P_1 e P_2 serão:

$$E(Z_1) = 3h + 2(1-h)$$

$$E(Z_2) = 1h + 5(1-h)$$

$$3 \times \frac{3}{5} + 2 \times \frac{2}{5} =$$

$$3h + 2 - 2h$$

$$h + 2$$

$$\frac{3}{5} + 2 =$$

$$\frac{13}{5}$$

$3h$
③

O agricultor dispõe de três alternativas de escolher entre as estratégias, ficar indiferente a P_1 e P_2 , preferir P_1 ou optar por P_2 .

Caso permaneça indiferente, ele estará admitindo ser $E(Z_1) = E(Z_2)$ e sua probabilidade subjetiva com relação à ocorrência de E_1 será:

$$3h + 2(1-h) = 1h + 5(1-h)$$

$$h = 3/5$$

Entretanto, se preferir P_1 , estará admitindo que $E(Z_1) > E(Z_2)$ e a probabilidade subjetiva assumida pelo agricultor, quanto à ocorrência de E_1 , será $h > 3/5$. Finalmente, se o agricultor decidir-se por P_2 , então $E(Z_1) < E(Z_2)$, e a probabilidade de ocorrência de E_1 será $h < 3/5$.

A dificuldade da aplicação deste método está na determinação dessas probabilidades subjetivas quando aumenta o número de estados da natureza e estratégias disponíveis ao produtor; entretanto, elas são reconhecidas como fundamentais ao se estudar as bases do processo de decisão na agricultura.

(i) Critério da Probabilidade A posteriori

Trata-se de um método semelhante ao de Bayes mas que utiliza na determinação do valor esperado da renda de cada estratégia, probabilidades (e_k) condicionadas às predições do agricultor sobre a ocorrência dos diferentes estados da natureza. Obviamente, a escolha da melhor estratégia pelo referido critério, tem significativo mérito em virtude de incorporar as observações históricas sobre o clima, outras resultantes do conhecimento empírico e da vivência do agricultor. Quanto mais acertadas forem suas predições maior a possibilidade de se selecionar o plano adequado a cada situação específica (1, 36 e 56).

Se P_p é a p-ésima estratégia do agricultor, seu valor esperado $E(z_p)$, será dado pela seguinte expressão:

$$(3.17.) \quad E(Z_p) = \sum_{k=1}^w e_k Z_{pk}$$

Com vistas a um maior esclarecimento sobre os valores de e_k , a questão pode ser assim formulada: feito o agricultor a predição F_k^- , relativamente à ocorrência do estado da natureza E_k^- , qual a probabilidade de ocorrer $P(E_k^-/F_k^-) = e_k^- = ?$

Desde que se conheça a probabilidade a priori $P(E_k^-)$ da ocorrência do estado (E_k^-), para responder a pergunta acima, basta calcular a probabilidade a posteriori da predição $P(F_k^-)$, e então aplicar o teorema de Bayes cuja fórmula matemática é a seguinte:

$$(3.18.) \quad e_k^- = P(E_k^-/F_k^-) = P(F_k^-/E_k^-) \cdot P(E_k^-) \cdot [P(F_k^-)]^{-1}$$

onde: $e_k^- = P(E_k^-/F_k^-)$, é a probabilidade do estado E_k^- ocorrer, quando se faz a predição F_k^- de que ela ocorrerá.

$P(F_k^-/E_k^-)$, é a probabilidade da predição F_k^- condicionada a ocorrência de E_k^- .

$P(F_k^-)$, é a probabilidade a posteriori da predição F_k^- .

$P(E_k^-)$, é a probabilidade a priori de E_k^- .

A probabilidade a posteriori de F_k^- é obtida pelo emprego da seguinte fórmula:

$$(3.19.) \quad P(F_k^-) = \sum_{k=1}^w P(F_k^-/E_k^-) \cdot P(E_k^-)$$

onde:

$P(E_k^-)$, é a probabilidade a priori de E_k^- .

$P(F_k^-/E_k^-)$, é a probabilidade de F_k^- condicionada a ocorrência de E_k^- .

Utilizando-se essas expressões, facilmente, se obtêm todos os valores de e_k e também a renda esperada $E(Z_p)$ da estratégia P_p , desde que se proceda conforme foi mostrado em tópicos anteriores.

A dificuldade da aplicação deste método está em se obter os valores para as probabilidades subjetivas a posteriori, esses, entretanto, poderão ser determinados com a ajuda do agricultor.

3.2.4. - Seleção dos Critérios

Na seleção dos critérios de decisão da teoria dos jogos, utilizados para a escolha de estratégias (planos) destinados às unidades de produção típicas de São Miguel-RN, levou-se em conta a disponibilidade de informações e a adequação dos mesmos à realidade da área.

(a) Disponibilidade de Informações

Neste sentido, os critérios de Hurwicz, da Probabilidade Subjetiva de Savage e da Probabilidade a Posteriori, cujas aplicações dependem do conhecimento de predições do agricultor acerca da ocorrência dos diferentes estados da natureza, foram excluídos da análise por não se dispor desses dados.

(b) Adequação dos Critérios à Realidade da Área

Refere-se à representatividade desses métodos de decisão em melhor expressarem o comportamento provável do agricultor da área com relação à adoção de novas tecnologias sob condições de risco climático.

Neste particular algumas pesquisas realizadas no Nordeste semi-árido (19), (44) têm observado que o agricultor da região, de modo geral, é averso às mudanças tecnológicas principalmente quando a essas novas técnicas se associam alto grau de risco (por exemplo, o uso de adubos químicos nas lavouras, etc.).

A indicação de tecnologias (planos) selecionadas através de critérios de decisão, mais conservadores da teoria dos jogos no sentido de que ofereçam maior garantia ao agricultor quando ao sucesso da mudança mesmo nas situações mais adversas do meio, poderá facilitar a aceitação pelo agricultor dos planos indicados.

Dentre os critérios que independem do conhecimento prévio das probabilidades da ocorrência dos estados da natureza, o de Wald e o de Excess Benefit são, em princípio, mais conservadores que os de Minimum Regret e de Laplace.

O critério de Wald o mais pessimista deles aplica o procedimento Maximin diretamente aos dados da matriz de pagamentos. Relativamente aos critérios de Regret e Benefit a matriz de pagamentos (P) é transformada em matriz de Regrets (R) e de Benefits (B) e só aí então se faz o uso do procedimento Maximin. Ao derivar R, são os maiores pagamentos em cada situação da natureza os que permitem a obtenção dos Regrets. Por outro lado, ao derivar B, os piores pagamentos em cada um dos estados da natureza é que são tomados como referência no cálculo dos "benefits". Por conseguinte, em circunstâncias desfavoráveis de clima, a estratégia indicada pelo critério dos benefits oferece sempre resultados nunca inferiores aos da estratégia selecionada pelo critério dos regrets.

Por outro lado, os critérios de Wald e Excess Benefit em termos de segurança são, em princípio, superiores ao de Laplace, vez que esse último se preocupa apenas em selecionar a estratégia que ofereça em termos médios o melhor resultado, sem se preocupar com o resultado da estratégia selecionada em um ano particularmente desfavorável ^{20/}.

III/ A coerência desta assertiva dependerá entretanto dos dados da matriz de pagamentos. Caso coincida ser a estratégia de maior renda média também aquela que ofereça o maior entre os menores resultados para o tomador de decisão, ela será selecionada pelos critérios de Wald e de Laplace, podendo, contudo, não o ser pelo critério de Excess Benefit. (Vide matriz 3.6). Em consequência dessa situação o critério de Laplace oferecerá também o plano de maior segurança para o agricultor. Pode-se então dizer que a eficiência dos critérios de Benefits e Laplace no que trata de oferecer maior segurança ao agricultor depende também dos valores constantes na matriz de pagamentos.

Por outro lado, dentre os critérios que dependem do conhecimento prévio das probabilidades da ocorrência dos estados da natureza e cuja aplicação é possível em vista da disponibilidade de informações, o critério E-V é mais conservador que o de Bayes. Esse último, seleciona como melhor estratégia o plano que apresentar o maior valor esperado da renda, sem entretanto, se preocupar com a variação que esta renda possa vir a sofrer. Enquanto o primeiro, permite que se considere para cada estratégia disponível a esperança da renda e variância desta, quando da escolha da melhor alternativa, a qual, obedece, as preferências pessoais do tomador de decisão. Em vista do agricultor da área ser, em geral, averso a tomar risco, pressupõe-se que a aplicação do critério E-V seja mais aconselhável que o de Bayes.

Considerando-se os aspectos até agora analisados optou-se nesse sentido pelo emprego dos critérios de Wald (maximin), Excess Benefit e o E-V (QUADRO 13).

QUADRO 13 - São Miguel-RN, Critérios de Decisão Aplicados aos Planos Definidos para os Estabelecimentos Agrícolas Típicos.

Discriminação	Estabelecimentos		
	Pequeno	Médio	Grande
1. Modelos que Independem das Probabilidades dos Eventos	Maximin Excess Benefit	Maximin Excess Benefit	Maximin Excess Benefit
2. Modelos que Dependem das Probabilidades dos Eventos	E-V	E-V	E-V

3.3. - Formulação e Especificação do Modelo Básico

3.3.1. - Estados da Natureza

Nessa pesquisa, os estados da natureza representam tipos de anos agro-climáticos diferenciados entre si pelos níveis de precipitação pluviométrica, determinando os rendimentos das lavouras e conseqüentes rendimentos líquidos.

Seguindo esse raciocínio, estabeleceu-se para São Miguel-RN os estados da natureza: muito seco; seco; normal; chuvoso, e muito chuvoso (QUADRO 14). Para definir as faixas de precipitação que caracterizaram cada estado da natureza, levou-se em conta os antecedentes da queda pluviométrica na área, relacionando-os sempre com o comportamento das principais culturas lá existentes.

QUADRO 14 - São Miguel-RN. Tipos de Estados da Natureza Definidos em Função da Queda Pluviométrica.

Estados da Natureza	Precipitação (mm)		Frequência (nº de anos)	Probabilidade a Priori %
	Jan/Jun	Anual		
Muito Seco	- 400	- 476	11	19
Seco	400 — 600	476 — 714	17	28
Normal	600 — 1.000	714 — 1.190	20	34
Chuvoso	1.000 — 1.200	1.190 — 1.480	9	15
Muito Chuvoso	+1.200	1.480 +	2	4
TOTAL	-	-	59	100

Como a caracterização desses estados da natureza é de grande relevância para o funcionamento satisfatório do modelo de jogo aqui proposto, decidiu-se especificá-los de forma detalhada no APÊNDICE A.

3.3.2. - Elementos da Programação Linear

As estratégias do agricultor são definidas pela programação linear, que dá para cada estratégia da natureza o plano agrícola maximizar o lucro da fazenda. Dentre os elementos da programação, tem-se: as restrições de recursos da Unidade produtiva; suas atividades; os coeficientes de insumo-produto, e os retornos líquidos das atividades (especificadas na função objetivo). Os dois últimos elementos variam conforme se dá o estado da natureza.

3.3.2.1. - Recursos Restritivos

Sob este tópic, relaciona-se como recursos restritivos os principais fatores de produção disponíveis na fazenda, além de algumas restrições auxiliares que se fizerem necessárias, conforme especificadas no QUADRO 15.

Terras e a Fertilidade (b_1, b_2, b_3)

Referem-se às terras de alta, média e baixa fertilidade do estabelecimento agrícola típico, medidas em hectare (QUADRO 09). A primeira restrição (b_1) corresponde aos terrenos de baixios ou vazantes ocupados, a grosso modo, com a cana de açúcar, capim e arroz e, vez por outra, milho e feijão. A segunda restrição (b_2) trata dos terrenos de chapadas e encostas menos acidentadas, onde predominam algodão arbóreo, milho, feijão, fava e o café que está sendo plantado nas chapadas. A terceira restrição (b_3) inclui os terrenos acidentados, mas que ainda se prestam para a agricultura, os mesmos estão, na maior parte, ocupados com pastagem nativa. Não foram aqui incluídas as terras impróprias para a agricultura existentes nas unidades de produção.

Mão-de-Obra Familiar (b_4, b_5, b_6)

Trata-se da disponibilidade de trabalho familiar na unidade de produção medido em dia/homem (QUADRO 10). Em vista da sazonalidade no uso da mão-de-obra pelas atividades agropecuárias achou-se por bem dividida para três quadrimestres, os quais correspondem mais ou menos as fases de preparo do solo, plantio e tratos culturais (dez/mar); tratos culturais e colheita das lavouras de ciclo curto (abr/jul); colheita das lavouras de ciclo longo (ago/nov).

Os valores usados nessas restrições foram obtidos dividindo-se o total de trabalho familiar em partes iguais para os três períodos. A exceção se fez para o grande estabelecimento, onde se colocou maior quantidade de mão-de-obra nos períodos onde essa provavelmente seria usada com maior intensidade.

QUADRO 15 - São Miguel-RN. Recursos Restritivos do Estabelecimento Agrícola Típico.

Código	Recursos Restritivos	Estabelecimentos			
		Unidade	Pequeno	Médio	Grande
	Discriminação				
b1	Terras de alta fertilidade	ha	1,31	5,26	6,01
b2	Terras de média fertilidade	ha	2,63	13,16	24,04
b3	Terras de baixa fertilidade	ha	0,44	7,91	30,04
b4	Mão-de-obra familiar de dezembro a março	d/h	120,00	231,00	200,00
b5	Mão-de-obra familiar de abril a julho	d/h	120,00	231,00	100,00
b6	Mão-de-obra familiar de agosto a novembro	d/h	120,00	232,00	200,00
b7	Mão-de-obra familiar de dezembro a março	d/h	30,00	235,00	662,00
b8	Mão-de-obra não familiar de abril a julho	d/h	30,00	235,00	715,00
b9	Mão-de-obra não familiar de agosto a novembro	d/h	30,00	235,00	715,00
b10	Força animal de dezembro a março	d/a	83,00	250,00	333,00
b11	Força animal de abril a julho	d/a	83,00	250,00	333,00
b12	Força animal de agosto a novembro	d/a	84,00	250,00	334,00
b13	Capital de giro	Cr\$	0,00	0,00	0,00
b14	Capital de investimento	Cr\$	0,00	0,00	0,00
b15	Capacidade de empréstimo	Cr\$	13.039,00	61.029,00	135.774,00
b16	Limite especial de capital de giro	Cr\$	9.379,00	39.788,00	47.945,00
b17	Disponibilidade de Investimento em bovinos	Cr\$	1.500,00	3.960,00	11.820,00
b18	Disponibilidade de Investimento em suínos	Cr\$	1.800,00	3.600,00	7.200,00
b19	Disponibilidade adicional de cercas e currais para bovinos	U.A.	0,00	2,70	6,00
b20	Disponibilidade adicional de cercas e currais para suínos	cab.	0,00	4,00	8,00
b21	Disponibilidade de forragem verde	t	0,00	0,00	0,00
b22	Disponibilidade de pastagem nativa	ha	0,00	0,00	0,00
b23	Limite de terras para capim elefante	ha	0,00	1,50	4,00
b24	Limite de terras para cana-de-açúcar	ha	0,00	1,00	2,50
b25	Limite de terras para café	ha	1,00	3,00	5,00
b26	Limite de terras para arroz	ha	0,00	1,00	1,00

FOONTE: SUDENE/BIRD - (Pesquisa do Tamanho Típico da Unidade de Produção Agrícola do Nordeste - Dados Preliminares).

Mão-de-Obra Não Familiar (b_7, b_8, b_9)

Essas restrições correspondem à disponibilidade de trabalho em dia/homem, que poderá ser contratado pela unidade produtiva nos três quadrimestres do ano, conforme definidos no tópico anterior.

Os valores aqui usados, foram obtidos considerando-se a possibilidade de contratação de 30% a mais do total de mão-de-obra não familiar ocupada pelo estabelecimento (QUADRO 10), e em seguida fazendo-se a distribuição desse total em partes iguais pelos três períodos. Exceção foi feita para a grande unidade produtiva, à qual os valores foram fixados proporcionalmente aos períodos de pique de ocupação de mão-de-obra. Na pequena propriedade onde não existe mão-de-obra não familiar, os limites para contratação dessa força de trabalho foram fixados na base de 30 homens/dia em cada um dos três períodos.

Força Animal (b_{10}, b_{11}, b_{12})

Trata-se da força animal medida em dia/animal existente na unidade produtiva (QUADRO 08). Admitiu-se que cada animal de trabalho poderia ser utilizado durante 250 dias no ano. Essa força animal foi então desagregada obedecendo as mesmas bases adotadas para a mão-de-obra dado a natural associação entre ambas. Os valores empregados foram obtidos dividindo-se o total da força animal disponível em partes iguais para os três períodos.

Capital de Giro (b_{13})

Refere-se ao montante das despesas necessárias para manter as atividades produtivas do estabelecimento durante o ano. Esse capital foi calculado a partir dos preços e das quantidades de insumos e mão-de-obra não familiar utilizadas pelas explorações agropecuárias existentes na unidade de produção. O valor obtido foi adicionado às restrições de limite especial de capital de giro e capacidade de empréstimo para que esse capital fosse remunerado na base da taxa de juros adotada, o que equivale a se imputar um custo de oportunidade para o mesmo. Esse procedimento explica porque essa restrição começa a partir de zero cruzeiros.

Capital de Investimento (b_{14})

Corresponde ao capital da unidade produtiva destinado a investimento, ou seja, trata dos recursos monetários necessários para fundação de culturas perenes e semi-perenes. Adotou-se a presunção de que todo investimento a ser feito será proveniente de empréstimo, isso explica o valor dessa restrição está fixado em zero cruzeiros.

Capacidade de Empréstimo (b_{15})

Essa restrição limita o total de empréstimo em cruzeiros que o agricultor proprietário poderá levantar junto aos seus agentes financeiros. O valor de b_{15} foi calculado na base de 60% do total relativo à avaliação das terras com lavouras e benfeitorias do imóvel e mais o dinheiro disponível em gado e em capital de giro. A inclusão aqui dos capitais investidos em gado e de giro não passam de artifícios de cálculo. O primeiro retrata a possibilidade de venda de gado e utilização desse dinheiro pelo agricultor para giro. Sobre esse capital próprio será imputado um custo de oportunidade na base da taxa de juros adotado pelo modelo.

Limite Especial de Capital de Giro (b_{16})

O objetivo dessa restrição é separar os dois tipos de capital de giro adotados pelos bancos oficiais para os empréstimos agropecuários. É sabido que até o montante de 50 vezes o maior salário de referência fixado pelo Banco Central do Brasil para a Região, a taxa de juros cobrada para esse tipo de capital é de 10% ao ano, acima deste valor essa taxa passa para 15%. Os valores dessa restrição adotados para o médio e grande estabelecimento, correspondem a 50 vezes o salário de referência (Cr\$ 638,00) mais o capital de giro próprio dessas empresas, isso porque, a capacidade de empréstimo dessas unidades produtivas ultrapassa em muito esses valores. Já no pequeno estabelecimento o valor da restrição vai até o montante da sua capacidade de empréstimo em vista desse total está ainda muito abaixo do montante admitido a juros de 10% pelas casas oficiais de crédito. A unidade de medida é o cruzeiro.

Investimentos em Animais Bovinos e Suínos (b_{17} , b_{18})

Trata-se dos montantes em cruzeiros investidos em animais bovinos e suínos existentes no estabelecimento agrícola típico (QUADRO 08).

O rebanho bovino foi computado na base de Cr\$ 1.200,00 a unidade animal, enquanto para o rebanho suíno se admitiu o preço de Cr\$ 600,00 por cabeça. Cada três leitões equivale a um animal adulto.

Disponibilidade Adicional de Instalação para Animais Bovinos e Suínos (b_{19} , b_{20})

Refere-se à disponibilidade adicional na unidade produtiva de cercas e currais para bovinos e de cercados para suínos. Pressupõe-se uma certa ociosidade nessas instalações de modo a permitir um acréscimo dos rebanhos na base dos valores constantes nessas restrições.

As unidades de medidas adotadas para os bovinos e suínos são respectivamente a unidade (U.A.) e a cabeça animal (cab.).

Forragem Verde (b_{21})

Representa uma restrição auxiliar que permite a transformação da atividade capim elefante em forragem verde para o gado. A unidade de medida da restrição é a tonelada e ela começa com o valor zero.

Pastagem Nativa (b_{22})

Representa a disponibilidade de pastagem nativa e se constitui numa restrição auxiliar das atividades pastagem nativa em terras de média e alta fertilidade. A quantidade dessa pastagem utilizada pelo modelo vai depender do número de unidades animal selecionados pelos planos ótimos, em vista da relação ser de um para um, ou seja, uma unidade animal utilize um hectare de pasto nativo. Essa restrição está em aberto e começa com zero hectares.

Terras para Capim Elefante (b_{23})

Trata do limite máximo de área em hectares fixado para o plantio do capim elefante. O valor dessa restrição foi estabelecido de modo a atender em forragem o rebanho bovino da unidade produtiva e o respectivo acéscimo que porventura esse rebanho venha a sofrer, conforme mostram as restrições b_{17} e b_{19} .

Terras para Cana-de-Açúcar (b_{24})

Refere-se ao limite máximo de área em hectares destinado à cana-de-açúcar e tem por finalidade, em primeiro lugar, retratar a disponibilidade no estabelecimento de solos apropriados para essa lavoura e, em segundo lugar, evitar problemas de excedente de oferta do produto para as engenhocas instaladas na região.

Terras para Café (b_{25})

Corresponde ao limite máximo de hectares da unidade produtiva que poderá ser ocupado com café. Essa restrição se deve ao fato do cafeeiro ser uma lavoura relativamente nova no município e portanto necessitar de cuidados especiais, sobretudo no que se refere à existência de solos adequados para a mesma.

Terras para Arroz (b_{26})

Trata do limite máximo de área em hectares do estabelecimento destinado para o plantio de arroz. O valor dessa restrição foi fixado com base na existência de solos adequados para a lavoura na unidade produtiva.

3.3.2.2. - Atividades e Coeficientes Técnicos

As atividades do modelo foram agrupadas nas categorias de: produção; compra e venda e transferência.

Atividades de Produção (X₁ a X₃₇)

Trata-se das culturas, pastagens e criação definidas para o modelo e responsáveis em última instância pela formação da renda líquida da unidade produtiva. Elas deram origem a 37 atividades que foram definidas observando-se: a possibilidade de introdução de novas culturas e/ou consórcios afora as existentes no estabelecimento; a adaptabilidade das mesmas aos diferentes tipos de terras; e mais a possibilidade de substituição da técnica de produção atual por uma nova ^{21/}. Mediante esses critérios as 37 atividades foram classificadas em:

- . (X₁ a X₉), culturas e/ou consórcios existentes na fazenda distribuídos segundo os tipos de terras, admitindo-se o uso da tecnologia atual;
- . (X₁₀ a X₁₆), novas culturas e/ou consórcio distribuídos pelos tipos de terras, admitindo-se o uso da tecnologia atual;
- . (X₁₇ a X₂₅), culturas e/ou consórcios existentes na fazenda, distribuídos segundo a melhor adequação aos tipos de terras, admitindo-se o uso da tecnologia nova;
- . (X₂₆ a X₃₃), novas culturas e/ou consórcios distribuídos pelos tipos de terras, admitindo-se o uso da tecnologia nova;
- . (X₃₄ a X₃₇), pastagens nativas e criações dentro da tecnologia atual.

Os QUADROS 16 a 20, trazem os coeficientes técnicos fixos de utilização dos diversos fatores produtivos para cada um dos grupos das atividades de produção.

Os efeitos dos estados da natureza sobre as atividades, foram expressos somente em termos dos retornos líquidos esperados por unidade dessas atividades, não afetaram portanto os demais coeficientes técnicos. Exceção, entretanto, foi feita para o capim elefante no qual os efeitos dos estados da natureza estão expressos apenas no rendimento e não no retorno líquido dessa cultura.

^{21/} Vide APÊNDICE B.

00000 16 - São Miguel (RN). Coeficientes Técnicos das Culturas e Consórcios Tradicionais com Tecnologia Atual.

ATIVIDADES	Unidade	RESTRIÇÕES														
		b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₁₃	b ₁₄	b ₂₁	b ₂₃	b ₂₆				
		ha	ha	ha	d/h	d/h	d/h	Cr\$	Cr\$	t	ha	ha				
Arroz de sequeiro AT	ha	1,00			24,00	22,00	10,00	132,00								1,00
Capim elefante AT	ha	1,00			19,00	12,00	17,00		200,00	(*) -20,00	1,00					
Cana de açúcar AT	ha	1,00			18,00	15,00	16,00		660,00							1,00
Algodão arbóreo MT	ha		1,00		21,00	13,00	15,00		35,00							
Algodão arbóreo BT	ha			1,00	21,00	13,00	15,00		35,00							
Algodão arbóreo + Milho + Feijão MT	ha		1,00		18,00	26,00	13,00	90,00								
Algodão arbóreo + Milho + Feijão BT	ha			1,00	18,00	26,00	13,00	90,00								
Algodão arbóreo + Milho + Feijão + Fava MT	ha		1,00		18,00	27,00	17,00	106,00								
Algodão arbóreo + Milho + Feijão + Fava BT	ha			1,00	18,00	27,00	17,00	106,00								

000000 BUDENE/BIRD - (Pesquisa do Tamanho Típico da Unidade de Produção Agrícola do Nordeste - Dados Preliminares).

(*) Trata-se do valor do coeficiente técnico de transformação de capim elefante em forragem verde admitindo o estado da natureza normal quando esse estado passa a muito seco, seco, chuvoso e muito chuvoso esse coeficiente assume respectivamente os valores de -6,00, -14,00, -28,00, -28,00. O sinal negativo indica apenas que a forragem será transferida para o gado.

A - Terras de alta fertilidade
M - Terras de média fertilidade

B - Terras de baixa fertilidade
T - Tecnologia atual

QUADRO 17 - São Miguel (RN). Coeficientes Técnicos das Novas Culturas e Consórcios com Tecnologia Atual.

Código	ATIVIDADES	Unidade	RESTRIÇÕES						
			b ₁ ha	b ₂ ha	b ₃ ha	b ₄ d/h	b ₅ d/h	b ₆ d/h	b ₁₃ Crφ
X ₁₀	Algodão arbóreo + Milho MT	ha		1,00		18,00	21,00	13,00	53,00
X ₁₁	Algodão arbóreo + Milho BT	ha			1,00	18,00	21,00	13,00	53,00
X ₁₂	Algodão arbóreo + Feijão MT	ha		1,00		18,00	22,00	13,00	103,00
X ₁₃	Algodão arbóreo + Feijão BT	ha			1,00	18,00	22,00	13,00	103,00
X ₁₄	Milho + Feijão AT	ha	1,00			18,00	22,00	14,00	90,00
X ₁₅	Milho + Feijão MT	ha		1,00		18,00	22,00	14,00	90,00
X ₁₆	Milho + Feijão BT	ha			1,00	18,00	22,00	14,00	90,00

FONTE: SUDENE/BIRD - (Pesquisa do Tamanho Típico da Unidade de Produção Agrícola do Nordeste - Dados Preliminares).

QUADRO 13 - São Miguel (RN). Coeficientes técnicos das Culturas e/ou Consórcios Tradicionais com Tecnologia Nova.

Código	ATIVIDADES	Unidade	RESTRIÇÕES														
			b ₁ ha	b ₂ ha	b ₃ ha	b ₄ d/h	b ₅ d/h	b ₆ d/h	b ₁₀ d/a	b ₁₁ d/a	b ₁₂ d/a	b ₁₃ Cr\$	b ₁₄ Cr\$	b ₂₁ t	b ₂₃ ha	b ₂₄ ha	b ₇₆ ha
X ₁₇	Arroz de sequeiro AN	ha	1,00			58,00	27,00	15,00				379,00					1,00
X ₁₈	Capim elefante AN	ha	1,00			59,00	12,00	25,00	18,00	18,00		440,00		-24,00	1,00		
X ₁₉	Cana-de-açúcar AN	ha	1,00			51,00	15,00	21,00		12,00	35,00	1.402,00					1,00
X ₂₀	Algodão arbóreo MN	ha		1,00		35,00	17,00	36,00	5,00			143,00					
X ₂₁	Algodão arbóreo BN	ha			1,00	35,00	17,00	36,00	5,00			143,00					
X ₂₂	Algodão arbóreo + Milho + Feijão MN	ha		1,00		37,00	24,00	32,00	5,00			238,00					
X ₂₃	Algodão arbóreo + Milho + Feijão BN	ha			1,00	37,00	24,00	32,00	5,00			238,00					
X ₂₄	Algodão arbóreo + Milho + Feijão + Fava MN	ha		1,00		52,00	30,00	26,00				200,00					
X ₂₅	Algodão arbóreo + Milho + Feijão + Fava BN	ha			1,00	52,00	30,00	26,00				200,00					

Fonte: Publicações Técnicas da EMBRAPA, EMATER/RN, BNB/ETENE, entre outras fontes.

(*) Trata-se do coeficiente técnico de transformação de capim elefante em forragem verde, admitindo-se a ocorrência do estado da natureza normal. Quando esse estado passa a muito seco, seco, chuvoso e muito chuvoso esse coeficiente assume os valores -7,00, -17,00, -34,00, -34,00, respectivamente. O sinal negativo indica apenas que a forragem será transferida para o gado.

A - Terras de alta fertilidade

M - Terras de média fertilidade

B - Terras de baixa fertilidade

N - Tecnologia nova

QUADRO 17 - São Miguel (RN). Coeficientes Técnicos das Novas Culturas e Consórcios com Tecnologia Atual.

Código	ATIVIDADES	Unidade	RESTRIÇÕES							
			b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₁₃	
			ha	ha	ha	d/h	d/h	d/h	d/h	Crφ
X ₁₀	Algodão arbóreo + Milho MT	ha	1,00			18,00	21,00	13,00	53,00	
X ₁₁	Algodão arbóreo + Milho BT	ha		1,00		18,00	21,00	13,00	53,00	
X ₁₂	Algodão arbóreo + Feijão MT	ha	1,00			18,00	22,00	13,00	103,00	
X ₁₃	Algodão arbóreo + Feijão BT	ha		1,00		18,00	22,00	13,00	103,00	
X ₁₄	Milho + Feijão AT	ha	1,00			18,00	22,00	14,00	90,00	
X ₁₅	Milho + Feijão MT	ha		1,00		18,00	22,00	14,00	90,00	
X ₁₆	Milho + Feijão BT	ha			1,00	18,00	22,00	14,00	90,00	

FONTE: SUENE/BIRD - (Pesquisa do Tamanho Típico da Unidade de Produção Agrícola do Nordeste - Dados Preliminares).

QUADRO 16 - São Miguel (RN). Coeficientes Técnicos das Culturas e Consórcios Tradicionais com Tecnologia Atual.

Cód. IP	ATIVIDADES	Unidade	RESTRIÇÕES														
			b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₁₃	b ₁₄	b ₂₁	b ₂₃	b ₂₄				
			ha	ha	ha	d/h	d/h	d/h	Cr\$	Cr\$	t	ha	ha				
X ₁	Arroz de sequeiro AT	ha	1,00			24,00	22,00	10,00	132,00								
X ₂	Capim elefante AT	ha	1,00			19,00	12,00	17,00		200,00	-20,00	1,00					
X ₃	Cana de açúcar AT	ha	1,00			18,00	15,00	16,00		660,00							
X ₄	Algodão arbóreo MT	ha		1,00		21,00	13,00	15,00		35,00							
X ₅	Algodão arbóreo BT	ha			1,00	21,00	13,00	15,00		35,00							
X ₆	Algodão arbóreo + Milho + Feijão MT	ha		1,00		18,00	26,00	13,00	90,00								
X ₇	Algodão arbóreo + Milho + Feijão BT	ha			1,00	18,00	26,00	13,00	90,00								
X ₈	Algodão arbóreo + Milho + Feijão + Fava MT	ha		1,00		18,00	27,00	17,00	106,00								
X ₉	Algodão arbóreo + Milho + Feijão + Fava BT	ha			1,00	18,00	27,00	17,00	106,00								

FONTE: SUDENE/BIRD - (Pesquisa do Tamanho Típico da Unidade de Produção Agrícola do Nordeste - Dados Preliminares).

(*) Trata-se do valor do coeficiente técnico de transformação de capim elefante em forragem verde admitindo o estado da reza normal quando esse estado passa a muito seco, seco, chuvoso e muito chuvoso esse coeficiente assume respectivamente os valores de -6,00, -14,00, -28,00, -28,00. O sinal negativo indica apenas que a forragem será transferida para o

A - Terras de alta fertilidade
 B - Terras de baixa fertilidade
 M - Terras de média fertilidade
 T - Tecnologia atual

Atividades de Compra e Venda (X_{38} a X_{51})

As atividades de compra são tidas como auxiliares do processo produtivo, e se destinam a suprir as necessidades de fatores de produção escassos. Por sua vez as de venda, tratam de permitir a venda de fatores de produção que existem em excesso na unidade produtiva ou que, comparativamente aos preços do mercado, seria melhor para o agricultor vender o fator do que utilizá-lo nas suas explorações agropecuárias.

As atividades de compra, foram admitidas para todos os estabelecimentos agrícolas típicos e estão assim relacionados:

- (X_{38} a X_{39}), representam a possibilidade de compra de ani mais e conseqüente aumento do rebanho existente na fazenda;
- (X_{40} a X_{42}), tratam da possibilidade de compra de mão-de-obra não familiar uma vez esgotadas as disponibilidades de traba lho familiar da fazenda nos três períodos em que o ano agrí cola foi dividido.
- (X_{46} a X_{49}), representam a possibilidade de compra de força animal nos três períodos em que o ano agrícola foi dividido, uma vez esgotadas as disponibilidades de força animal da fazenda.

As atividades de venda (X_{43} a X_{45}), relacionam-se apenas com o fator mão-de-obra familiar no pequeno estabelecimento agrícola, vez que para o médio e grande estabelecimento não foi permitido a venda desse fa tor. Considerações dessa ordem visam dar maior realismo ao modelo, em vis ta das pequenas propriedades da região serem tradicionalmente fornece do ras de mão-de-obra às médias e grandes.

O QUADRO 21, traz os coeficientes técnicos das atividades de compra e venda.

Cód. at.	ATIVIDADES	Unidade	RESTRICÇÕES															
			b ₄	b ₅	b ₆	b ₇	b ₈	b ₉	b ₁₀	b ₁₁	b ₁₂	b ₁₃	b ₁₄	b ₁₅	b ₁₆	b ₁₇	b ₁₈	b ₂₀
			d/h	d/h	d/h	d/h	d/h	d/h	d/a	d/a	d/a	Cr\$	Cr\$	Cr\$	Cr\$	Cr\$	Cr\$	U.A., cab.
X ₃₈	Compra de bovinos	U.A.										1.200,00						1,00
X ₃₉	Compra de suínos	cab.										600,00						1,00
X ₄₀	Compra de mão-de-obra de dezembro a março	d/h	-1,00			1,00												-600,00
X ₄₁	Compra de mão-de-obra de abril a julho	d/h		-1,00			1,00											
X ₄₂	Compra de mão-de-obra de agosto a novembro	d/h			-1,00			1,00										
X ₄₃	Venda de mão-de-obra de dezembro a março	d/h																
X ₄₄	Venda de mão-de-obra de abril a julho	d/h																
X ₄₅	Venda de mão-de-obra de agosto a novembro	d/h																
X ₄₆	Compra de força animal de dezembro a março	d/a							-1,00									
X ₄₇	Compra de força animal de abril a julho	d/a								-1,00								
X ₄₈	Compra de força animal de agosto a novembro	d/a																
X ₄₉	Compra de capital de giro 1	Cr\$																1,00
X ₅₀	Compra de capital de giro 2	Cr\$																1,00
X ₅₁	Compra de capital de investimento	Cr\$																-1,00

FONTE: CEPA/RN - (Dados do levantamento realizado em jun/76 para o Projeto de Desenvolvimento Rural Integrado Serra de Martins).

Atividades de Transferência (X_{52} e X_{53})

Trata-se de atividades auxiliares destinadas a permitir uma realocação de recursos dentro do próprio modelo conforme sejam as necessidades do plano ótimo, sem entretanto, alterar o valor do mesmo.

Nesse modelo as atividades de transferência dizem respeito à possibilidade de transformação do capital atualmente investido em gado para capital de custeio na forma de limite especial de capital de giro, conforme mostra o QUADRO 22, adiante.

3.3.2.3. - A Função Objetivo

O modelo de programação linear empregado, destina-se à maximizar a renda líquida anual da fazenda sob diferentes estados da natureza, levando-se em conta as atividades definidas para o mesmo e as restrições de fatores produtivos.

O retorno líquido anual de cada uma das atividades do modelo está estreitamente relacionado com o tipo de atividade, conforme seja esse de produção; compra; venda e transferência.

O retorno líquido anual gerado por unidade de qualquer uma das atividades do modelo é dado pela receita bruta da atividade menos o custo variável.

Assim nas atividades de produção da função objetivo as pastagens apresentam coeficientes negativos, uma vez que elas destinam-se ao rebanho bovino e portanto não geram nenhuma receita bruta mas apenas custos. A contribuição das pastagens na formação da renda líquida do estabelecimento é expressa de forma indireta através da atividade gado bovino. Os coeficientes positivos das demais culturas e do gado se exclui os custos com mão-de-obra. O modelo permite inicialmente o uso de mão-de-obra familiar a custo nulo e no caso de haver necessidade, compra-se mão-de-obra não familiar.

QUADRO 22 - São Miguel (RN). Coeficientes Técnicos das Atividades de Transferência.

Código	ATIVIDADES	Unidade	RESTRITÕES		
			b ₁₆	b ₁₇	b ₁₈
			Cr\$	Cr\$	Cr\$
X ₅₂	Transferência de capital investido em bovinos para limite especial de capital de giro.	-	-1,00	1,00	
X ₅₃	Transferência de capital investido em suínos para limite especial de capital de giro.	-	-1,00	1,00	

Os efeitos das cinco situações do clima (estados da natureza) sob a renda líquida do estabelecimento foram computados apenas com relação às atividades produtivas.

Mantiveram-se constantes os retornos líquidos (preços) das atividades de compra e venda, ou seja, essas atividades não mudaram de coeficientes com a mudança do clima. Esse procedimento deveu-se a dificuldade de se mensurar essas variações, muito embora isto represente uma forte limitação à análise pretendida.

Os coeficientes das atividades de compra representam o custo por unidade comprada dessas atividades, ou seja, o preço pago por unidade. O modelo permite a compra de gado bovino e suíno; mão-de-obra não familiar; capital de giro e de investimento.

Os coeficientes das atividades de venda da função objetivo representam a receita líquida por unidade vendida dessas atividades, ou seja, o preço recebido por unidade. O modelo permite apenas a venda de mão-de-obra familiar ao nível da pequena unidade produtiva, o que ocorrerá sempre que for mais vantajoso vender esse fator do que utilizá-lo nas atividades agropecuárias.

As atividades de transferência, permitem apenas uma realocação dos recursos disponíveis na fazenda, o que não implica em custos ou receitas diretas. Os coeficientes dessas atividades na função objetivo são portanto nulos.

O QUADRO 23 traz os coeficientes da função objetivo para os cinco estados da natureza estudados.

3.3.3. - A Matriz Propriamente Dita

O modelo de programação linear proposto na forma de matriz se ajusta aos três estabelecimentos e as cinco situações climáticas analisadas. A matriz na sua forma literal (QUADRO 24) está composta por 27 linhas e 52 colunas. A primeira das linhas traz os coeficientes C_{jk} das j atividades da função objetivo Z_k a ser maximizada para cada um dos k estados da natureza.

Em cada linha i , à esquerda do sinal \geq estão os níveis de disponibilidade do recurso b_i nos estabelecimentos típicos, enquanto à direita deste sinal, tem-se as necessidades a_{ijk} desse recurso b_i por unidade das j atividades ($j = 1, 2, \dots, 53$) com as quais esteja relacionado. As necessidades variam com os k estados da natureza ($k = 1, 2, \dots, 5$).

Portanto, em cada unidade da atividade $j \forall j = 1$, serão utilizados: 1 unidade de $b_1 + a_{41} l_k$ unidades de $b_4 + a_{51} l_k$ de $b_5 + a_{61} l_k$ de $b_6 + a_{131} l_k$ de $b_{13} + 1$ unidade de b_{26} . Por outro lado, utiliza-se por unidade da atividade $j \forall j = 40$ os seguintes recursos: 1 unidade de $b_4 + 1$ de $b_7 + a_{1340} l_k$ unidades de b_{13} . Os coeficientes técnicos, quando positivos representam a utilização dos recursos e quando negativo tratam da reposição e/ou transferência desses recursos. A variável X_j , representa o nível em que a j -ésima atividade participa da solução ótima do modelo, sob o k -ésimo estado da natureza.

Tendo-se determinado os valores das restrições (QUADRO 15) dos coeficientes técnicos das atividades (QUADROS 16 ao 22) e dos coeficientes da função objetivo (QUADRO 23) chega-se à montagem da matriz.

Os coeficientes técnicos e os coeficientes da função objetivo são comuns a todas as fazendas. Somente os coeficientes técnicos de transformação de capim em forragem variam devido à ação do clima, os demais coeficientes permanecem fixos, ou seja, não são afetados pelos estados da natureza. Já os coeficientes das atividades de produção da função objetivo variam de um a outro estado da natureza. Exceção é feita para as pastagens onde os coeficientes destas na função objetivo permanecem constantes.

As restrições de recursos produtivos variam com o tamanho da fazenda.

QUADRO 23 - São Miguel (RN). Retornos Líquidos das Atividades de Função Objetivo Segundo os Estados da Natureza.

DISCRIMINAÇÃO	Código	RECEITA LÍQUIDA Cr\$ 1,00				
		Ano Muito Seco	Ano Seco	Ano Normal	Ano Chuvoso	Ano Muito Chuvoso
1. - Atividades de Produção						
Aroz de sequeiro em AT (**)	X ₁	448	1.318	1.898	2.768	2.478
Capim elefante em AT	X ₂	-200	-200	-200	-200	-200
Caná-de-açúcar em AT	X ₃	-19	806	1.407	2.432	2.432
Algodão arbóreo em MT (**)	X ₄	588	1.169	1.169	928	567
Algodão arbóreo em BT (**)	X ₅	544	963	963	733	447
Algodão arbóreo + Milho + Feijão em MT	X ₆	413	1.089	1.188	935	708
Algodão arbóreo + Milho + Feijão em BT	X ₇	313	846	932	733	550
Algodão arbóreo + Milho + Feijão + Fava em MT	X ₈	365	1.067	1.164	896	686
Algodão arbóreo + Milho + Feijão + Fava em BT	X ₉	323	831	909	699	531
Algodão arbóreo + Milho em MT	X ₁₀	272	673	792	682	489
Algodão arbóreo + Milho em BT	X ₁₁	183	528	623	534	383
Algodão arbóreo + Feijão em MT	X ₁₂	295	750	760	527	389
Algodão arbóreo + Feijão em BT	X ₁₃	217	587	587	399	294
Milho + Feijão em AT	X ₁₄	419	1.215	1.358	1.053	950
Milho + Feijão em MT	X ₁₅	335	997	1.110	874	655
Milho + Feijão em BT	X ₁₆	251	759	874	679	504
Aroz de sequeiro em AN (**)	X ₁₇	241	1.198	1.836	2.793	2.474
Capim elefante em MN (**)	X ₁₈	-440	-440	-440	-440	-440
Caná-de-açúcar em BN (**)	X ₁₉	-157	1.973	3.374	5.390	5.390
Algodão arbóreo em MN	X ₂₀	542	1.130	1.130	894	397
Algodão arbóreo em BN	X ₂₁	372	804	804	572	289
Algodão arbóreo + Milho + Feijão em MN	X ₂₂	370	1.166	1.396	994	503
Algodão arbóreo + Milho + Feijão em BN	X ₂₃	245	866	989	745	354
Algodão arbóreo + Milho + Feijão + Fava em MN	X ₂₄	481	1.208	1.325	1.002	754
Algodão arbóreo + Milho + Feijão + Fava em BN	X ₂₅	278	921	1.014	763	557
Algodão arbóreo + Milho em MN	X ₂₆	-78	695	586	456	272
Algodão arbóreo + Milho em BN	X ₂₇	-110	268	384	277	85
Algodão arbóreo + Feijão em MN	X ₂₈	32	618	618	320	170
Algodão arbóreo + Feijão em BN	X ₂₉	-65	398	398	157	29
Milho + Feijão em terras de AN	X ₃₀	186	1.174	1.345	974	704
Milho + Feijão em terras de MN	X ₃₁	-78	902	1.044	735	534
Milho + Feijão em terras de BN	X ₃₂	-68	627	743	493	361
Café em MN	X ₃₃	-3.012	130	4.391	5.736	5.736
Pastagem nativa em M	X ₃₄	-31	-31	-31	-31	-31
Pastagem nativa em B	X ₃₅	-30	-30	-30	-30	-30
Bovinos	X ₃₆	230	230	230	230	230
Suínos	X ₃₇	245	245	245	245	245
2. - Atividades de Compra e Venda						
Compra de bovinos	X ₃₈	-1.200	-1.200	-1.200	-1.200	-1.200
Compra de suínos	X ₃₉	-600	-600	-600	-600	-600
Compra de mão-de-obra de dezembro a março	X ₄₀	-21	-21	-21	-21	-21
Compra de mão-de-obra de abril a julho	X ₄₁	-21	-21	-21	-21	-21
Compra de mão-de-obra de agosto a novembro	X ₄₂	20	20	20	20	20
Venda de mão-de-obra de dezembro a março	X ₄₃	20	20	20	20	20
Venda de mão-de-obra de abril a julho	X ₄₄	20	20	20	20	20
Venda de mão-de-obra de agosto a novembro	X ₄₅	-16	-16	-16	-16	-16
Compra de força animal de dezembro a março	X ₄₆	-16	-16	-16	-16	-16
Compra de força animal de abril a julho	X ₄₇	-16	-16	-16	-16	-16
Compra de força animal de agosto a novembro	X ₄₈	-16	-16	-16	-16	-16
Compra de capital de giro 1	X ₄₉	0,10	-0,10*	-0,10	-0,10	-0,10
Compra de capital de giro 2	X ₅₀	0,15	-0,15*	-0,15	-0,15	-0,15
Compra de capital de investimento	X ₅₁	-0,07	-0,07*	-0,07	-0,07	-0,07
3. - Atividades de Transferência						
Transferência de capital investido em gado bovino p/ limite especial de capital de giro	X ₅₂	-	-	-	-	-
Transferência de capital investido em gado suíno p/ limite especial de capital de giro	X ₅₃	-	-	-	-	-

(*) Taxas de juros utilizadas para o grande estabelecimento agrícola típico. Já no pequeno e médio estabelecimento se utilizou uma mesma taxa de juros para essas três atividades, taxa essa de - 0,60 ano, que corresponde ao valor médio cobrado pelos agentes financeiros existentes em São Miguel (RN).

(**) - Terras de alta fertilidade T - Tecnologia atual
 - Terras de média fertilidade N - Nova tecnologia
 - Terras de baixa fertilidade

Exemplo 10 - São Miguel. Matriz de Programação Linear na Forma Literal.

ATIVIDADES		Código		Unidade		Sinal		Estabelecimento		Pequeno		Médio		Grande													
		Objetivo	X _k (*)	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈	X ₁₉	X ₂₀	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	
																											Obj.
b ₁	ha	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
b ₂	ha	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
b ₃	ha	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
b ₄	ha	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
b ₅	ha	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
b ₆	d/h	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
b ₇	d/h	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
b ₈	d/h	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
b ₉	d/h	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
b ₁₀	d/a	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
b ₁₁	d/a	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
b ₁₂	d/a	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
b ₁₃	Obj	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
b ₁₄	Obj	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
b ₁₅	Obj	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
b ₁₆	Obj	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
b ₁₇	Obj	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
b ₁₈	Obj	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
b ₁₉	U.A.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
b ₂₀	Cab.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
b ₂₁	t	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
b ₂₂	ha	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
b ₂₃	ha	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
b ₂₄	ha	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
b ₂₅	ha	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
b ₂₆	ha	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

(*) b_k = Valor da função objetivo para o k-ésimo estado da natureza.
 (**) b₁, b₂ e b₃ representam as disponibilidades do recurso b_k, no pequeno, médio e grande estabelecimento, respectivamente.

ATIVIDADES		Estabelecimento		Código	Unidade	Z _k (*)	C ₁ .k	C ₂	C ₃ .k	C ₄ .k	C ₅ .k	C ₆ .k	C ₇ .k	C ₈ .k	C ₉ .k	C ₁₀ .k	C ₁₁ .k	C ₁₂ .k	C ₁₃ .k	C ₁₄ .k	C ₁₅ .k	C ₁₆ .k	C ₁₇ .k	C ₁₈ .k	C ₁₉ .k	C ₂₀ .k	C ₂₁ .k	C ₂₂ .k	C ₂₃ .k	C ₂₄ .k	C ₂₅ .k			
		Pequeno	Médio																													Grande		
b ₁	ha	α ₁	β ₁	Y ₁ (**)	ha	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0			
b ₂	ha	α ₂	β ₂	Y ₂	ha	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		
b ₃	ha	α ₃	β ₃	Y ₃	ha	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		
b ₄	ha	α ₄	β ₄	Y ₄	ha	α ₄ .1	α ₄ .2	α ₄ .3	α ₄ .4	α ₄ .5	α ₄ .6	α ₄ .7	α ₄ .8	α ₄ .9	α ₄ .10	α ₄ .11	α ₄ .12	α ₄ .13	α ₄ .14	α ₄ .15	α ₄ .16	α ₄ .17	α ₄ .18	α ₄ .19	α ₄ .20	α ₄ .21	α ₄ .22	α ₄ .23	α ₄ .24	α ₄ .25	α ₄ .26			
b ₅	d/h	α ₅	β ₅	Y ₅	d/h	α ₅ .1	α ₅ .2	α ₅ .3	α ₅ .4	α ₅ .5	α ₅ .6	α ₅ .7	α ₅ .8	α ₅ .9	α ₅ .10	α ₅ .11	α ₅ .12	α ₅ .13	α ₅ .14	α ₅ .15	α ₅ .16	α ₅ .17	α ₅ .18	α ₅ .19	α ₅ .20	α ₅ .21	α ₅ .22	α ₅ .23	α ₅ .24	α ₅ .25	α ₅ .26			
b ₆	d/h	α ₆	β ₆	Y ₆	d/h	α ₆ .1	α ₆ .2	α ₆ .3	α ₆ .4	α ₆ .5	α ₆ .6	α ₆ .7	α ₆ .8	α ₆ .9	α ₆ .10	α ₆ .11	α ₆ .12	α ₆ .13	α ₆ .14	α ₆ .15	α ₆ .16	α ₆ .17	α ₆ .18	α ₆ .19	α ₆ .20	α ₆ .21	α ₆ .22	α ₆ .23	α ₆ .24	α ₆ .25	α ₆ .26			
b ₇	d/h	α ₇	β ₇	Y ₇	d/h																													
b ₈	d/h	α ₈	β ₈	Y ₈	d/h																													
b ₉	d/h	α ₉	β ₉	Y ₉	d/h																													
b ₁₀	d/a	α ₁₀	β ₁₀	Y ₁₀	d/a																													
b ₁₁	d/a	α ₁₁	β ₁₁	Y ₁₁	d/a																													
b ₁₂	d/a	α ₁₂	β ₁₂	Y ₁₂	d/a																													
b ₁₃	Cx	α ₁₃	β ₁₃	Y ₁₃	Cx	α ₁₃ .1																												
b ₁₄	Cx	α ₁₄	β ₁₄	Y ₁₄	Cx		α ₁₄ .2	α ₁₄ .3	α ₁₄ .4	α ₁₄ .5																								
b ₁₅	Cx	α ₁₅	β ₁₅	Y ₁₅	Cx																													
b ₁₆	Cx	α ₁₆	β ₁₆	Y ₁₆	Cx																													
b ₁₇	Cx	α ₁₇	β ₁₇	Y ₁₇	Cx																													
b ₁₈	Cx	α ₁₈	β ₁₈	Y ₁₈	Cx																													
b ₁₉	U.A.	α ₁₉	β ₁₉	Y ₁₉	U.A.																													
b ₂₀	Cab.	α ₂₀	β ₂₀	Y ₂₀	Cab.																													
b ₂₁	t	α ₂₁	β ₂₁	Y ₂₁	t		α ₂₁ .2.k																											
b ₂₂	ha	α ₂₂	β ₂₂	Y ₂₂	ha																													
b ₂₃	ha	α ₂₃	β ₂₃	Y ₂₃	ha																													
b ₂₄	ha	α ₂₄	β ₂₄	Y ₂₄	ha																													
b ₂₅	ha	α ₂₅	β ₂₅	Y ₂₅	ha																													
b ₂₆	ha	α ₂₆	β ₂₆	Y ₂₆	ha																													

*) Z_k - Valor da função objetivo para o k-ésimo estado da natureza.
 **) α₁, β₁ e Y₁ representam as disponibilidades do recurso b₁, no pequeno, médio e grande estabelecimento, respectivamente.

Código das Restrições do QUADRO 24.

- b₁ - Terras de alta fertilidade.
- b₂ - Terras de média fertilidade.
- b₃ - Terras de baixa fertilidade.
- b₄ - Mão-de-obra familiar de dezembro a março.
- b₅ - Mão-de-obra familiar de abril a julho
- b₆ - Mão-de-obra familiar de agosto a novembro.
- b₇ - Mão-de-obra não-familiar de dezembro a março.
- b₈ - Mão-de-obra não-familiar de abril a julho.
- b₉ - Mão-de-obra não-familiar de agosto a novembro.
- b₁₀ - Força animal de dezembro a março.
- b₁₁ - Força animal de abril a julho.
- b₁₂ - Força animal de agosto a novembro.
- b₁₃ - Capital de giro.
- b₁₄ - Capital de investimento.
- b₁₅ - Capacidade de empréstimo.
- b₁₆ - Limite especial de capital de giro.
- b₁₇ - Disponibilidade de investimento em bovinos.
- b₁₈ - Disponibilidade de investimento em suínos.
- b₁₉ - Disponibilidade adicional de cerca e currais para bovinos.
- b₂₀ - Disponibilidade adicional de currais para suínos.
- b₂₁ - Disponibilidade de forragem verde.
- b₂₂ - Disponibilidade de terras com pastagem nativa.
- b₂₃ - Limite de terras para capim elefante.
- b₂₄ - Limite de terras para cana-de-açúcar.
- b₂₅ - Limite de terras para café.
- b₂₆ - Limite de terras para arroz.

Código das Atividades do QUADRO 24.

- X₁ - Arroz de sequeiro em AT (*).
 X₂ - Capim elefante em AT.
 X₃ - Cana-de-açúcar em AT.
 X₄ - Algodão arbóreo em MT.
 X₅ - Algodão arbóreo em BT.
 X₆ - Algodão arbóreo + Milho + Feijão em MT (*).
 X₇ - Algodão arbóreo + Milho + Feijão em BT (*).
 X₈ - Algodão arbóreo + Milho + Feijão + Fava em MT.
 X₉ - Algodão arbóreo + Milho + Feijão + Fava em BT.
 X₁₀ - Algodão arbóreo + Milho em MT.
 X₁₁ - Algodão arbóreo + Milho em BT.
 X₁₂ - Algodão arbóreo + Feijão em MT.
 X₁₃ - Algodão arbóreo + Feijão em BT.
 X₁₄ - Milho + Feijão em AT.
 X₁₅ - Milho + Feijão em MT.
 X₁₆ - Milho + Feijão em BT.
 X₁₇ - Arroz de sequeiro em AN (*).
 X₁₈ - Capim elefante em AN.
 X₁₉ - Cana-de-açúcar em AN.
 X₂₀ - Algodão arbóreo em MN.
 X₂₁ - Algodão arbóreo em BN.
 X₂₂ - Algodão arbóreo + Milho + Feijão em MN.
 X₂₃ - Algodão arbóreo + Milho + Feijão em BN.
 X₂₄ - Algodão arbóreo + Milho + Feijão + Fava em MN.
 X₂₅ - Algodão arbóreo + Milho + Feijão + Fava em BN.
 X₂₆ - Algodão arbóreo + Milho em MN.
 X₂₇ - Algodão arbóreo + Milho em BN.
 X₂₈ - Algodão arbóreo + Feijão em MN.
 X₂₉ - Algodão arbóreo + Feijão em BN.
 X₃₀ - Milho + Feijão em AN.

(*) A - Terras de alta fertilidade.
 M - Terras de média fertilidade.
 B - Terras de baixa fertilidade.

T - Tecnologia atual.
 N - Tecnologia nova.

- X₃₁ - Milho + Feijão em MN.
- X₃₂ - Milho + Feijão em BN.
- X₃₃ - Café em MN.
- X₃₄ - Pastagem Nativa em M.
- X₃₅ - Pastagem Nativa em B.
- X₃₆ - Bovinos.
- X₃₇ - Suínos.
- X₃₈ - Compra de bovinos.
- X₃₉ - Compra de suínos.
- X₄₀ - Compra de mão-de-obra de dezembro a março.
- X₄₁ - Compra de mão-de-obra de abril a julho.
- X₄₂ - Compra de mão-de-obra de agosto a novembro.
- X₄₃ - Venda de mão-de-obra de dezembro a março.
- X₄₄ - Venda de mão-de-obra de abril a julho.
- X₄₅ - Venda de mão-de-obra de agosto a novembro.
- X₄₆ - Compra de força animal de dezembro a março.
- X₄₇ - Compra de força animal de abril a julho.
- X₄₈ - Compra de força animal de agosto a novembro.
- X₄₉ - Compra de capital de giro 1.
- X₅₀ - Compra de capital de giro 2.
- X₅₁ - Compra de capital de investimento.
- X₅₂ - Transferência de capital investido em bovinos para limite especial de capital de giro.
- X₅₃ - Transferência de capital investido em suínos para limite especial de capital de giro.

A pressuposição de que os coeficientes técnicos sejam iguais para as diferentes fazendas deve-se a essas apresentarem praticamente as mesmas técnicas de produção. A única diferença significativa está na qualidade da mão-de-obra utilizada. Na pequena propriedade a totalidade da força de trabalho empregada é a da família, enquanto na média e na grande fazenda essa força de trabalho familiar vai sendo progressivamente substituída pela não familiar. Esse problema foi resolvido introduzindo-se restrições no modelo para essas duas categorias de mão-de-obra.

CAPÍTULO IV

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Visando a atingir os objetivos propostos neste trabalho, foram obtidos planos ótimos (de máxima renda) para as fazendas sob os estados da natureza: muito seco; seco; normal; chuvoso, e muito chuvoso. Esses planos, em número de cinco, para cada estabelecimento, forneceram os elementos da matriz do jogo do agricultor com a natureza ^{22/}. As estratégias do agricultor são os planos, enquanto as estratégias da natureza são seus estados.

De posse da matriz do jogo para cada estabelecimento, foram aplicados os critérios de decisão de Wald, Excess Benefit e o E-V, com vistas à escolha das melhores estratégias do agricultor. Uma vez selecionados os planos para os estabelecimentos, procedeu-se à análise comparativa com a situação atual no que diz respeito a renda líquida, atividades agropecuárias, níveis de utilização dos fatores: terra, mão-de-obra e capital, entre outros aspectos. Essa análise comparativa visa a observar as mudanças qualitativas e quantitativas que devem ocorrer no caso de adoção dos novos planos de exploração pelos agricultores.

4.1. - Escolha das Estratégias do Agricultor

Trata-se aqui de selecionar, entre as estratégias disponíveis, qual ou quais as sugeridas para o pequeno, médio e grande agricultores de São Miguel-RN.

Essa seleção teve por base a aplicação dos critérios de Maximin, Excess Benefit e E-V aos planos obtidos da programação. No APÊNDICE D deste documento faz-se uma discriminação qualitativa e quantitativa das atividades e dos recursos componentes de cada um desses planos.

^{22/} Vide APÊNDICE C.

As estratégias do agricultor nas diferentes propriedades, sob os diversos estados da natureza, seguem a seguinte notação:

$P_{p\lambda}$ - plano ótimo (de máxima renda) definido para o p -ésimo estado da natureza na λ -ésima fazenda típica;

Estados da natureza - $p = 1$, muito seco; $p = 2$, seco; $p = 3$, normal; $p = 4$, chuvoso; $p = 5$, muito chuvoso;

Fazendas típicas - $\lambda = 1$, pequena; $\lambda = 2$, média; $\lambda = 3$, grande.

Logo, o plano P_{11} é o ótimo para a pequena unidade de produção no estado da natureza muito seco, enquanto o plano P_{33} é o ótimo para a grande propriedade sob o estado da natureza normal, e assim por diante.

Relativamente aos resultados obtidos, dois foram os planos apresentados pela matriz de pagamentos da pequena propriedade (QUADRO 25). O plano ótimo definido para a situação do clima muito seco é o mesmo para o clima chuvoso e o muito chuvoso ($P_{11} = P_{41} = P_{51}$), enquanto o plano ótimo do clima seco é o mesmo para o clima normal ($P_{21} = P_{31}$).

Os critérios de Wald e E-V deram P_{11} como a melhor estratégia para o pequeno agricultor, enquanto o de Excess Benefit deu por melhor estratégia o P_{21} (QUADRO 26).

A fazenda média teve para cada uma das cinco situações climáticas um plano ótimo definido. O plano referente ao estado da natureza muito seco, P_{12} , é tido como a melhor estratégia a ser adotada pelo agricultor quando se faz uso dos critérios de Wald e E-V. Já pelo critério de Excess Benefit, a melhor estratégia passa a ser P_{32} , ou seja, a referente ao clima normal (QUADROS 27 e 28).

QUADRO 25 - São Miguel-RN. Pequeno Estabelecimento Agrícola Típico. Matriz de Pagamentos.

Planos para os Diferentes Estados da Natureza	Estados da Natureza e Probabilidades				Critério de Wald		Critério E-V	
	Muito Seco	Seco	Normal	Chuvoso	Muito Chuvoso	Coluna Maxmin	E	Colunas V (σ)
	(0,28)	(0,28)	(0,34)	(0,15)	(0,04)			
P ₁₁ (Muito Seco) ou P ₄₁ (Chuvoso) ou P ₅₁ (Muito Chuvoso)	7.200,00	7.200,00	7.200,00	7.200,00	7.200,00	7.200,00	7.200,00	0,0 (0,0)
P ₂₁ (Seco) ou P ₃₁ (Normal)	5.177,16	7.747,95	7.935,28	6.915,00	5.686,54	5.177,16	7.115,80	1.142.055,60 (1.068,67)

(*) Planos selecionados.

QUADRO 26 - São Miguel-RN. Pequeno Estabelecimento Agrícola Típico. Matriz de Excess Benefit Derivada da de Pagamentos (QUADRO 25).

Planos para os Diferentes Estados da Natureza	Estados da Natureza				Critério Excess Benefit	
	Muito Seco	Seco	Normal	Chuvoso	Muito Chuvoso	Coluna Maxmin (**)
	Muito Seco	Seco	Normal	Chuvoso	Muito Chuvoso	
P ₁₁ (Muito Seco) ou P ₄₁ (Chuvoso) ou P ₅₁ (Muito Chuvoso)	2.022,84	0	0	285,00	1.513,46	285,00
P ₂₁ (Seco) ou P ₃₁ (Normal)	0	547,95	735,28	0	0	547,95

(*) Planos selecionados.

(**) Na matriz acima, onde os menores pagamentos das estratégias são iguais a zero, seleciona-se de cada linha o elemento imediatamente superior a este para compor a coluna maxmin (1).

QUADRO 27 - São Miguel-RN. Médio Estabelecimento Agrícola Típico. Matriz de Pagamentos.

Planos para os Diferentes Estados da Natureza	Estados da Natureza e Probabilidades					Critério Wald		Critério E-V	
	Muito Seco	Seco	Normal	Chuvoso	Muito Chuvoso	Coluna Maxmin		Colunas	
	(0,19)	(0,28)	(0,34)	(0,15)	(0,04)	E	V (σ)		
P ₁₂ (Muito Seco)	6.501,50	12.229,00	12.229,00	9.853,22	6.294,49	6.294,49 *	10.547,03	5.517,874,00	(2.349,01)
P ₂₂ (Seco)	5.283,47	15.040,04	15.473,90	11.533,60	6.325,76	5.283,47	12.459,27	16.371.567,00	(4.046,17)
P ₃₂ (Normal)	2.533,98	13.829,33	16.095,88	15.613,01	10.733,92	2.533,98	12.597,58	25.332.627,00	(5.033,15)
P ₄₂ (Chuvoso)	-5.446,50	7.011,12	14.821,80	17.088,86	14.668,72	-5.446,50	9.117,76	63.362.423,00	(7.960,05)
P ₅₂ (Muito Chuvoso)	-4.498,61	6.953,47	13.708,75	16.753,17	14.699,31	-4.498,61	8.854,16	53.620.824,00	(7.322,62)

(*) Planos selecionados.

QUADRO 28 - São Miguel-RN. Médio Estabelecimento Agrícola Típico. Matriz de Excess Benefit Derivada da Matriz de Pagamentos (QUADRO 27).

Planos para os Diferentes Estados da Natureza	Estados da Natureza					Critério Excess Benefit	
	Muito Seco	Seco	Normal	Chuvoso	Muito Chuvoso	Coluna Maxmin	
P ₁₂ (Muito Seco)	11.948,00	5.275,53	0,00	0,00	0,00	0,00	
P ₂₂ (Seco)	10.729,97	8.086,57	3.244,90	1.680,38	31,27	31,27	
P ₃₂ (Normal)	7.980,48	6.875,86	3.866,88	5.759,79	4.439,43	3.866,88	
P ₄₂ (Chuvoso)	0,00	57,65	2.592,80	7.235,64	8.374,23	0,00	
P ₅₂ (Muito Chuvoso)	947,89	0,00	1.479,75	6.899,95	8.404,82	0,00	

(*) Planos selecionados.

O fato de se ter selecionado P_{12} pelo critério E-V se fundamenta em três motivos: primeiro, ser essa a estratégia que apresenta menor variância de renda; segundo, sua renda esperada pouco difere daquela dada pela estratégia de maior renda esperada, além disso, o acréscimo na renda que se verificaria em vista da seleção da estratégia mais rentável, relativamente à adotada é inferior ao aumento simultâneo verificado no risco; e terceiro, a maior parte dos agricultores da região são aversos a correrem risco (redução na renda); logo, se admitiu que eles escolheriam, em geral, estratégias menos arriscadas, desde que suas rendas não fossem reduzidas a baixos níveis. Entretanto, não está excluída a possibilidade de se contestar essa indicação, tendo-se em vista que o grau de aversão, indiferença ou preferência pelo risco varia de pessoa para pessoa.

Relativamente à grande propriedade, cinco foram os planos definidos pela programação linear, cada um deles correspondendo a um estado da natureza.

Os critérios de Wald e E-V deram como melhor estratégia o plano P_{13} , que é ótimo no estado da natureza muito seco. Já o critério de Excess Benefit selecionou como estratégia ótima o plano P_{43} , indicado no estado da natureza chuvoso (QUADROS 29 e 30).

A seleção pelo critério E-V do plano P_{13} como a melhor estratégia para a grande fazenda, deveu-se ao fato deste ser o plano que apresenta a menor variância no valor esperado da renda. Além disso, sua renda esperada muito se aproxima da dos planos de maiores rendas esperadas. Contudo, em razão da falta de conhecimento das preferências do agricultor esse procedimento, no sentido de oferecer maior segurança é passível de críticas.

QUADRO 29 - São Miguel-RN. Grande Estabelecimento Agrícola Típico. Matriz de Pagamentos.

Planos para os Diferentes Estados da Natureza	Estados da Natureza e Probabilidades				Critério Wald		Critério E-V	
	Muito Seco	Seco	Normal	Chuvoso	Muito Chuvoso	Coluna Maxmin	E	V (σ)
	(0,19)	(0,28)	(0,34)	(0,15)	(0,04)			
P ₁₃ (Muito Seco)	6.019,86	10.226,24	10.226,24	8.481,64	6.519,87	6.019,86 *	9.017,08	2.906.657,00 (1.704,89)
P ₂₃ (Seco)	-2.443,06	12.394,18	12.974,18	8.050,54	-917,90	-2.443,06	7.653,97	38.248.061,00 (6.184,50)
P ₃₃ (Normal)	-35.146,13	-180,93	25.565,50	32.871,41	25.173,34	-35.146,13	7.901,49	660.654.645,00 (25.749,76)
P ₄₃ (Chuvoso)	-23.803,28	-656,17	24.731,33	36.809,62	35.685,71	-23.803,28	10.651,17	747.401.706,00 (22.321,91)
P ₅₃ (Muito Chuvoso)	-23.237,34	-1.310,05	24.081,45	36.708,19	36.412,23	-23.237,34	10.368,51	447.900.905,00 (21.163,66)

(*) Planos selecionados.

QUADRO 30 - São Miguel-RN. Grande Estabelecimento Agrícola Típico. Matriz de Excess Benefit Derivada da Matriz de Pagamentos (QUADRO 29).

Planos para os Diferentes Estados da Natureza	Estados da Natureza				Critério Excess Benefit	
	Muito Seco	Seco	Normal	Chuvoso	Muito Chuvoso	Coluna Maxmin
P ₁₃ (Muito Seco)	41.165,99	11.536,29	0,00	431,10	7.437,77	0,00
P ₂₃ (Seco)	32.703,77	13.704,23	2.747,94	0,00	0,00	0,00
P ₃₃ (Normal)	0,00	1.129,12	15.329,26	24.820,87	26.091,24	0,00
P ₄₃ (Chuvoso)	11.342,85	653,88	14.505,09	44.860,16	36.603,61	653,88 *
P ₅₃ (Muito Chuvoso)	11.908,79	0,00	13.855,21	28.226,55	37.330,13	0,00

(*) Planos selecionados.

4.2. - Planos Selecionados

4.2.1. - Renda Líquida

Relativamente à pequena unidade de produção, os planos P_{11} e P_{12} oferecem rendas médias de Cr\$ 7.200,00 e Cr\$ 5.177,16. Ao serem comparados com a renda proveniente da exploração atual, Cr\$ 2.506,00 poder-se-ia daí concluir que a adoção pelo agricultor de qualquer um desses planos acarretaria um aumento de mais de 100% na sua receita. Algumas ressalvas devem ser feitas a esses resultados.

Primeiramente, a renda atual da pequena unidade de produção corresponde à média das rendas das propriedades incluídas no estrato que essa fazenda representa $\frac{23}{100}$. Por conseguinte, não foi gerada a partir das atividades produtivas atuais tomadas como representativas para essa pequena unidade de produção, muito embora passa-se admitir que a mesma esteja bem próxima da que seria gerada pelas referidas atividades. Não obstante ocorra esse problema de ordem metodológica em termos de computação das rendas, atual e projetada, é possível admitir que haja razoável credibilidade quanto aos resultados da comparação no sentido de que os planos selecionados para a pequena unidade de produção ofereçam de fato maiores retornos (QUADRO 32).

Por outro lado, o plano P_{11} , indicado sobretudo para situações extremas do clima, admite que o pequeno agricultor, em vez de explorar sua fazenda, venderia toda mão-de-obra familiar disponível. Em anos de seca prolongada ou chuvas excessivas, as atividades agropecuárias caem muito de produtividade e/ou se tornam nulas; evidente que, nessas circunstâncias, o melhor para o pequeno agricultor e sua família seria se tornarem diaristas, sobretudo aos níveis das diárias utilizadas na formulação da programação. Experiência empírica deste fato está nas frentes de trabalho abertas pelo governo para conter no campo a mão-de-obra desempregada em anos de seca excessiva na região em apreço. Contudo a viabilização deste plano P_{11} nos

²³ Vide na descrição da fazenda típica (2.3.), os itens: 2.3.2.; 2.3.3. e 2.3.8. incluindo o rodapé número 12.

demais estados da natureza estaria na dependência da possibilidade das médias e grandes propriedades absorverem essa mão-de-obra aos níveis de salários adotados no modelo. Já no plano P_{21} , a venda de parte da força de trabalho da família do agricultor ocorre somente quando as terras agricultáveis da fazenda são totalmente utilizadas, daí sua maior adequação às condições da área.

Para a unidade de produção média, ao comparar as rendas médias de Cr\$ 10.547,03 e Cr\$ 12.597,58 relativas às estratégias P_{12} e P_{32} , com a renda de Cr\$ 5.360,00 gerada da exploração atual, poder-se-ia concluir que a adoção pelo agricultor dos referidos planos praticamente dobraria seus rendimentos.

Conquanto persista o problema metodológico relativo à forma diferenciada na determinação dessas rendas, no sentido de poder limitar a avaliação dos resultados como já referido anteriormente, as atividades productivas do plano P_{32} , relativamente às atuais a serem analisadas adiante, ofereçam bastante credibilidade no sentido de permitirem uma melhor renda ao agricultor da fazenda média (QUADRO 33). Já as atividades do plano P_{12} , relativamente às atuais a serem adiante comparadas devem ser vistas com bastante cautela no que trata dos seus efeitos positivos, não obstante esses efeitos poderem ser explicados pela intensificação da produção suina e pela forma como o algodão arbóreo foi incluído como atividade no modelo básico da PL (APÊNDICE B), já que na situação atual tem-se uma distribuição irregular das áreas dessa cultura pelas diferentes idades da lavoura.

Analisando as estratégias selecionadas, o plano P_{12} , embora apresente menor renda esperada com relação ao P_{32} , essa renda se comporta de forma mais estável e sempre superior à obtida pela tabulação dos dados, mesmo quando ele é exposto aos diversos anos climáticos, ao contrário do que ocorre com a renda do plano P_{32} , que ora cai a níveis bem mais inferiores. Entretanto, devido à estratégia P_{12} deixar de incluir atividades de assistência, tudo leva a crer que o P_{32} tenha maior possibilidade de aceitação por parte do agricultor de São Miguel-RN.

Em relação à grande propriedade, as rendas médias de Cr\$ 9.017,08 e Cr\$ 10.651,17 dos planos selecionados, P_{13} e P_{43} , pouco diferem da atualmente obtida, a qual chega a Cr\$ 9.315,00.

Entretanto, para um ano agrícola tido como normal, ou seja, na mesma situação em que se realizou a pesquisa de campo (53), o plano P_{43} permitiu ao agricultor duplicar sua renda, enquanto o P_{13} possibilitará apenas a manutenção da mesma ao nível atual. A estratégia P_{43} chega a apresentar retornos negativos nos estados seco e muito seco, enquanto todos os retornos da estratégia P_{13} permanecem positivos, embora sofram pequenas variações inter-anuais (QUADRO 30).

Tendo-se em vista o método de determinação dessas rendas, descrito anteriormente, ao se fazer no tópico seguinte uma análise comparativa entre as atividades atuais da grande fazenda típica e as projetadas para essa unidade de produção pelos planos P_{13} e P_{43} (QUADRO 34), conclui-se que as atividades do plano P_{43} permitem maior confiabilidade, no sentido de proporcionarem de fato um aumento na renda desse estabelecimento.

4.2.2. - Combinação das Atividades

As rendas líquidas previstas para as fazendas típicas resultam de estratégias (planos) selecionadas pelos critérios de decisão da teoria dos jogos, e dependem basicamente das rendas das atividades que compõem cada estratégia em particular. As atividades desses planos foram obtidas através da aplicação do modelo da programação linear sob os diferentes estados da natureza.

Com relação à pequena unidade produtiva, a intensidade das atividades que integram os planos P_{11} e P_{12} estão adiante discriminadas (QUADRO 31).

Enquanto o plano P_{11} sugere simplesmente a venda de toda mão-de-obra familiar, o plano P_{21} , relativamente à situação atual, prevê um pequeno aumento da área de algodão arbóreo e mudança de consórcio: em vez de algodão arbóreo + milho + feijão deve-se plantar o milho + feijão nas terras de maior fertilidade. As técnicas de cultivo dessas lavouras permanecem na base das mesmas já adotadas.

Por outro lado, a exclusão da pecuária dos planos P_{11} e P_{21} , reflete o baixo rendimento dessa atividade comparativamente à agricultura. Sua atual existência na pequena unidade de produção pode ser entendida sobretudo como uma poupança do agricultor, a qual é usada ora para garantir os empréstimos que ele normalmente fez a terceiros na época de entressafra, e ora para atender financeiramente (mediante a venda dos animais) a outras necessidades da família, como em casos de doenças, viagens, anos ruins na agricultura, etc.

QUADRO 31 - São Miguel-RN. Pequeno Estabelecimento Agrícola Típico, Atividades que Compõem os Planos Seleccionados.

Cód. P	Atividades	Unidade	Exploração Atual (*)	Planos Seleccionados	
				P_{11} ou P_{41} ou P_{51}	P_{21} ou P_{31}
	Renda Líquida Esperada	Cr\$	2.506,00	7.200,00	5.177,16
	Algodão arbóreo (2º ao 5º ano) ha		2,08		
	Alg. arb. + milho + feijão	ha	0,92		
	Bovinos (estoque)	U.A.	1,25		
	Suínos (estoque)	Cab.	3,00		
1,2	Algodão arbóreo em MT (**)	ha			2,63
1,3	Milho + Feijão em AT (**)	ha			1,31
1,4	Venda de mão-de-obra de dezembro a março	d/h		120,00	41,91
1,5	Venda de mão-de-obra de abril a julho	d/h		120,00	56,99
1,6	Venda de mão-de-obra de agosto a novembro	d/h		120,00	62,21
1,7	Compra de capital de giro 1	Cr\$			117,90
1,8	Compra de capital de investimento	Cr\$			92,50

(*) Vide QUADROS 7 e 8.

(**) M - solos de média fertilidade; A - solos de alta fertilidade; T - tecnologia atual.

Com relação às atividades dos planos P₁₂ e P₃₂ definidos para fazenda típica média, as mesmas estão adiante relacionadas (QUADRO 32).

As atividades produtivas do plano P₁₂ se restringem ao cultivo do algodão arbóreo (cultura pura) e à criação do gado suíno, enquanto as do plano P₃₂ incluem, além do algodão arbóreo, o arroz, o consórcio milho + feijão e a cana-de-açúcar. Este último plano P₃₂ se aproxima mais da atual exploração agrícola do estabelecimento médio. Denota-se, contudo, a exclusão do consórcio algodão arbóreo + milho + feijão e da pecuária, simultaneamente a uma ampliação das áreas com arroz, cana-de-açúcar e algodão arbóreo.

QUADRO 32 - São Miguel-RN. Médio Estabelecimento Agrícola Típico. Atividades que compõem os Planos Seleccionados.

Cód. p	Atividades	Uni- dade	Explora- ção Atual (*)	Planos Seleccionados	
				P ₁₂	P ₃₂
	Renda Líquida Esperada	Cn\$	5.360,00	10.547,03	12.597,58
	Algodão arbóreo (2º ao 6º ano)	ha	9,02		
	Alg. arb. + Milho + Feijão	ha	3,60		
	Bovinos (estoque)	U.A.	3,30		
	Suínos (estoque)	Cab.	6,00		
	Arroz de sequeiro em AT (**)	ha			1,00
	Algodão arbóreo em MT (**)	ha		9,86	11,52
	Milho + feijão em AT (**)	ha			2,01
	Cana-de-açúcar em AN (**)	ha			1,00
	Suínos (vendas)	Cab.		6,00	
	Compra de mão-de-obra de dezembro a março	d/h			122,19
	Compra de capital de giro 1	Cn\$		930,00	2.878,58
	Compra de capital de investimento	Cn\$		345,00	1.805,45

(*) Vide QUADROS 7 e 8.

(**) A - solos de alta fertilidade; M - solos de média fertilidade; T - tecnologia atual; N - tecnologia nova.

Com referência às técnicas de cultivo uma nova (utilização de adubo orgânico) é registrada para a cana-de-açúcar, as demais culturas permanecem adotando as técnicas tradicionais.

No que diz respeito às atividades componentes dos planos P₁₃ e P₁₃ selecionados para a grande fazenda, as mesmas encontram-se especificadas a seguir (QUADRO 33).

QUADRO 33 - São Miguel-RN. Grande Estabelecimento Agrícola Típico. Atividades que Compõem os Planos Selecionados.

Cód. P	Atividades	Uni- dade	Explora- ção Atual (*)	Planos Selecionados	
				P ₁₂	P ₃₂
	Renda Líquida Esperada	Cr\$	9.315,00	9.017,08	10.651,17
	Arroz de sequeiro	ha	0,33		
	Cana-de-açúcar	ha	0,67		
	Algodão arbóreo (2º ao 6º ano)	ha	21,45		
	Alg. arb. + milho + feijão	ha	5,44		
	Alg. arb. + milho + feijão + + fava	ha	1,54		
	Bovinos (estoque)	U.A.	9,85		
	Suínos (estoque)	Cab.	16,00		
	Arroz de sequeiro em AT (**)	ha			1,00
	Algodão arbóreo em MT (**)	ha		7,24	2,31
	Cana-de-açúcar em AN (**)	ha			2,50
	Café em MN (**)	ha			5,00
	Suínos (vendas)	Cab.		12,00	
	Compra de mão-de-obra de abril a julho	d/h		42,10	74,52
	Compra de mão-de-obra de agosto a novembro	d/h			257,14
	Compra de capital de giro 1	Cr\$		2.744,00	7.097,00
	Compra de capital de inves- timento	Cr\$		253,00	36.890,83

** Vide QUADROS 7 e 8.

** A - solos de alta fertilidade; M - solos de média fertilidade; T - tecnologia atual; N - tecnologia nova.

As atividades produtivas do plano P_{13} se resumem ao cultivo de algodão arbóreo e à criação de suínos, enquanto as do plano P_{43} correspondem ao arroz de sequeiro, algodão arbóreo (cultura pura) cana-de-açúcar e café. Ambos os planos diferem bastante da exploração atual dessa fazenda, onde são comuns a pecuária bovina e as culturas de subsistência do milho, feijão e fava, muito embora esses planos sejam bastante coerentes com os estados da natureza para os quais foram tidos como ótimos. Se não chove ou chove pouco, o melhor seria se plantar algodão (P_{13}); por outro lado, se chove muito, a área de algodão deveria ser reduzida; em contraparte, as lavouras mais exigentes em umidade teriam prioridade, a exemplo da cana-de-açúcar, arroz e café (P_{43}). Relativamente ao plano P_{43} , novas técnicas de cultivo são indicadas para as lavouras de cana-de-açúcar e café, enquanto, as demais culturas permanecem adotando as técnicas usuais.

De modo geral, os novos planos recomendados para os estabelecimentos agrícolas típicos apresentam três características básicas. A primeira, é a dominância da atividade agrícola sobre a atividade pecuária. A segunda é que as mudanças da atividade agrícola, relativamente à situação atual, se faz através da ampliação das áreas com arroz e cana-de-açúcar e do aparecimento do consórcio milho + feijão em substituição ao de algodão arbóreo + milho + feijão. O algodão arbóreo passa a ocupar apenas os solos de média fertilidade, podendo, entretanto, ceder lugar ao café. Além do mais, todas essas lavouras continuam adotando a forma tradicional de cultivo, com exceção do café e da cana-de-açúcar, para os quais novas técnicas incluindo, respectivamente, adubação orgânica e mineral são sugeridas.

Sobre a possibilidade de difusão da cafeicultura, trata-se de lavoura bastante exigente, quer com relação à altitude, quer relativamente às suas próprias necessidades hídricas. Outrossim, o café necessita de um período mínimo de dois anos até começar a produzir, não obstante os altos custos de fundação da lavoura. Contudo, somente nos planos indicados para a grande propriedade onde o agricultor dispõe de maiores recursos e mais facilmente tem acesso ao crédito oficial é que o café se fez presente, muito embora seja remota sua possibilidade de exploração em larga escala neste princípio devido, sobretudo, às limitações de solos adequados à rubiã. A terceira característica dos planos recomendados, refere-se à ativi-

dade pecuária bovina, que, por sua vez, vem confirmar a hipótese de se constituir numa atividade produtiva inferior, do ponto de vista de poder competir em termos de retorno líquido com a maioria das atividades agrícolas. Entretanto, sua existência, ao nível da fazenda média e grande, pode ser entendida não só sobre o aspecto da poupança, mas também em razão de sua maior independência com relação à necessidade efetiva de mão-de-obra, bem como da possibilidade de se deslocar os animais para outras áreas em anos reconhecidamente ruins, e portanto, estaria a atividade bovina deste modo menos sujeita aos efeitos negativos do clima. Um outro aspecto desta criação é a da complementaridade da atividade agrícola, no sentido do aproveitamento dos restos culturais das lavouras. Nenhum desses pontos puderam ser analisados pelo modelo. Contudo, em vista da preocupação básica do estudo ser o aumento da renda do agricultor, os planos sugeridos, de modo geral, garantem o alcance deste objetivo.

4.2.3. - Recursos Utilizados

4.2.3.1. - Terra

Esse fator de produção é, sem dúvida, o mais importante na atividade agropecuária. Daí porque, na montagem do modelo, ele foi considerado como recurso restritivo.

O uso desse fator pelos (planos) definidos para os estabelecimentos agrícolas permite as seguintes constatações: primeiro, na pequena propriedade, com exceção das terras menos férteis, as demais foram totalmente utilizadas pelo plano P_{21} , que é tido como o mais viável de implantação (QUADRO 34). Verifica-se no caso do plano P_{21} , comparativamente à situação atual, um aumento da área explorada com culturas.

Segundo, na média propriedade, o fator terra não foi utilizado em sua totalidade, quer pelo plano P_{12} quer pelo P_{32} , tidos como os melhores para a mesma. Pode-se daí inferir que entre as causas limitantes do uso da terra se destacam: a adversidade climática; o custo do capital relacionado pelas taxas de juros não subsidiadas, as quais foram adotadas na

QUADRO 34 - São Miguel-RN. Pequeno Estabelecimento Agrícola Típico. Uso das Terras pelos Planos Seleccionados.

Código	Recursos	Disponibilidade	Utilização das Terras c/ Culturas (ha)			
			Situação Atual (*)	P ₁₁ ou P ₄₁	ou P ₅₁	P ₂₁ ou P ₃₂
b ₁	Terras de alta fertilidade	1,31		-		1,31
b ₂	Terras de média fertilidade	2,63		-		2,63
b ₃	Terras de baixa fertilidade	0,44		-		-
Terras Aptas à Atividade Agropecuária		4,38	3,00	-		3,94

(*) Vide QUADRO 7.

definição dos planos desse estabelecimento; o preço da mão-de-obra contratada; os preços adotados para os produtos agropecuários, e, finalmente, os rendimentos físicos das atividades agrícolas face às técnicas sugeridas.

Modificações nesses parâmetros devem refletir-se sobre os níveis de utilização da terra. Entretanto, ao comparar os resultados obtidos da programação com os fornecidos pela simples tabulação dos dados (QUADRO 35), constatou-se que, ao adotar o plano P₁₂, ocorrerá uma diminuição na área física explorada com culturas, ocorrendo o contrário caso seja feita a opção pelo plano P₃₂.

Terceiro, na grande propriedade, os planos P₁₃ e P₄₃, escolhidos como os melhores, pouco uso fazem da terra disponível. Em vista desses serem os planos ótimos para os estados da natureza muito seco e chuvoso, respectivamente, a redução pelos mesmos, da área ocupada com culturas relativamente à exploração atual (QUADRO 36), não deixa de refletir certa aderência do modelo frente a situações climáticas não muito favoráveis, dado que a exploração existente teve por base um ano normal com relação ao clima.

QUADRO 35 - São Miguel-RN. Médio Estabelecimento Agrícola Típico. Uso das Terras pelos Planos Seleccionados.

Código	Recursos	Disponibilidade (ha)	Utilização das Terras com Culturas (ha)		
			Situação Atual (*)	P ₁₂	P ₃₂
b ₁	Terras de alta fertilidade	5,28			3,03
b ₂	Terras de média fertilidade	13,18		9,86	12,64
b ₃	Terras de baixa fertilidade	7,91			
Terras Aptas à Atividade Agropecuária		26,37	12,62	9,86	15,67

(*) Vide QUADRO 7.

QUADRO 36 - São Miguel-RN. Grande Estabelecimento Agrícola Típico. Uso das Terras pelos Planos Seleccionados.

Código	Recursos	Disponibilidade (ha)	Utilização das Terras com Culturas (ha)		
			Situação Atual (*)	P ₁₃	P ₄₃
b ₁	Terras de alta fertilidade	6,01			3,50
b ₂	Terras de média fertilidade	24,04		7,24	7,31
b ₃	Terras de baixa fertilidade	30,04			
Terras Aptas à Atividade Agropecuária		60,09	29,43	7,24	10,81

(*) Vide QUADRO 7.

Resumindo, apenas na menor unidade produtiva é que as terras de média e alta fertilidade são totalmente utilizadas pelo plano P_{21} . Os planos definidos para os demais estabelecimentos não chegam a utilizar toda terra de média e alta fertilidade disponível. Em nenhum dos planos, indicados de qualquer unidade produtiva, as terras de menor fertilidade são utilizadas, isto em parte deve-se à baixa produtividade das culturas nessas terras e também por não constar dos planos selecionados a pecuária bovina ^{24/} já que essas terras foram na formulação do modelo destinadas a essa atividade.

4.2.3.2. - Mão-de-Obra

O modelo adotado só permite a contratação de mão-de-obra de terceiro quando toda a mão-de-obra familiar disponível é utilizada. A disponibilidade de mão-de-obra familiar e não-familiar é estática, e está distribuída em três períodos, entre os quais não há substituição, daí porque a força de trabalho pode constituir-se num fator limitativo em um dos períodos, mesmo apresentando sobras no outro.

O emprego desse fator na pequena unidade produtiva pelos planos selecionados, P_{11} e P_{21} , se restringiu à força de trabalho da família, a qual foi totalmente utilizada (QUADRO 37).

O plano P_{11} se restringiu à venda da mão-de-obra familiar, enquanto o P_{21} empregou, em primeiro lugar, essa força de trabalho nas atividades da fazenda e vendeu apenas o excedente. Comparando-se com os dados tabulados (situação atual), o nível de utilização do fator permaneceu o mesmo.

^{24/} Vide QUADROS 7 ao 9.

QUADRO 37 - São Miguel-RN. Pequeno Estabelecimento Agrícola Típico. Uso do Fator Mão-de-Obra.

Código	Recursos	Disponibilidade (d/h)	Utilização da Mão-de-Obra (d/h)		
			Situação Atual (*)	P ₁₂	P ₂₁
	Força de trabalho própria (1)		360	360	360
D ₁	Mão-de-obra familiar de dez/mar	120		120	120
D ₂	Mão-de-obra familiar de abr/jul	120		120	120
D ₃	Mão-de-obra familiar de ago/nov	120		120	120
	Força de trabalho de terceiros (2)				
D ₄	Mão-de-obra não familiar de dez/mar	30			
D ₅	Mão-de-obra não familiar de abr/jul	30			
D ₆	Mão-de-obra não familiar de ago/nov	30			
Total de Mão-de-Obra Utilizada (1 + 2)		-	360	360	360

(*) Vide QUADRO 10.

Por outro lado, o uso de mão-de-obra pelos planos P₁₂ e P₃₂ indicados para a fazenda média atinge os níveis constantes no QUADRO 38. O plano P₁₂ não chega nem a utilizar toda a força de trabalho familiar disponível, isto porque embora este plano seja o melhor em termos de oferecer maior segurança ao médio agricultor em vista de ter sido o selecionado pelo critério Maximin, ele é o ótimo apenas no estado da natureza muito seco, daí sugerir uma significativa redução na atividade agrícola, e recomendar apenas o cultivo de pequena área com algodão arbóreo. Nessas condições, não é de se admitir uma queda no nível de emprego do fator mão-de-obra. Além do mais, o modelo não prevê a venda de mão-de-obra familiar ao nível da média propriedade.

QUADRO 38 - São Miguel-RN. Médio Estabelecimento Agrícola Típico. Uso do Fator Mão-de-Obra.

Código	Recursos	Disponibilidade (d/h)	Utilização da Mão-de-Obra (d/h)		
			Situação Atual (*)	P ₁₂	P ₃₂
	Força de trabalho própria (1)		<u>694</u>	<u>555</u>	<u>694</u>
b ₄	Mão-de-obra familiar de dez/mar	231		231	231
b ₅	Mão-de-obra familiar de abr/jul	231		152	231
b ₆	Mão-de-obra familiar de ago/nov	232		172	232
	Força de trabalho de terceiros (2)		<u>542</u>		<u>129</u>
b ₇	Mão-de-obra não-familiar de dez/mar	235			129
b ₈	Mão-de-obra não-familiar de abr/jul	235			
b ₉	Mão-de-obra não-familiar de ago/nov	235			
Total de Mão-de-Obra Utilizada (1 + 2)			1.236	555	816

(*) Vide QUADRO 10.

Já o plano P₃₂, além de utilizar toda mão-de-obra disponível da família, ainda contrata mão-de-obra de terceiros durante o período de preparo do solo e plantio das lavouras, que coincide com o início das chuvas (dez/mar). Comparando-se esse resultado com o obtido do levantamento dos questionários, denota-se uma redução no emprego de mão-de-obra não-familiar até este ponto, compatível com o aumento de renda da fazenda média.

O resultado do plano P₃₂ permite a formulação das seguintes hipóteses: em primeiro lugar, a ampliação do uso da força de trabalho poderia vir de uma redução no preço do fator adotado no modelo, o que levaria a uma ampliação das atividades agrícolas, sem prejuízo para a renda do estabelecimento; em segundo lugar, a emigração nesta zona é muito acentuada, e, portanto, o plano está bastante compatível com a situação prevalecente na área.

Relativamente à maior unidade produtiva, os planos P_{13} e P_{43} , apresentam as necessidades de mão-de-obra, conforme mostra o QUADRO 39. Essas estratégias, além de ocuparem toda força de trabalho da família, ainda empregam mão-de-obra de terceiros.

QUADRO 39 - São Miguel-RN. Grande Estabelecimento Agrícola Típico. Uso do Fator Mão-de-Obra.

Código	Recursos	Disponibilidade (d/h)	Utilização da Mão-de-Obra (d/h)		
			Situação Atual (*)	P_{13}	P_{43}
	Força de trabalho própria (1)		500	500	500
P_4	Mão-de-obra familiar de dez/mar	200		200	200
P_5	Mão-de-obra familiar de abr/jul	100		100	100
P_6	Mão-de-obra familiar de ago/nov	200		200	200
	Força de trabalho de terceiros (2)		1.609	42	331
P_7	Mão-de-obra não-familiar de dez/mar	662		42	74
P_8	Mão-de-obra não-familiar de abr/jul	715			257
P_9	Mão-de-obra não-familiar de ago/nov	715			
Total de Mão-de-Obra Utilizada (1 + 2)			2.109	542	831

(*) Vide QUADRO 10.

O plano P_{43} contrata mão-de-obra no período dos tratos culturais e colheita das lavouras, enquanto o P_{13} só faz uso dessa força de trabalho no período de tratos culturais do algodão arbóreo.

O plano P_{13} é o ótimo para a grande propriedade no estado da natureza muito seco, enquanto o P_{43} o é no estado chuvoso. Em situações anormais de natureza, com essas, é de se esperar que haja uma redução no nível de emprego do fator mão-de-obra (segundo mostram os referidos planos), comparativamente a uma situação normal verificada no ano de aplicação dos questionários. Entretanto, os planos P_{13} e P_{43} são os sugeridos como os melhores para aumentarem a renda do grande agricultor.

Fazendo uma síntese dos resultados até agora obtidos, conclui-se que os planos indicados para as propriedades típicas, de modo geral, levam a uma redução da mão-de-obra atualmente utilizada na exploração agropecuária, sobretudo daquela contratada.

Do ponto de vista do agricultor que estaria supostamente interessado em melhorar sua renda, pouca importância ele atribuiria aos efeitos da redução ao nível da mão-de-obra contratada. Contudo, do ponto de vista do governo, esse resultado implicaria na necessidade de realocar o excedente dessa força de trabalho para outras áreas onde ela pudesse ser aproveitada. É bom salientar, entretanto, que o município de São Miguel-RN está numa zona onde se vem registrando um decréscimo da população rural, dessa forma, esses resultados não deixaram maiores preocupações.

4.2.3.3. - Capital

É interessante observar, antes de mais nada, que o capital dentro do modelo não se constituiu um fator limitativo a nenhum dos planos definidos para as fazendas e a utilização de capital advindo de empréstimo (compra) esteve sempre muito aquém da capacidade de endividamento dessas unidades de produção.

Na pequena propriedade, só o plano P₂₁ utilizou capital, tanto para custeio como para investimento, (fundação de culturas perenes e semi-perenes) mesmo assim em quantidade bastante reduzida (QUADRO 40). A falta de acesso do pequeno agricultor aos empréstimos subsidiados pelo governo (taxas de juros mais baixas) não deixa de refletir-se sobre o uso deste fator. No planejamento de estratégias da pequena propriedade, manteve-se os níveis de juros sobre o capital iguais aos cobrados pelos agentes financeiros não oficiais atuantes na área.

QUADRO 40 - São Miguel-RN. Pequeno Estabelecimento Agrícola. Uso do Fator Capital.

Código	Recursos	Disponibilidade (Cr\$)	Compra e Utilização de Capital (Cr\$)	
			P ₁₁	P ₁₂
b ₁₃	Capital de giro	0,00		(+) 117,90
b ₁₄	Capital de investimento	0,00		(+) 92,05
b ₁₅	Capacidade de empréstimo	13.039,00		(-) 209,95 *
b ₁₆	Limite especial de capital de giro	9.739,00		(117,90)*
b ₁₇	Capital investido em bovinos	1.500,00		
b ₁₈	Capital investido em suínos	1.800,00		

(*) O asterisco em b₁₅ refere-se ao total de capital tomado por empréstimo (-) e que se destina a giro (+) e investimento (+). Outrossim, o asterisco em b₁₆ diz apenas que o capital para giro foi comprado através da atividade X₄₉ (compra de capital de giro 1), conforme especifica a ligação na matriz entre essa restrição e aquela atividade de compra (QUADRO 24).

Guardando as devidas proporções, o uso de capital pelos planos de média propriedade, P₁₂ e P₃₂, se comporta de forma semelhante aos da pequena, ou seja, a aquisição desse fator representa uma diminuta fração da capacidade de endividamento dessa unidade produtiva (QUADRO 41). No plano P₁₂, todo o estoque de capital investido em gado suíno foi utilizado nessa atividade. Na compra de capital foram adotadas as taxas de juros não subsidiadas que são cobradas pelos agentes financeiros do município.

Em geral, esses empréstimos são concedidos aos agricultores pelos principais compradores de algodão do município e da região.

Por outro lado, na grande fazenda pressupõe-se que esse agricultor obterá empréstimos através dos bancos oficiais, onde o capital é bem mais barato, sendo inclusive emprestado a taxas de juros reais negativas.

QUADRO 41 - São Miguel-RN. Médio Estabelecimento Agrícola Típico. Uso do Fator Capital.

Código	Recursos	Disponibilidade (Cr\$)	Compra e Utilização de Capital (Cr\$)	
			P ₁₂	P ₃₂
b ₁₃	Capital de giro	0,00 (+)	930,00 (+)	2.878,58
b ₁₄	Capital de investimento	0,00 (+)	345,00 (+)	1.805,45
b ₁₅	Capacidade de empréstimo	61.029,00 (-)	1.275,00 * (-)	4.684,03
b ₁₆	Limite especial de capital de giro	39.788,00	(930,00)*	(2.878,58)
b ₁₇	Capital investido em bovinos	3.960,00		
b ₁₈	Capital investido em suínos	3.600,00	3.600,00	

(*) Vide rodapé do QUADRO 40.

Em termos relativos, houve um considerável aumento no uso desse fator, como mostra o plano P₄₃ definido para o grande imóvel rural, muito embara o plano P₁₃ empregue capital a níveis ainda muito baixos (QUADRO 42). No plano P₁₃, todo capital investido em gado suíno foi utilizado para essa mesma atividade.

Resumindo, em nenhum dos planos ocorrem transferências de capital em gado suíno e bovino para aumentar o limite especial de capital de giro, isso porque não foram esgotadas as disponibilidades existentes nessa última restrição do modelo.

Outrossim, o modelo permite concluir que para as atividades selecionadas pelos planos ou estratégias do agricultor, a utilização de capital, mesmo quando é permitido acesso ao crédito subsidiado, está muito aquém do que se poderia desejar. As condições climáticas têm contribuído muito para esse comportamento.

QUADRO 42 - São Miguel-RN. Grande Estabelecimento Agrícola Típico. Uso do Fator Capital.

Código	Recursos	Disponibilidade (Cr\$)	Compra e Utilização de Capital (Cr\$)	
			P ₁₃	P ₄₃
b ₁₃	Capital de giro	0,00 (+)	2.744,00	(+) 7.097,00
b ₁₄	Capital de investimento	0,00 (+)	253,00	(+) 36.890,83
b ₁₅	Capacidade de empréstimo	135.774,00 (-)	2.997,00 *	(-) 43.987,83
b ₁₆	Limite especial de capital de giro	47.945,00	(2.744,00)*	(7.097,00)
b ₁₇	Capital investido em bovinos	11.820,00		
b ₁₈	Capital investido em suínos	7.200,00	7.200,00	

(*) Vide rodapé do QUADRO 40.

É bom, entretanto, esclarecer que o capital de custeio para manutenção da família do agricultor durante o ano agrícola não é previsto pelo modelo, malgrado seja essa a principal razão dos empréstimos feitos a terceiros, sobretudo pelos agricultores da pequena e média propriedades. Admitiu-se que as necessidades de subsistência do agricultor e de sua família seriam atendidas ano a ano pela renda gerada do plano adotado, sem necessidade de parte desta renda ser tomada na forma de adiantamento por empréstimo a terceiros, durante a entressafra. Contudo, o sistema predominante na área é o produtor vender antecipadamente sua produção ao intermediário comprador, venda essa caracterizada pelos empréstimos recebidos para plantio e auto-consumo.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Neste capítulo, relaciona-se as principais conclusões e sugestões, tendo-se em vista os propósitos definidos para o presente trabalho.

5.1. - Quanto ao Objetivo de Montagem do Modelo do Jogo

A consecução dos dois primeiros objetivos-específicos (desenvolvidos no CAPÍTULO III e APÊNDICES DE A a D), ou seja, (a) o de determinar, pela PL, planos ótimos sob diferentes estados da natureza para estabelecimentos típicos de São Miguel-RN, admitindo a possibilidade de introdução de novas atividades produtivas nesses estabelecimentos, é (b) o de verificar as mudanças ocorridas na renda líquida de cada plano ótimo quando exposto aos demais estados da natureza, possibilitou a montagem de matrizes de pagamentos preconizadas pelo modelo do jogo, sobre os quais alguns dos critérios de decisão da teoria dos jogos puderam ser aplicados, objetivando selecionar estratégias para o agricultor.

A matriz do jogo expressa as relações entre as estratégias (planos) do agricultor e os da natureza (seus estados).

Contudo, é bom salientar que as estratégias (estados) da natureza tentaram retratar de forma objetiva as principais ocorrências climáticas com as quais se depara o agricultor de São Miguel-RN. Com relação à agricultura, os estados da natureza refletem-se na variabilidade dos retornos líquidos das atividades produtivas, em consequência de modificações nos seus rendimentos físicos.

Entretanto, tratar as ocorrências climáticas de forma objetiva não deixa de ser uma pressuposição bastante forte, quando é sabido que não ocorrem na natureza anos climáticos que sejam idênticos. Além disso, em anos menos favoráveis verifica-se, em geral, uma elevação nos preços dos produtos agrícola em consequência da retração da oferta, compensando, em parte, as perdas de renda que o produtor teria devido à queda na produção e produtividade das lavouras.

O ideal seria que fosse definido um maior número possível de estados da natureza e que, além do efeito sobre o rendimento, fosse também associado às mudanças de preço dos produtos para cada um dos estados, de modo a permitir maior aderência do referido modelo às condições prevalentes na área, e sobre as quais se fundamentam as decisões do agricultor em relação às explorações a adotar.

Um outro aspecto é a precária relação percentual, estabelecida nesse estudo, entre rendimentos das explorações versus estados da natureza, essas informações poderiam ser melhoradas através de pesquisas específicas a serem sugeridas aos cientistas físicos.

5.2. - Quanto ao Objetivo de Selecionar os Critérios de Decisão

O terceiro objetivo específico (c) do trabalho, é o de utilizar alguns dos critérios de decisão da teoria dos jogos para identificar, entre os planos, qual ou quais os que deverão ser adotados pelo agricultor da fazenda típica, tendo-se em vista as rendas geradas pelos planos nos diferentes estados da natureza. Tal objetivo foi atingido mediante, primeiro, a montagem da matriz do jogo agricultor versus natureza, já identificada no tópico anterior. Segundo, através do conhecimento, seleção e aplicação de alguns dos critérios de decisão à referida matriz.

Nove foram os critérios de decisão analisados, sendo que os quatro primeiros, Maximin, Minimum Regret, Excess Benefit e Laplace podem ser aplicados à matriz do jogo sem que se tenha conhecimento da distribuição de probabilidade da ocorrência dos estados da natureza, já que esses critérios fazem pressuposições implícitas a respeito dessa distribuição. Os cinco últimos critérios, quais sejam, o de Otimismo-Pessimismo, Bayes, E-V, da Probabilidade Subjetiva de Savage, e o da Probabilidade a Posteriori, só são aplicados quando a distribuição de probabilidade objetiva ou subjetiva das ocorrências climáticas é conhecida.

Aos dados das matrizes de pagamentos obtidas para as fazendas típicas, foram aplicados os critérios de Maximin, Excess Benefit e E-V, com vistas a definir as estratégias do agricultor. A seleção e aplicação desses três critérios está detalhadamente justificada no CAPÍTULO III, enquanto os planos indicados para as fazendas estão relacionadas no CAPÍTULO IV.

5.3. - Quanto ao Objetivo de Analisar os Planos Seleccionados

O quarto objetivo específico (d) dessa pesquisa, ou seja, o de verificar as mudanças na organização do processo produtivo atual em decorrência da adoção dos planos seleccionados, foi atendido no CAPÍTULO IV; contudo, far-se-á aqui uma complementação à análise anterior.

Para uma melhor compreensão, esse tópico é desenvolvido em duas partes. A primeira trata de uma discussão dos planos indicados comparativamente à situação atual, e a segunda refere-se à utilização dos fatores produtivos pelos planos citados.

5.3.1. - A Consistência dos Planos Seleccionados

Como é sabido, foram utilizados os critérios de Wald (Maximin), Excess Benefit e E-V, para proceder à seleção dentre os planos ótimos dados pela programação linear, sob diferentes estados da natureza, daqueles mais indicados para as fazendas típicas.

Mesmo tendo-se conhecimento que os planos escolhidos oferecem de modo geral maiores retornos ao produtor, é sempre bom verificar a aderência dos mesmos à realidade da área.

Na pequena fazenda, em vista dos comentários feitos anteriormente, seria mais realista o agricultor seleccionar o plano P_{21} em vez do P_{11} (somente venda de mão-de-obra) embora dois dos critérios de decisão aplicados (Maximin e E-V) tenham indicado este último como o melhor. A experiência empírica mostra que o pequeno produtor de São Miguel-RN não deixa de plantar sua roça de milho e feijão. Depreende-se dos resultados do

plano P_{21} que o alcance de melhor renda poderia ser obtido pela concentração de menor número de atividades na pequena unidade produtiva, desde que haja possibilidade de venda de mão-de-obra da família do agricultor, quer dentro do setor ou fora deste.

Na fazenda média, a aplicação dos critérios Maximin e E-V indicam o plano P_{12} como o melhor, enquanto o critério Excess Benefit dá o plano P_{32} como o mais indicado. Em vista das confirmações, as atividades produtivas desses planos com as verificadas nesse imóvel rural, feitos no capítulo anterior, concluiu-se que o plano P_{32} (inclui atividades de subsistência), sem dúvida, é o que mais se identifica com a realidade da área. Tudo leva a crer que tanto o pequeno como o médio produtor sempre estão dispostos a manter alguma área com culturas de subsistência, sobretudo as de milho e feijão, provavelmente devido à relevância das mesmas na dieta alimentar de seus familiares.

Na fazenda grande, como foi visto, nenhum dos dois planos selecionados, P_{13} e P_{43} , chega a equiparar-se às explorações verificadas nesse imóvel rural. O plano P_{13} tem como principais atividades o algodão arbóreo e o gado suíno, enquanto do plano P_{43} participam as culturas de café, cana-de-açúcar e arroz, utilizando todas as terras a elas destinadas.

Outrossim, a exclusão da pecuária bovina de todos os planos indicados deve-se aos menores retornos que essa atividade apresentou em relação à atividade agrícola; entretanto, a complementaridade dessas duas atividades econômicas não foi possível de ser identificada pelo modelo, o que, sem dúvida, viria colocar a pecuária bovina em situação bem mais favorável, relativamente à verificada nos planos selecionados.

De modo geral, os planos definidos como estratégias do agricultor atendem o objetivo de aumentar a renda líquida da fazenda típica, ao mesmo tempo que propõem significativas mudanças nas condições de exploração atual.

Argumenta-se, então, sobre a viabilidade dessas mudanças. Pode ser que o agricultor, para melhorar os rendimentos, tenha, de fato, que mudar substancialmente a forma atual de exploração de sua propriedade. Isto é até certo ponto justificável, em vista da tecnologia atualmente disponível e da falta de uma melhor administração do imóvel rural, como resultado, em parte, de sua própria qualificação e também devido à dificuldade de acesso do agricultor a novas tecnologias, a melhores informações de mercado, à assistência técnica, entre outros fatores. Por outro lado, é possível pensar na inadequação dos planos sugeridos.

Algumas causas atuando de forma conjunta ou separadamente podem ser apontadas como a favor deste argumento. Em primeiro lugar, está a confiabilidade dos dados empregados, muitos deles, em vista de serem sintéticos, seriam responsáveis por essas distorções. Em segundo lugar, o agricultor utiliza-se de suas probabilidades subjetivas sobre os eventos que afetam a produção para tomar decisões com relação aos planos agrícolas a adotar; em consequência disso, seus resultados podem divergir bastante dos obtidos de estimativa com base em probabilidades objetivas obtidas de dados oficiais. Em terceiro lugar, é possível que o verdadeiro plano da fazenda inclua várias atividades de pequena monta que não foram consideradas no modelo. Uma outra hipótese é que os critérios de decisão adotados não seriam adequados, portanto, seria necessário testar outros critérios, ou mesmo outros modelos, muito embora a teoria dos jogos seja apontada por DILLON (17) como uma metodologia aceitável para solucionar tipos de problemas como esse que deu origem ao estudo.

Finalmente, seria interessante repetir a experiência utilizando-se de um maior número de estratégias para ambos os jogadores, o agricultor e a natureza.

5.3.2. - A Utilização dos Recursos

Trata-se de uma análise sobre os níveis de utilização dos fatores produtivos, terra, mão-de-obra e capital pelos planos selecionados.

(a) Terra

Esse fator só apresenta uma utilização mais intensiva na pequena propriedade, quer com relação à situação atual, quer com relação aos planos projetados, à exceção do P₁₁. Poder-se-ia daí concluir que, para aumentar a produtividade da terra, bastaria reduzir as áreas físicas das fazendas, entretanto, esse raciocínio parece não ser satisfatório quando se considera que a pequena fazenda, em relação à média e à grande, possui em termos relativos maior quantidade de terras férteis.

A reduzida disponibilidade de terras de maior fertilidade nas fazendas da área tem sido sempre observada como um fator restritivo à expansão da atividade agrícola. Entretanto, com relação aos planos sugeridos para os estabelecimentos, essa limitação é verificada apenas na pequena propriedade, já que na média e na grande essas terras não chegam a ser totalmente utilizadas.

(b) Mão-de-Obra

Os planos selecionados para as fazendas, utilizam regra geral toda mão-de-obra familiar disponível. As necessidades dos planos da média e grande propriedades com relação à mão-de-obra poderão tanto serem atendidas pela força de trabalho liberada da pequena propriedade, como através da contratação de trabalhadores sem terras.

Na média e grande fazendas, caso sejam adotados os planos propostos, haverá uma redução na quantidade de mão-de-obra anualmente contratada. Contudo, em vista dessa micro-região encontrar-se em processo de perda da população rural (11), não deixam maiores preocupações os resultados obtidos, mesmo porque a redução dos níveis de mão-de-obra contratada é perfeitamente compatível com o aumento de renda do médio e grande agricultor.

Por outro lado, para o pequeno agricultor, cujos planos indicados prevêem a venda de toda ou de uma boa parte da mão-de-obra familiar disponível, uma retração no mercado de trabalho poderia provocar uma significativa redução nas rendas desses planos. Contudo, eles seriam ainda viáveis se suas rendas continuassem sendo iguais ou superiores à obtida da exploração existente.

Outrossim, uma variação para menos no preço desse fator poderia levar os agricultores donos de terras a manterem os mesmos níveis ou então aumentarem a quantidade de mão-de-obra contratada, conforme fossem as modificações que inevitavelmente ocorreriam nos planos ótimos definidos sob os estados da natureza.

(c) Capital

Embora o montante de capital para empréstimo, constante na restrição do modelo, não se tenha constituído em fator limitante no sentido de ter sido totalmente utilizado por nenhum dos planos definidos para as propriedades, o uso (compra) deste fator em relação à área cultivada foi, contudo, mais intenso na grande propriedade, comparativamente à média e à pequena.

Para essas duas últimas unidades produtivas, não se previu a possibilidade de acesso ao crédito oficial, quando da obtenção dos planos ótimos sob os diferentes estados da natureza. É de se esperar, entretanto, que o capital subsidiado pelo governo a taxas de juros reais negativas possa vir a aumentar a renda dos pequenos e médios agricultores, e, ao mesmo tempo, sirva para ampliar os níveis de utilização em suas fazendas dos fatores terra e mão-de-obra, em consequência de possíveis, aumentos nas áreas cultivadas. É provável, contudo, que essas novas rendas sejam bem mais suscetíveis de variações, em face da adversidade do meio. Esse fato, somado à dificuldade burocrática de acessibilidade aos empréstimos oficiais junto aos bancos autorizados, e mesmo de deslocamento, podem até certo ponto explicar o retraimento, sobretudo dos pequenos e médios agricultores, em obter tais empréstimos.

Um outro aspecto a ser considerado é o baixo nível de compra de capital pelos planos indicados; para isto, deve ter contribuído a falta de previsão no modelo de atividades de compra de capital destinado à manutenção da família do agricultor durante a entressafra, desde que foi previsto que essa manutenção feita com capital próprio.

5.4. - Quanto ao Objetivo de Oferecer Orientação Técnica

O quinto objetivo específico (c) dessa pesquisa, é o de apresentar sugestões visando melhorar a eficiência dos programas de Assistência Técnica aos agricultores da Região. Este objetivo foi razoavelmente atendido no CAPÍTULO IV.

Sintetizando as recomendações sugeridas por tipo de estabelecimento agrícola tem-se que, para a pequena fazenda típica, o plano que apresentou maior consistência relativamente à situação atual foi o P₂₁. O aumento da renda do agricultor quando da adoção de tal plano, vem basicamente da possibilidade de ele vender seu excedente de força de trabalho familiar. Em termos das atividades agrícolas, comparativamente às existentes, sugere-se uma mudança no consórcio de alg. arbóreo + milho + feijão para algodão arbóreo isolado em terras de média fertilidade, como também a introdução do consórcio de milho + feijão nas terras mais férteis.

Na média propriedade, o plano selecionado P₃₂ é o que apresenta em princípio, maior possibilidade de implantação, em virtude de manter atividades de subsistência. Comparativamente às atividades existentes, o plano P₃₂ sugere mudança do consórcio de alg. arbóreo + feijão + milho para o de milho + feijão, ampliação da área de algodão arbóreo (cultura pura), além da introdução das culturas de arroz de sequeiro na forma de cultivo tradicional e da cana-de-açúcar com nova técnica de cultivo (APÊNDICE B), ambas nas terras mais férteis (várzeas). A viabilidade de implementação dessas culturas depende da existência de solos propícios e da possibilidade de que o diferencial de produção seja absorvido pelo mercado local, embora se admita não existirem restrições nesse sentido.

Na grande fazenda típica, os planos selecionados, P₁₃ e P₄₃, sugerem significativas mudanças comparativamente à situação atual. Em termos médios, o plano P₄₃ oferecerá sempre ao grande agricultor maiores retornos. Esse plano P₄₃, sugere a introdução do café com tecnologia nova (APÊNDICE B) e simultaneamente uma redução na área do algodão arbóreo, além de promover uma ampliação dos cultivos de arroz de sequeiro e cana-de-açúcar, sendo que para a cana-de-açúcar será adotada nova técnica de cultivo.

Entretanto com vistas a confirmar os resultados obtidos, reco
menda-se a realização de novas pesquisas sobre alternativas tecnológicas
para a área estudada, mediante a aplicação deste modelo de jogo, observan
do-se a inclusão dos seguintes pontos:

- . Incorporar ao modelo básico um maior número de atividades produtivas, possibilitando, assim, um aumento significativo das atividades alternativas na composição dos planos ótimos, sob os diferentes estados da natureza. As novas atividades produtivas seriam compostas a partir da: inclusão de outras culturas, tais como mandioca, sorgo, amendoim e/ou fumo; in
clusão de novas variedades referentes às culturas tradicionais, mais especificamente de milho e feijão; adubação quími
ca para um maior número de culturas, uma vez que, até agora, essa adubação foi testada apenas para o café; novas técnicas de manejo referentes ao gado bovino e suíno.
- . Incorporar ao modelo básico um maior número de atividades de transferência com a finalidade de permitir maior flexibili
dade ao modelo, de modo a facilitar a realocação de fatores, sobretudo da terra entre as atividades de produção.
- . Calcular as variações relativas aos preços dos produtos em consequência das diferentes ocorrências climáticas, e incor
porar essas variações no cálculo dos retornos líquidos das atividades produtivas.
- . Melhorar, com a ajuda de especialistas em assuntos de clima
tologia agrícola e fitotecnia, as relações entre rendimento das lavouras versus precipitações pluviométricas.
- . Determinar as oscilações no preço do fator mão-de-obra para diferentes estados da natureza, e adotar esses novos preços na composição do modelo.
- . Adotar um maior número possível de estratégias para o agri
cultor e a natureza.

- . Utilizar outros critérios de decisão da teoria dos jogos na seleção dos planos da fazenda, como aqueles que empregam probabilidades subjetivas a priori e a posteriori. Neste caso, há necessidade de determinar essas probabilidades junto aos agricultores da área em apreço.

5.5. - Quanto ao Objetivo de Avaliar a Metodologia Empregada

O sexto objetivo específico (f) da pesquisa é o de informar aos responsáveis pela definição e execução de políticas agrícolas acerca da aplicabilidade da teoria dos jogos como instrumental de apoio para tomada de decisões na agricultura, tendo o mesmo sido tratado ao longo do CAPÍTULO III.

Contudo, far-se-á aqui uma complementação à abordagem anterior. Uma das principais conclusões, é que o modelo de programação pela teoria dos jogos proposto por Trados & Casler (55), passa avaliar novas tecnologias ao nível do estabelecimento agrícola como um todo sob condições de risco é sobretudo indicado quando os dados disponíveis são de corte transversal no tempo (dados de cross-section).

Por outro lado, tratou-se nesse trabalho apenas de um dos diversos casos de jogos do agricultor contra a natureza, ou seja, o de auxiliar na definição das melhores estratégias a adotar, face a diferentes ocorências climáticas, afetando o rendimento físico das lavouras, com efeitos diretos sobre os retornos líquidos dessas explorações.

Poder-se-ia ter, contudo, estratégias (planos ótimos) definidas por esse modelo de programação de jogo para diferentes situações de crédito (taxas de juros), preços dos produtos, e mesmo preços dos fatores. Esses planos dariam origem a matrizes de pagamentos sobre as quais seria possível aplicar os critérios de decisão dessa teoria, com o propósito de indicar as melhores estratégias. Além disso, os critérios de decisão da teoria dos jogos podem auxiliar o agricultor na tomada de decisão, com vistas a solucionar problemas simples de jogos com as quais ele a toda hora

está se deparando. Como exemplo, o agricultor tem que tomar a decisão de pulverizar ou não sua lavoura, dada a possibilidade da ocorrência de pragas. Neste caso, duas serão as estratégias da natureza, a praga ataca ou não ataca a lavoura, e duas serão as estratégias do agricultor, pulverizar ou não pulverizar com antecedência a plantação. As interações entre essas estratégias permitem a construção de uma matriz de jogo ou de pagamentos onde as alternativas de ação mais indicadas para o agricultor poderiam vir a ser definidas mediante a aplicação de critérios de decisão da teoria dos jogos.

É bom lembrar que, no começo deste trabalho, foi tratado o caso de jogo do agricultor com o mercado de fatores. Sua escolha entre plantar milho ou feijão estava na dependência da disponibilidade de fertilizante no mercado. Dado a certeza de se encontrar o fertilizante, o milho seria mais rentável que o feijão, acontecendo o inverso, no caso de não se encontrar o fertilizante.

Admitiu-se uma situação de risco, onde o agricultor foi informado de haver sempre 50% de probabilidade de ele encontrar o fertilizante no mercado; foi, então, mostrado como a aplicação do critério da teoria dos jogos de Bayes, poderia ajudar a definir uma estratégia de ação a ser seguida.

O conhecimento desses critérios, como se pode concluir, permite tratar, ao nível da propriedade rural, uma gama de situações de conflito possíveis de serem colocadas na forma de jogo, onde a aplicação dos mesmos auxilia na escolha das melhores alternativas a serem sugeridas ao agricultor.

Contudo, duas importantes restrições são feitas a essa teoria. A primeira é que nem todas as situações de conflito na administração da fazenda podem ser enquadradas na categoria de jogo, e analisadas através de uma matriz de pagamentos. A segunda é que as regras de comportamento predefinidas por seus critérios nem sempre traduz o real comportamento do agricultor.

CAPÍTULO VI

RESUMO

Na Região Semi-árida do Nordeste brasileiro, os agricultores, de modo geral, auferem baixas rendas com suas explorações agropecuárias ao nível da tecnologia disponível e utilizada. Além disso, essas rendas estão sujeitas a sofrerem significativas reduções, em consequência, sobre tudo, do risco climático, caracterizado pela falta ou excesso de chuvas durante o ciclo de produção das lavouras.

Essa situação de renda-risco se repete para os agricultores do Município de São Miguel, localizado na zona Serrana do Estado do Rio Grande do Norte. Na micro-região serrana norte riograndense, as condições edafoclimáticas são mais amenas relativamente às predominantes no Nordeste semi-árido no qual ela se situa. Contudo, mesmo nas principais serras dessa micro-região, a exemplo da de São Miguel, as atividades agropecuárias ficam sensivelmente prejudicadas quando ocorrem anos de estiagem prolongada, evidentemente que em menores proporções aos efeitos da seca em outras micro-regiões do próprio Estado, tais como o Seridó e o Sertão de Angicas.

O equacionamento do problema da baixa renda do agricultor de São Miguel-RN, e o risco climático a ela associado suscitou a seguinte questão: como aumentar a renda desse agricultor considerando a adversidade do clima e a real situação do estabelecimento agrícola? A opção tecnológica entendida dentro do contexto do estabelecimento agrícola tem-se mostrado um instrumento de política eficiente para aumentar a renda do agricultor, desde que essas tecnologias sejam testadas através do manuseio de instrumental analítico adequado.

Em vista dos fatos expostos, essa pesquisa objetivou determinar alternativas tecnológicas (planos de produção) capazes de aumentar a renda líquida de estabelecimentos agrícolas do Município de São Miguel-RN, sob condições de risco climático, através da abordagem metodológica da teoria dos jogos.

A escolha da programação pela teoria dos jogos, proposta por Trados & Casler (55), deveu-se ao fato dessa metodologia apresentar as seguintes vantagens: permitir, através do emprego da PL obter tecnologias novas (planos) considerando o estabelecimento como um todo; possibilitar a quantificação do risco associado a cada nova tecnologia; poder ser aplicada mesmo quando só se dispõe de dados de corte transversal no tempo (dados de cross-section); e, finalmente, permitir a indicação das melhores estratégias a serem adotadas pelo agricultor mediante o emprego de critérios de decisão da teoria dos jogos tais como Maximin, Minimim Regret, Excess Benefit, Laplace, Otimismo-Pessimismo, Bayes, entre outras, tendo em vista as funções de utilidade implícitas em cada critério.

Por outro lado, os dados básicos utilizados nesse estudo foram originados de 27 questionários aplicados em São Miguel-RN, pela Pesquisa do Tamanho Típico da Unidade de Produção Agrícola do Nordeste, realizada em 1973 pela SUDENE/BIRD (53). Além dessas informações, utilizam-se dados de mais 30 questionários do levantamento agro-econômico realizado em 1976, pela CEPA/RN, destinado a obter elementos necessários à elaboração do Projeto de Desenvolvimento Rural Integrado da Serra de Martins (inclui a Serra de São Miguel). Fez-se uso, ainda, de resultados de pesquisas realizadas por diversos órgãos (EMBRAPA, ANDA, EMATER, etc.) atuantes na área.

Também, foram definidas para São Miguel-RN, onde 88% dos estabelecimentos agrícolas tem menos de 100 hectares, três fazendas típicas: a pequena, a média e a grande, para representarem as propriedades incluídas nos extratos de 0 — 10, 10 — 50, e 50 — 100 hectares, respectivamente.

Essas fazendas típicas foram caracterizadas com relação a tamanho, uso atual, agricultura, pecuária, fertilidade dos solos, ocupação da mão-de-obra, valor das benfeitorias e renda líquida.

Para cada fazenda típica, foi montada uma matriz básica de programação linear (PL), onde as atividades produtivas foram definidas, observando-se: a possibilidade de introdução de novas culturas e novos consórcios, afora os existentes no estabelecimento; a adaptabilidade dos cultivos e criações aos diferentes tipos de terras da fazenda; e a possibilidade de substituição da técnica de cultivo atual por uma nova tecnologia.

A partir do modelo básico da PL, obteve-se cinco planos ótimos correspondentes aos estados da natureza: muito seco, seco, normal, chuvoso, e muito chuvoso, já que, em cada uma dessas situações climáticas, os retornos líquidos das atividades produtivas da função-objetivo do modelo de PL mudaram de valores. Em seguida, cada plano ótimo para um estado da natureza foi avaliado em termos de renda líquida para os demais estados.

Passou-se, então, à montagem da matriz de pagamentos do agricultor versus a natureza, preconizada pelo modelo de programação da teoria dos jogos, sobre a qual os três critérios de decisão, Maximin, Excess Benefit e E-V, entre nove analisados, puderam ser aplicados com vistas a selecionar os melhores planos do estabelecimento típico. Esse procedimento se repetiu para cada um dos três estabelecimentos típicos definidos.

Os planos selecionados a partir do modelo e critérios de decisão da teoria dos jogos foram comparados em termos dos parâmetros renda líquida, atividades produtivas e recursos utilizados com os encontrados, inicialmente, pela tabulação dos questionários, para verificar a consistência desses planos ou estratégias de agricultar relativamente à situação atual.

No pequeno estabelecimento, o plano definido pelo modelo do jogo para os estados da natureza seco e normal ($P_{24} = P_{31}$) e selecionado pelo critério de Excess Benefit, é que teria, em princípio, maior possibilidade de implementação em virtude de manter atividades de subsistência (consórcio de milho + feijão).

Tal plano permitiria dobrar a renda atual do pequeno agricultor como resultado principalmente da venda do excedente de força de trabalho familiar, já que não houve grandes mudanças nas atividades agrícolas. A aplicação direta desse resultado é a existência de mercado potencial na zona serrana para absorver essa mão-de-obra familiar, aos níveis dos salários correntes adotados no modelo.

No estabelecimento típico médio, o plano definido para o estado da natureza normal (P_{32}) no modelo do jogo, e selecionado pelo critério de Excess Benefit como o melhor, é, sem dúvida, o que apresenta maior possibilidade de implementação, em vista de manter atividades de subsistência (consórcio de milho + feijão).

Esse plano permitiria ao agricultor da média propriedade duplicar sua renda relativamente à atual, como resultado, basicamente, da introdução, nas terras de várzeas, das lavouras de cana-de-açúcar e arroz de sequeiro. Embora essas lavouras entrem na pauta da produção agrícola do município, a expansão das mesmas estaria na dependência de existirem nas fazendas médias solos adequados, já que parece não haver restrição quanto à comercialização desses produtos.

Para o grande estabelecimento típico, os planos definidos pelo modelo do jogo e selecionados pelos critérios de decisão, apresentam uma composição de atividade bem diferente da exploração atual. O plano (P_{43}), definido para o estado da natureza chuvoso, e selecionado pelo critério de Excess Benefit, apresenta, em termos médios, renda superior à proveniente da exploração atual, e sugere uma ampliação dos cultivos de arroz e cana-de-açúcar, além da introdução do café em substituição ao algodão arbóreo. A expansão da lavoura cafeeira está limitada no município pela disponibilidade de áreas adequadas ao seu cultivo, já que atualmente não existe restrição de mercado.

Finalmente, conclui-se quanto à necessidade de realização de novas pesquisas tecnológicas na área, através do emprego da referida metodologia, quando os modelos básicos de programação deverão conter um maior número de atividades produtivas à serem testadas, a exemplo das culturas de amendoim, fumo, mandioca e sorgo, além de novas variedades de milho e feijão inexistentes no município.

BIBLIOGRAFIA CITADA

01. AGRAWAL, R.C. & E.O. HEADY - Operations Research Methods for Agricultural Decisions. Iowa State University. Press. Ames, Iowa. 1972.
02. ARAÚJO, P.C. - Combinação de Explorações Agropecuárias em Propriedades Agrícolas da Região dos Cocais, Estado do Maranhão. U.F.V., Vigosa-MG, 1972. 98 p. (Tese de M.S.).
03. BACHA, E.L. - O Custo de Oportunidade do Capital no Brasil. in: Análise Governamental de Projetos de Investimento no Brasil: Procedimentos e Recomendações. Relatório Pesquisa nº 1. IPEA, Rio de Janeiro -RJ., 1971. 235 p.
04. BALARINI, S.J. - Alocação de Recursos e Combinação de Atividades na Agricultura de Limoeiro, Estado de Pernambuco. Departamento de Economia da Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 1975. 123 p. (Tese de M.S.).
05. BARBOSA, S. - Inovações Tecnológicas Agrícolas e Políticas para Reduzir os seus Riscos. Estudo de Uma Área Semi-árida do Nordeste. O Seridó do Rio Grande do Norte. Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza-CE. (Tese de M.S. em Andamento).
06. BECKER, M.H. - "Discussion: Representative Farms - Guides For Decision Making"? Amer. J. Agric. Econ., 45 (5):1.455-57, 1963.
07. BNB/DERUR - Como Obter Empréstimos Rurais no BNB. Compilação de Aroldo Aguiar Holanda e Jader Araújo Brima, com a colaboração de outros técnicos do DERUR, 2ª Ed. - Fortaleza-CE, 1973. 36 p.
08. BNB/ETENE - Informações Básicas para Elaboração de Orçamentos Agrícolas no Nordeste. Fortaleza-CE, 1969. 149 p.
09. BRASIL - Fundação Getúlio Vargas - Índice Geral de Preços. Conjuntura Econômica, (12) - 1969, (9) - 1972, (5) - 1975, (3) - 1977. Rio de Janeiro-RJ.

10. BRASIL - Fundação IBGE - Anuário Estatístico do Brasil - 1973. Departamento de Divulgação Estatística. Rio de Janeiro-RJ, 1973. 964 p.
11. _____ - Divisão do Brasil em Micro-regiões Homogêneas. Rio de Janeiro-RJ, 1970. 563 p.
12. _____ - Sinópsse Preliminar do Censo Demográfico. VIII Recenseamento Geral, 1970. Rio Grande do Norte. Rio de Janeiro-RJ, 1971. 30 p.
13. CAMARGO, A. P. de - "Balanço Hídrico do Estado de São Paulo". Instituto Agrônomo de Campinas-SP. Boletim nº 116. 3.^a Ed. 1971. 24 p.
14. CEPA/RN - Estudos Básicos para a Formulação de Programas de Desenvolvimento Agropecuário no Estado do Rio Grande do Norte. Vols. I a VI. Natal-RN. Oficinas do Departamento Estadual de Imprensa, 1970.
15. CESAL, L.C. & A.L. BANDEIRA - Uso da Terra na Zona da Mata de Minas Gerais. In: Estudos sobre uma Região Agrícola: Zona da Mata de Minas Gerais. Rio de Janeiro-RJ. IPEA/INPES, Série Mimeo. Nº 9, 1973.
16. CRISTANCHO, C.M. - Maximização de Lucro na Empresa Agrícola pela Programação Linear. Viçosa, UFV. Imprensa Universitária, 1965. 71 p. (Tese de M.S.).
17. DILLON, J.L. - "Avaliação de Tecnologias Agrícolas Alternativas sob Risco". Série Pesquisa nº 05, Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, 1975. 32 p.
18. _____ - "Agricultura, Pesquisa e Probabilidade". Série Pesquisa Nº 13, Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, 1976. 25 p.
19. DILLON, J.L. & T.C. MESQUITA - "Atitudes dos Pequenos Agricultores do Sertão do Ceará Diante do Risco". Série Pesquisa Nº 12 - Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, 1976. 22 p.

20. DNOCS - Perímetro Irrigado de Curu/Paraipaba. Plano de Exploração para o ano de 1976. (Mimeo). 51 p.
21. ELECTROCONSULT DO BRASIL LTDA. - Análise do Setor Agrícola do Rio Grande do Norte. Pesquisa Sobre Rentabilidade do Estabelecimento Agrícola e Aspectos Econômicos do Sistema de Arrendamento e Parceria da Terra. São Paulo, 1973. 220 p.
22. EMBRAPA - "Rio Grande do Norte. Pacotes Tecnológicos para o Algodão Arbóreo". Circular Nº 11. Natal-RN, 1974. 16 p.
23. ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE, IDEC - Anuário Estatístico do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 1974. 740 p.
24. FERGUSON, C.E. - Teoria Microeconômica. Rio de Janeiro, Forense Universitária. pp. 384-392, 1972.
25. GALVÃO, M.V. - "Regiões Biclímáticas do Brasil" in: Revista Brasileira de Geografia 29 (1) : 3-36. IBGE - CNG, Rio de Janeiro - 1967.
26. GOMES, G.C. - Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica da Suinocultura na Zona da Mata de Minas Gerais, Viçosa, UFV., 1974. 318 p. (Tese de M.S.).
27. HALTER, A.N. & G.W. DEAN - Decisions Under Uncertainty: with Research Applications Cincinnati, Ohio, South Western Press. 1971. 261 p.
28. HARGREAVES, G.H. - "Precipitation Dependability And Potentials For Agricultural Production in Northeast Brasil". EMBRAPA/Utah State University, Logan, Utah. 1974. 23 p.
29. HAZELL, P.B.R. - Game Theory - An Extension of its Application to Farm Planning Under Uncertainty, Jour. Agr. Econ. 21 (2) : 239-252, 1970.
30. HEADY, E.O. & WILFRED CANDLER - Linear Programming Methods. Iowa State Univ. Press, Ames, Iowa, 1973.

31. HOLLANDA, A.D. & J.H. SANDERS. Jr. - "Avaliação da Introdução de Nova Tecnologia para Pequenos e Médios Agricultores sob Condições de Risco - O Seridó do Rio Grande do Norte". Série Pesquisa Nº 04, Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará. 1975, 43p.
32. KASPRZYKOWSKI, J.W.A. - "Café: Uma Oportunidade Agrícola no Nordeste". Fortaleza-CE. BNB/ETENE. 1973. 94 p.
33. KAWACUCHI, T. & Y. MARUYMA - "Generalized Constrained Games in Farm Planning". Amer. J. Agric. Econ. 54(4) : 591-602. 1972.
34. LEVIN, R.I. & R.B. DESJARDINS - Theory of Games and Strategies. International Textbook Company, 1970. 131 p.
35. LIPSCHUTZ, S. - Matemática Finita. Coleção Schaum. Ed. McGraw-Hill do Brasil Ltda. Rio de Janeiro-RJ, 1972. 409 p.
36. MEYER, P.L. - Probabilidade Aplicação à Estatística. Livro Técnico S/A. Rio de Janeiro-RJ, 1974. 391 p.
37. MOUTINHO, D.A. - Escolha de Nova Tecnologia sob Condições de Risco: O Caso de Feijão de Corda em Quixadá. Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE., 1976. 116 p. (Tese de M.S.).
38. NAYLOR, T.H. & J.M. VERNON - Microeconomics and Decision models of the firm. Harcourt, Brace & World, Inc. 1969. 481 p.
39. PANAGIDES, S.A. & L.R. FERREIRA - Absorção de Mão-de-obra na Agricultura da Zona da Mata de Minas Gerais. in: Estudos Sobre uma Região Agrícola: Zona da Mata Minas Gerais. Rio de Janeiro-RJ. IPEA/INPES, Série Monográfica Nº 9. 1973.
40. PASTORE, J. - "Decisões em Condições de Incerteza na Agricultura". XII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Economistas Rurais. Porto Alegre, 1974. Mimeo. 27 p.
41. PATRICK, G.F. - Efeitos de Programas Alternativos do Governo Sobre a Agricultura do Nordeste. In: Pesquisa e Planejamento Econômico, 4 (1) : 49-82. Fev. 1974.

42. PRATA, F.C. - Principais Culturas do Nordeste. Vol. I. Imprensa Universitária do Ceará. Fortaleza-CE., 1969, 192 p.
43. REIS, A.C.S. & D.A. LIMA - "Contribuição ao Estudo do Clima de Pernambuco por Antônio Carlos de Souza Reis". Recursos Vegetais de Pernambuco por Dardano de Andrade Lima. Recife CONDEPE. 197 , 51 p. (Cadernos do Conselho de Desenvolvimento de Pernambuco, Agricultura 1)
44. SANDERS Jr., J.H. - Income Fluctuation Farmer's Utility Functions and Research Methodology. (Não publicado, agosto de 1976).
45. SANDERS Jr., J.H. & A.D. HOLIANDA - "Elaboração de Nova Tecnologia para Pequenos Agricultores: Um Estudo de Caso na Zona Semi-Árida do Nordeste Brasileiro". Série Pesquisa Nº 11. Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE., 1976, 30 p.
46. SANDERS Jr., J.H. & W.G. ALMEIDA - "Fontes de Variação na Renda, 1973-1974, de Pequenos Proprietários e Parceiros com Sugestões para Política". Série Pesquisa Nº 14, Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, 1976. Mimeo. 24 p.
47. SARMENTO, O.M. - Do Risco na Agricultura: Um Estudo Sobre as Atividades Agropecuárias dos Municípios Pernambucanos de Mirandiba e Serrita. Departamento de Economia da Universidade Federal de Pernambuco. Recife-PE., 1975. 80 p. (Tese de M.S.).
48. SECT/SIRAC - "Orientações para o Projeto de Desenvolvimento Rural Integrado da Serra de Martins". Recife-PE., 1976, (Mimeo), 117 p.
49. ——— - Relatório Global Fase II. Programa de Desenvolvimento de Áreas Integradas do Nordeste. Recife. 1975. 139 p.
50. SOUZA, F.J.A. - Projeto FAO/MA/ANDA/BNB/ABCAR. Informe Preliminar dos Resultados de 1973 no Rio Grande do Norte. ANCAR, Natal-RN., 1974. 29 p.
51. ——— - Projeto FAO/MA/ANDA/BNB/ABCAR. Informe Preliminar dos Resultados de 1974 no Rio Grande do Norte. ANCAR, Natal-RN., 1975. 34 p.

52. SUDENE et alli - A Economia Agrícola do Nordeste: Diagnóstico Parcial e Perspectivas. Relatório da Fase I da Pesquisa Sobre as Unidades de Produção Agrícola do Nordeste. Recife-PE. 1976. 333 p.
53. ————— - Pesquisa do Tamanho Típico da Unidade de Produção Agrícola do Nordeste. Relatório de Recomposição Histórica. Recife-PE. 1975. (Mimeo). 196 p.
54. SUDENE (Div. de Hidrologia) - Dados Pluviométricos Mensais "In Natura". Vol. II.
55. TRADOS, M.E. & G.E. GASLER - A Game Teoretic Model For Farm Planning Uncertainty. Amer. J. Agric. Econ. 51 (5) : 1.164-67, 1969.
56. WONNACOT R.J. & T.H. WONNACOT - Econometria. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos. 1976. 419 p.

APÊNDICE 'A'

Rendimento das Culturas em Relação à Variações Pluviométricas e à Fertilidade dos Solos no Estabelecimento Agrícola Típico.

Embora o título desse apêndice seja bastante pretensioso, não se objetiva aqui realizar um estudo com profundidade sobre as relações entre rendimento das culturas versus variações pluviométricas versus tipos de fertilidade dos solos para o município de São Miguel, e, em consequência, para o estabelecimento agrícola típico, mesmo porque o propósito da pesquisa está voltado, sobretudo, para aspectos econômicos e não aspectos agroclimáticos ou edafológicos. Entretanto, dada a necessidade desses tipos de informações, tentar-se-á estabelecer alguns parâmetros que permitam com boa margem de segurança proceder inferências sobre os rendimentos médios das culturas selecionadas, quer em relação à variação pluviométrica, quer em relação à fertilidade aparente dos solos, vez que tanto o solo como a água são fatores determinantes da produtividade das culturas de uma região.

1. - Aspectos Agroclimáticos

1.1. - Pluviometria Anual

Esses dados foram obtidos do posto pluviométrico existente em São Miguel-RN, cujas referências estão adiante especificadas:

POSTO PLUVIOMÉTRICO

Nº SUDENE 38-23-40

Nome: São Miguel

Latitude: 06º - 13' S.

Longitude: 38º - 30' O.

Altitude: 605 m

Conforme mostra o QUADRO A.1, o posto de São Miguel apresenta 59 anos efetivamente observados (período 1911 - 1971, menos os anos de 1938 e 1947). A pluviometria média anual no período foi de 828 mm. Examinando-se as séries cronológicas do referido quadro, e analisando-se as variações interanuais, destacam-se os seguintes eventos:

- 1911/20: o período foi bastante instável, ocorrendo duas grandes secas (1915 e 1919) e anos bastante chuvosos (1912, 1914 e 1917).
- 1921/30: essa década pode ser considerada como bastante chuvosa, em cinco dos dez anos choveu mais de 1.000 mm, e o ano mais seco foi o de 1928.
- 1931/40: embora não se disponha dos dados de 1938, as precipitações pluviométricas nesse período estiveram em torno de 600 mm para a maioria dos anos; registrou-se entretanto, seca muito acentuada em 1937, enquanto o ano de 1934 pode ser considerado o mais chuvoso de toda a série.
- 1941/50: essa é a década mais seca da série, em pelo menos seis anos choveu menos de 500 mm. Destacam-se as secas de 1941 e 1942.
- 1951/60: nesse período, as chuvas foram irregulares, tendo ocorrido cinco anos de relativa seca e três anos bastante chuvosos. Vale ressaltar a grande seca de 1951.
- 1961/70: essa é a década de maior precipitação verificada na área, à exceção do ano de 1970, que foi de seca. Em quatro dos dez anos choveu mais de 1.200 mm.

QUADRO A.1. - São Miguel (RN). Precipitação Pluviométrica Anual - 1911/1971.

ANOS	Precipitação Pluviométrica			
	Janeiro - Junho		Anual	
	mm	%	mm	%
1911	569,2		860,7	
12	961,5		1.123,9	
13	633,2		877,5	
14	531,7		1.251,2	
15	103,0		174,7	
16	720,7		860,0	
17	913,1		1.190,7	
18	641,4		969,5	
19	85,6		280,3	
1920	760,7		965,9	
21	989,4		1.175,5	
22	813,3		1.038,5	
23	808,0		978,7	
24	1.182,5		1.257,8	
25	1.022,8		1.220,9	
26	1.075,8		1.142,2	
27	709,1		848,1	
28	480,9		547,7	
29	683,0		779,2	
1930	401,4		515,1	
31	405,6		543,2	
32	347,1		522,9	
33	563,7		688,9	
34	1.852,6		1.996,5	
35	518,6		632,7	
36	654,5		659,8	
37	430,0		458,6	
38	-		-	
39	483,6		686,6	
1940	1.098,0		1.098,0	
41	359,0		396,0	
42	238,2		238,2	
43	511,0		659,0	
44	372,0		439,0	
45	382,0		385,8	
46	368,1		495,2	
47	-		-	
48	391,7		416,2	
49	412,1		509,1	
1950	602,6		602,6	
51	247,0		287,0	
52	522,0		522,0	
53	505,0		505,0	
54	474,0		561,0	
55	705,0		835,0	
56	1.038,4		1.252,4	
57	938,4		968,4	
58	431,0		431,0	
59	1.138,6		1.318,6	
1960	1.311,7		1.311,7	
61	1.054,2		1.504,2	
62	616,3		759,9	
63	1.016,9		1.438,4	
64	961,3		1.270,0	
65	967,5		1.073,2	
66	576,7		751,8	
67	1.156,5		1.279,9	
68	881,7		987,7	
69	481,9		603,6	
1970	346,0		409,4	
71	751,6		924,8	
Média	692,9	84	827,8	100

FONTE: SUDENE (Divisão de Hidrologia). Dados Pluviométricos Mensais "In Natura". Vol. II.

O QUADRO A.2 adiante, sugere que de 1911 a 1950 houve uma gradual queda pluviométrica por decênio, enquanto de 1951 a 1970 essas médias pluviométricas voltaram a aumentar.

Essa abordagem leva a sugerir que, além de se determinar as probabilidades a priori da ocorrência de certos níveis de precipitação, com vistas a estabelecer planos ótimos de exploração nas propriedades agrícolas da área, é necessário também observar como a atual década está se comportando em relação às chuvas.

QUADRO A.2 - São Miguel-RN, Precipitação Média Decenal - 1911/1970.

Década	Precipitação Média (mm)
1911/20	855,4
1921/30	910,4
1931/40	684,7
1941/50	460,1
1951/60	799,2
1961/70	1.022,3

A irregularidade pluviométrica interdecenal e mesmo interanual justifica o alto coeficiente de variação das chuvas ($CV = 0,46$) encontrado para São Miguel (48).

1.2. - Pluviometria Mensal Versus Evapotranspiração Potencial

As médias pluviométricas mensais (P) e a evapotranspiração potencial (ETP) de São Miguel foram determinadas por HARGREAVES (28); permitindo verificar que a estação das chuvas para a agricultura da área corresponde aos meses de fevereiro, março, abril e maio (QUADRO A.3).

Nos referidos meses, a diferença entre precipitação e evapotranspiração potencial (P-ETP) foi positiva, alcançando o maior valor em março, enquanto o quociente entre as duas (P/ETP) no mesmo período permaneceu maior que a unidade. Em contrapartida, no restante do ano a primeira relação (P-ETP) assumiu valor negativo, enquanto a segunda (P/ETP) passou a ter valor menor que a unidade.

O balanço anual revela um deficit de -836 mm, ou seja, cerca de 49% a menos das reais necessidades de água para agricultura da área, embora essa avaliação, devido ao seu caráter genérico, não traduza as possibilidades de cada imóvel rural, em particular.

QUADRO A.3 - São Miguel-RN, Precipitação e Evapotranspiração.

Dis- crimi- nação	Uni- dade	M E S E S												Ano
		Ja- nei- ro	Fev- rei- ro	Mar- ço	Abril	Mai	Ju- nho	Ju- lho	Agos- to	Se- tem- bro	Outu- bro	No- vem- bro	De- zem- bro	
P	mm	66	139	223	177	110	47	18	9	9	4	7	19	828
ETP	mm	161	136	125	107	108	106	119	139	157	170	167	169	1.664
P-ETP	mm	-95	3	98	70	2	-59	-101	-130	-148	-166	-160	-150	-836
P/ETP	mm	0,41	1,02	1,78	1,65	1,02	0,44	0,15	0,06	0,06	0,02	0,04	0,11	0,49

Estação Agrícola

2. - A Gestão Agrícola

2.1. - Tipos de Ano Agrícola

Em vista da maior parte das culturas de expressão econômica existentes na área (milho, feijão, algodão arbóreo, etc.) se adaptarem ao regime pluviométrico vigente, determinou-se, para cada ano da série, as precipitações ocorridas de janeiro a junho, as quais corresponderam, em média, a 84% da anual. A partir dessas precipitações, estabeleceu-se faixas de variação que estariam associadas com o maior ou menor rendimento das culturas temporárias e semi-perenes (QUADRO A.4).

QUADRO A.4 - São Miguel-RN, Tipo de Ano em Função da Precipitação Pluviométrica.

Tipo de Ano	Precipitação mm (janeiro - junho)	Frequência	Probabilidade a priori (%)
Muito Seco	- 400	11	19
Seco	400 - 600	17	28
Normal	600 - 1.000	20	34
Chuvoso	1.000 - 1.200	9	15
Muito Chuvoso	+ 1.200	2	04
TOTAL	-	59	100

Analisando-se o quadro acima, vale esclarecer os seguintes pontos:

- . O limite de -400 mm no primeiro semestre, ou de -476 mm no ano, para um ano tido como muito seco, permitiu englobar anos de grandes secas e os de secas muito fortes. Nesse caso, qualquer que seja o plano agrícola para o estabelecimento típico, esse será obtido considerando que a produtividade da maioria das lavouras da área é reduzida em mais de 60%, podendo mesmo ser nula;
- . A faixa de 400 - 600 mm no primeiro semestre, ou 476 - 714 mm no ano, estabelecida para caracterizar um ano seco, é perfeitamente admissível, visto estar bem abaixo da média 692,0 mm no primeiro semestre, ou 827,8 mm no ano, e imediatamente acima do limite superior tomado para definir um ano muito seco. Deve-se esperar uma redução de 20 a 50% na produtividade das lavouras;
- . A faixa de 600 - 1.000 mm no primeiro semestre, ou 714 - 1.190 mm no ano, foi tomada para definir um ano normal em relação à média 692,9 mm no primeiro semestre, ou 827,8 mm no ano. Nessas condições, espera-se que o nível de produção varie em até 30% para algumas culturas da área;

- . A faixa de 1.000 - 1.200 mm no primeiro semestre, ou 1.190 - 1.480 mm no ano, foi tomada para caracterizar um ano chuvoso, vez que está muito acima da precipitação média. Na ocorrência desse ano, acredita-se que a maioria dos cultivos de ciclo curto sofram redução na produção de 20 a 30%, enquanto as culturas perenes e semi-perenes, sobretudo as forrageiras, sejam beneficiadas;
- . O limite de + 1.200 mm no semestre, ou + 1.428 mm no ano, foi tomado para definir um ano muito chuvoso. Esse tipo de ano tem efeito bastante negativo sobre as culturas de ciclo curto e sobre o algodão arbóreo, podendo mesmo chegar a reduzir em até 60% as safras dessas lavouras. As culturas perenes, entretanto, se beneficiaram com esse nível de precipitação.

2.2. - Culturas Seleccionadas para o Modelo Básico

As culturas e forrageiras a seguir relacionadas são, em sua totalidade, as já existentes na área. Essa seleção natural resultou da interação entre fatores climáticos e edáficos. Nos terrenos mais úmidos dos baixios encontram-se as lavouras mais exigentes em água, enquanto nos terrenos mais secos das chapadas e encostas estão as menos exigentes.

Café

Cana de açúcar

Algodão arbóreo

Milho

Feijão macassar

Fava

Arroz

Para cada cultura e/ou forrageira, se determinou o rendimento médio com base na tecnologia atual, admitindo-se um ano normal em relação à precipitação pluviométrica, conforme classificação realizada no item anterior. Observa-se ainda as necessidades hídricas dessas lavouras e as variações nos rendimentos devidas à mudanças do tipo de solo e do tipo de ano climático (estado da natureza).

2.3. - Rendimentos Médios das Lavouras

(a) Café - Em vista das condições pouco favoráveis para a cultura no município de São Miguel, devido a problemas de altitude e precipitação (as exigências mínimas fixadas pelo IBC para o cafeeiro do Nordeste é de 800 a 1.000 mm/ano e altitude de 650 m), a produtividade adotada para o café em coco na área está bem próxima à da Região (32) e muito aquém da estabelecida como meta pelo IBC para o Ceará, segundo informações obtidas junto ao Escritório desse Instituto em Fortaleza.

QUADRO A.5 - Produtividade do Café em Coco, no NE, CE e São Miguel-RN.

Ano da Cultura	Café em Coco (kg/ha)		
	NE	CE	São Miguel-RN
-	653 (*)		
3º		300	180
4º		600	360
5º		900	540
6º ao 19º		1.200	720

(*) Média de 3 anos.

O pacote tecnológico atualmente adotado para o cafeeiro inclui tanto adubação química como orgânica.

(b) Demais Culturas - Os rendimentos médios com base na tecnologia atual para as demais culturas e pastagens foram estabelecidas mediante a compatibilização de informações obtidas de diversas fontes, a saber:

- . questionários da Pesquisa do Tamanho Típico da Unidade de Produção Agrícola no Nordeste, patrocinada pela SUDENE/BIRD;
- . dados levantados pelo autor na área; e
- . séries históricas de rendimentos da Fundação IBGE.

Para determinar os rendimentos médios da tecnologia nova, que basicamente consta da introdução de sementes selecionadas, aplicação de defensivos, maior uso da tração animal nas práticas agrícolas e emprego de adubação orgânica, tomou-se como ponto de referência os rendimentos atuais e os obtidos de pesquisas realizadas pela ANDA (51) (52), EMBRAPA (22), ELECTROCONSULT (21), BNB (8) e informações de técnicos com vivência na área, dessa forma foi possível proceder as estimativas (QUADRO A.6).

QUADRO A.6 - São Miguel-RN, Produtividade Média das Lavouras em Relação à Tecnologia Atual e Nova.

Discriminação	Unidade de	Tecnologia	
		Atual	Nova
. Cana de açúcar	t/ha		
2º ano		30	36
3º ano		25	30
4º ano		20	24
5º ano		15	18
. Capim Elefante	t/ha		
1º ano		20	24
2º ano		30	36
3º ano			24
. Alg. arb. 1º ano+Milho+Feijão	kg/ha	60; 600; 170	72; 720; 204
. Alg. arb. 1º ano+Milho+Feijão+Fava	kg/ha	50; 432; 153; 90	60; 648; 184; 108
. Algodão Arbóreo	kg/ha		
2º ano		280	336
3º ano		250	300
4º ano		200	240
5º ano		100	120
. Arroz	kg/ha	700	770
. Alg. arb. 1º ano+Milho	kg/ha	66; 660	79; 792
. Alg. arb. 1º ano+Feijão	kg/ha	66; 204	79; 265
. Milho+Feijão	kg/ha	660; 204	792; 265

2.4. - Rendimento das Lavouras Versus Tipos de Solos

Observando a classificação adotada nesse trabalho, os solos foram distribuídos em baixa, média e alta fertilidade, correspondendo, a grosso modo, a terrenos de encosta, chapada e baixio, respectivamente.

A distribuição dos solos com respeito às culturas e forrageiras selecionadas, bem como as variações percentuais dos rendimentos em relação aos tipos de solos, foram assim definidos (QUADRO A.7).

QUADRO A.7 - São Miguel-RN, Cultivos Distribuídos por Tipo de Solos e Variações Percentuais nos Rendimentos Médios (*).

Discriminação	Fertilidade dos Solos					
	Alta		Média		Baixa	
	Aptidão	Rendimento (%)	Aptidão	Rendimento (%)	Aptidão	Rendimento (%)
Café			x	100		
Cana de Açúcar	x	100				
Capim Elefante	x	100				
Algodão Arbóreo			x	100	x	60
Milho	x	120	x	100	x	80
Feijão Macassar	x	120	x	100	x	80
Fava			x	100	x	80
Arroz	x	100				

(*) O rendimento médio de cada cultura e/ou pasto está relacionado com o solo onde, em termos percentuais, este é de cem por cento.

2.5. - Rendimentos das Lavouras Versus Variações Climáticas

Este item se constitui no mais polêmico desse apêndice. Os agroclimatologistas, em geral, determinam a disponibilidade de água no solo para as plantas através da realização de um balanço hídrico (13) (43). Dentro dessa linha de raciocínio, a SCET-SIRAC (49) realizou um estudo para as diferentes zonas do Nordeste, no qual determinou as probabilidades de perda relativa de rendimento das principais culturas da Região, em consequência de variações nas chuvas de ano para ano. Entre os municípios pesquisados, estão os de Catolé do Rocha-PB e Brejo Santo-CE, ambos apresentando regime pluviométrico muito semelhante a São Miguel-RN.

Como existe uma alta correlação entre as chuvas caídas e a disponibilidade de água para as lavouras, associou-se às faixas de precipitação, que nesse trabalho definem os tipos de anos agrícolas (muito seco, seco, normal e chuvoso, muito chuvoso), os resultados de variações relativas no rendimento das culturas e pastagens indicados pela SCET-SIRAC (49). Esse procedimento permitiu obter os índices constantes no QUADRO A.8, a seguir:

QUADRO A.8 - São Miguel-RN, Variação Percentual no Rendimento Médio dos Cultivos, em Função do Tipo de Ano Climático.

Discriminação	Rendimento Esperado (%)				
	Ano Muito Seco	Ano Seco	Ano Normal	Ano Chuvoso	Ano Muito Chuvoso
Café	20	50	80	100	100
Cana de açúcar	20	50	70	100	100
Capim elefante	20	50	70	100	100
Algodão arbóreo	60	100	100	80	50
Milho	30	80	100	90	70
Feijão	40	100	100	70	60
Fava	40	100	100	70	60
Arroz	20	50	70	100	90

2.6. - Rendimentos das Lavouras Versus Variações Climáticas Versus Tipos de Solos

Como os rendimentos são afetados pelo delineamento da lavoura (cultura isolada ou consorciada), natureza do solo, pluviometria e técnicas de cultivo (uso ou não de adubos, sementes selecionadas, etc), procura-se no QUADRO A.9, adiante, representar os efeitos conjugados dessas variáveis sobre cada cultivo selecionado para o estabelecimento agrícola típico.

Quadros A.7. e A.8. - São Miguel (RN). Rendimentos das Culturas e Consórcios Associados à Tecnologia, ao Clima e à Fertilidade dos Solos.

DISCRIMINAÇÃO	Fertilidade dos Solos	Unidade	Precipitação Pluviométrica Janeiro / Junho				
			Ano Muito Seco (-400 mm)	Ano Seco (400 - 600) mm	Ano Normal (600 - 1.000) mm	Ano Chuvoso (1.000 - 1.200) mm	Ano Muito Chuvoso (+ 1.200 mm)
ATIVIDADES EXISTENTES C/ TECNOLOGIA ATUAL							
1.1. - Cara-de-açúcar	Alta	t/ha					
2º ano			9	21	30	43	43
3º ano			7	18	25	36	36
4º ano			6	14	20	28	28
5º ano			5	11	15	22	22
1.2. - Capim elefante	Alta	t/ha					
2º ano			6	14	20	28	28
1.3. - Algodão arbóreo 1º ano + Milho + Feijão	Média	kg/ha	36;180; 68	60;480;170	80;600;170	48;540;119	30;420;102
	Baixa		29;144; 55	48;384;136	48;480;136	38;432; 95	24;336; 82
1.4. - Algodão arbóreo 1º ano + Milho + Feijão + Fava	Média	kg/ha	30;130; 62; 36	50;432;153; 90	50;540;153; 90	40;486;107; 63	25;378; 92; 54
	Baixa		24;162; 49; 29	40;348;122; 72	40;432;122; 72	32;369; 86; 50	20;303; 74; 44
1.5. - Algodão arbóreo							
2º ano	Média	kg/ha	168	280	280	224	140
	Baixa		135	224	224	179	112
3º ano	Média	kg/ha	150	250	250	200	125
	Baixa		120	200	200	160	100
4º ano	Média		120	200	200	160	100
	Baixa		96	160	160	128	80
5º ano	Média		60	100	100	80	50
	Baixa		48	80	80	64	40
1.6. - Arroz de sequeiro	Alta	kg/ha	200	500	700	1.000	900
ATIVIDADES EXISTENTES C/ TECNOLOGIA NOVA							
2.1. - Cara-de-açúcar	Alta	kg/ha					
2º ano			9	25	36	51	51
3º ano			8	22	30	43	43
4º ano			7	17	24	34	34
5º ano			5	13	18	26	26
2.2. - Capim elefante	Alta	t/ha					
2º ano			7	17	24	34	34
2.3. - Algodão arbóreo 1º ano + Milho + Feijão	Média	kg/ha	44;216; 82	72;576;204	72;720;204	58;648;143	29;454; 74
	Baixa		35;172; 65	58;461;163	58;678;163	46;618;114	23;363; 59
2.4. - Algodão arbóreo 1º ano + Milho + Feijão + Fava	Média	kg/ha	36;195; 74; 44	60;518;184;108	60;648;184;108	48;583;128; 75	30;454;111; 65
	Baixa		29;156; 59; 34	48;415;148; 86	48;618;148; 86	38;467;103; 60	24;363; 87; 52
2.5. - Algodão arbóreo							
2º ano	Média		201	336	336	269	168
	Baixa		161	269	269	211	135
3º ano	Média		180	300	300	240	150
	Baixa		144	240	240	192	120
4º ano	Média		144	240	240	192	120
	Baixa		116	192	192	154	96
5º ano	Média		72	120	120	96	58
	Baixa		57	96	96	77	48
2.6. - Arroz de sequeiro	Alta		220	550	770	1.100	990
ATIVIDADES PROJETADAS C/ TECNOLOGIA ATUAL							
3.1. - Algodão arbóreo 1º ano + Milho	Média	kg/ha	40;192	66;528	66;660	52;594	33;462
	Baixa		32;126	53;422	53;528	42;475	27;370
3.2. - Algodão arbóreo 1º ano + Feijão	Média	kg/ha	40; 62	66;204	66;204	53;143	33;122
	Baixa		32; 66	53;163	53;163	42;114	27; 98
3.3. - Milho + Feijão	Alta	kg/ha	238; 98	633;245	792;245	712;171	555;147
	Média		198; 82	528;204	660;204	594;143	415;123
	Baixa		158; 66	422;163	528;163	475;114	333; 98
ATIVIDADES PROJETADAS C/ TECNOLOGIA NOVA							
4.1. - Algodão arbóreo 1º ano + Milho	Média	kg/ha	48;238	79;634	79;792	63;713	39;554
	Baixa		38;190	63;506	63;634	50;570	32;399
4.2. - Algodão arbóreo 1º ano + Feijão	Média	kg/ha	48;109	79;265	79;265	63;186	40;165
	Baixa		38; 89	63;212	63;212	50;148	32;128
4.3. - Milho + Feijão	Alta	kg/ha	285;131	760;318	950;318	855;223	665;190
	Média		238;109	634;265	782;265	713;186	499;183
	Baixa		190; 84	506;212	634;212	570;148	443;142
4.4. - Café em coco	Média	kg/ha					
3º ano			45	113	180	225	225
4º ano			90	225	360	450	450
5º ano			134	338	540	670	670
6º ano ao 19º ano			180	450	720	900	900

APÊNDICE "B"

Retornos Líquidos das Atividades Produtivas do Modelo Sob os Diferentes Estados da Natureza, Tipos de Solos e Técnicas de Produção Empregadas.

Esse apêndice tem por finalidade mostrar como foram determinados os coeficientes técnicos da função objetivo referentes às atividades produtivas do modelo de programação linear, face à adversidade do clima, aos tipos de solos e às técnicas de produção empregadas.

Como essas atividades dizem respeito às explorações agrícolas e pecuária, as mesmas serão aqui tratadas em tópicos distintos, devido às peculiaridades de cada exploração e à possibilidade de unificar a apresentação dos dados, permitindo ao leitor uma melhor compreensão do assunto.

1. - Agricultura

As atividades agrícolas definidas para o modelo estão divididas em dois grupos: as existentes no estabelecimento agrícola típico e as projetadas para esse estabelecimento. Além disso, elas foram consideradas dentro da atual e da nova tecnologia de produção, de modo a permitir verificar o efeito dessas tecnologias sobre os retornos líquidos das atividades.

Mudanças nesses retornos líquidos foram também definidas para cinco situações diferentes de clima (níveis de precipitação pluviométrica), através de alterações nos rendimentos das atividades dentro de uma e de outra tecnologia de produção adotada.

1.1. - Atividades Existentes com Tecnologia Atual

(a) Culturas e Consórcios

Arroz de sequeiro

Capim elefante

Cana de açúcar

Algodão arbóreo

Algodão arbóreo + milho + feijão

Algodão arbóreo + milho + feijão + fava

(b) Contas Culturais

As contas culturais das lavouras existentes no estabelecimento agrícola típico, com base na tecnologia atual, foram formuladas a partir de dados da pesquisa SUDENE/BIRD (53) e de outras informações obtidas na área.

Dessa maneira foi possível definir as práticas agrícolas mais frequentes para cada lavoura, a época e a forma como elas são implementadas, além da qualidade e quantidade dos insumos empregados. Regra geral, os insumos utilizados restringem-se a mão-de-obra e sementes, enquanto as operações agrícolas são executadas à base de enxada e praticamente não se usa qualquer tipo de adubação nem defensivos nas lavouras.

Os preços dos insumos aqui adotados foram os vigentes em São Miguel-RN, de abril a junho do ano de 1976. O preço da mão-de-obra não foi computado nas contas culturais, devido ter-se optado pela introdução de atividades de compra e venda de mão-de-obra no modelo.

(c) Receitas

As receitas brutas das atividades agrícolas existentes com base na tecnologia atual, foram definidas mediante o emprego de dois fatores: rendimento das lavouras e preços dos produtos recebidos pelos agricultores.

Os rendimentos dessas lavouras são definidos para cinco situações diferentes de clima e três tipos de solos (APÊNDICE A). Os preços dos produtos correspondem aos vigentes na área, de abril a junho de 1976, segundo levantamento realizado pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio Grande do Norte - EMATER-RN para a Fundação Getúlio Vargas - FGV.

As receitas líquidas das culturas temporárias e consórcios foram obtidas retirando-se das receitas brutas os custos de fundação e manutenção dessas lavouras. Já para as culturas perenes (café) e semi-perenes, (cana de açúcar, algodão arbóreo, etc.) determinou-se a receita líquida na forma de anuidade, utilizando-se para isso a seguinte fórmula (15):

$$RLAP = \sum_{t=1}^n \frac{R_t}{(1+r)^t} \cdot \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

Onde:

RLAP = renda líquida do empreendimento na forma de anuidade;

R_t = renda líquida do empreendimento no ano t;

r = taxa de desconto;

n = número de anos do plano;

t = ano considerado no plano.

A taxa de desconto utilizada foi de quinze por cento ao ano, ($r = 0,15$). Essa taxa é a mesma adotada pelos bancos oficiais (7) em suas operações normais de crédito agrícola, desde que essas operações estejam fora das linhas especiais de crédito para o setor (POLONORDESTE, etc). Além disso, ela corresponde à taxa de recuperação do capital encontrado por BACHA (3) para projetos de investimento no País.

Devido o processo ser repetitivo, os QUADROS B.1 ao B.6 mostram como se determinou a receita líquida de uma cultura temporária (arroz de sequeiro) de um consórcio (algodão arbóreo + milho + feijão) e de uma cultura semi-perene (cana de açúcar).

QUADRO B.1 - São Miguel-RN. Custo de Fundação e Colheita de 1 ha de Arroz Sequeiro.

(Tecnologia Atual)

Discriminação	Época	Unidade	Quantidade	Custo Cr\$	
				Unitário	Total
1. - OPERAÇÕES					
1.1.- Broca	out/nov	h/d	6		
1.2.- Aceirar e queimar	out/nov	h/d	4		
1.3.- Apronto final	nov/dez	h/d	2		
1.4.- Plantio e replantio	fev/mar	h/d	10		
1.5.- Limpas	mar/abr	h/d	24		
1.6.- Colheita e limpeza	mai/jun	h/d	10		
2. - INSUMOS					
2.1.- Semente		kg	44	3,00	132,00
TOTAL					132,00

QUADRO B.2 - São Miguel-RN. Receita Líquida de 1 ha de Arroz de Sequeiro
(Tecnologia Atual)

Fertilidade do Solo	Tipo de Ano	Rendimento kg/ha	Receita Bruta Cr\$ 1,00 ^(*)	Custo Cr\$ 1,00	Receita Líquida Cr\$ 1,00
Alta	Muito Seco	200	580	132	448
	Seco	500	1.450	132	1.318
	Normal	700	2.030	132	1.898
	Chuvoso	1.000	2.900	132	2.768
	Muito Chuvoso	900	2.610	132	2.478

(*) Preço de arroz (Cr\$/kg) 2,90.

QUADRO B.3 - São Miguel-RN. Custo de Fundação e Colheita de 1 ha de Algodão Arbóreo + Milho + Feijão.

(Tecnologia Atual)

Discriminação	Época	Unidade	Quantidade	Custo Cr\$	
				Unitário	Total
1.- OPERAÇÕES					
1.1.- Broca	out/nov	h/d	6		
1.2.- Aceirar e queimar	out/nov	h/d	4		
1.3.- Apronto final	nov/dez	h/d	2		
1.4.- Plantio e replantio	jan/mar	h/d	6		
1.5.- Limpas	fev/mai	h/d	27		
1.6.- Colheita:					
Algodão arbóreo	jul/set	h/d	3		
Milho	jul/ago	h/d	4		
Feijão macassar	mai/jul	h/d	5		
2.- INSUMOS					
2.1.- Sementes:					90,00
Algodão arbóreo		kg	10	3,00	30,00
Milho		kg	6	2,00	12,00
Feijão		kg	6	8,00	48,00
T O T A L (1 + 2)					90,00

QUADRO B.4 - São Miguel-RN. Receita Líquida de 1 ha de Algodão Arbóreo + Milho + Feijão.

(Tecnologia Atual)

Tipo de Ano	Fertilidade do Solo	Culturas	Rendimento kg/ha	Receita Bruta Cr\$ 1,00	Custo Cr\$ 1,00	Receita Líquida Cr\$ 1,00	
Muito Seco	Média			503	90	413	
		Alg. arb. em caroço	36	137			
		Milho	180	162			
	Baixa	Feijão	68	204			
					403	90	313
		Alg. arb.	29	110			
Seco	Média	Milho	144	128			
		Feijão	55	165			
					1.170	90	1.080
	Baixa	Alg. em caroço	60	228			
		Milho	480	432			
		Feijão	170	510			
Normal	Média			936	90	846	
		Alg. em caroço	48	182			
		Milho	384	346			
	Baixa	Feijão	136	408			
					1.278	90	1.188
		Alg. em caroço	60	228			
Chuvoso	Média	Milho	600	540			
		Feijão	170	510			
					1.022	90	932
	Baixa	Alg. em caroço	48	182			
		Milho	480	432			
		Feijão	136	408			
Muito chuvoso	Média			1.025	90	935	
		Alg. em caroço	48	182			
		Milho	540	486			
	Baixa	Feijão	119	357			
					823	90	733
		Alg. em caroço	38	144			
Muito chuvoso	Média	Milho	432	394			
		Feijão	95	285			
					798	90	708
	Baixa	Alg. arb.	30	114			
		Milho	420	378			
		Feijão	162	306			
Muito chuvoso	Baixa			640	90	550	
		Alg. arb.	24	92			
		Milho	336	302			
			82	246			

Preço de: Algodão em caroço (Cr\$/kg) = 3,80.
 Milho " = 0,90.
 Feijão " = 3,00.

QUADRO B.5 - São Miguel-RN. Custo de Fundação e Colheita de 1 ha de Cana de Açúcar.

(Tecnologia Atual)

Discriminação	Época	Unidade	Custo Unitário Cr\$	A N O S										
				1º		2º		3º		4º		5º		
				Quantidade	Valor	Quantidade	Valor	Quantidade	Valor	Quantidade	Valor	Quantidade	Valor	
1.- OPERAÇÕES														
1.1.- Broca	out/nov	h/d		6,0										
1.2.- Aceinar e queimar	out/nov	h/d		4,0										
1.3.- Apronto final	nov/dez	h/d		2,0										
1.4.- Coveamento	jan/fev	h/d		7,0										
1.5.- Preparo da estaca	jan/fev	h/d		2,0										
1.6.- Semeadura	fev/mar	h/d		5,0										
1.7.- Replântio	fev/mar	h/d		2,0										
1.8.- Limpas	abr/jun	h/d		13,0										
1.9.- Despalha	jul/out	h/d		8,0	8		8		8		8		8	
1.10.- Colheita	jul/out	h/d		-	22		17		13		11			
2.- INSUMOS														
2.1.- Semente		t	120,00	5,5	660,00									
T O T A L (1 + 2)														660,00

QUADRO B.6 - São Miguel-RN. Renda Líquida de 1 ha de Cana-de-Açúcar na Forma de Anuidade.

(Tecnologia Atual)

Fertilidade do Solo	Tipo de Ano	Idade da Cultura Anos	Receita Bruta Cr\$ 1,00	Custo Cr\$ 1,00	Rt	(*) (1+r) ^t	(*) $\frac{r(1+r)^n}{(1+r)^{n-1}}$	$\frac{Rt}{(1+r)^t}$	$\frac{r(1+r)^n}{(1+r)^{n-1}}$
Alta	Muito Seco	1	-	660	-660	1.150	1.150	-660	-19
		2	711	-	711	1.323	0.615	330	
		3	553	-	553	1.521	0.438	160	
		4	474	-	474	1.749	0.350	94	
		5	395	-	395	2.011	0.290	59	
	Seco	1	-	660	-660			806	
		2	1.659		1.659			-660	
		3	1.422		1.422			711	
		4	1.106		1.106			409	
		5	869		869			221	
	Normal	1	-	660	-660			125	
		2	2.370		2.370			1.407	
		3	1.975		1.975			-660	
		4	1.580		1.580			1.012	
		5	1.185		1.185			568	
	Chuvoso	1	-	660	-660			316	
		2	3.397		3.397			171	
		3	2.844		2.844			2.432	
		4	2.212		2.212			-660	
		5	1.738		1.738			1.579	
	Muito Chuvoso	1	-	660	-660			819	
		2	3.397		3.397			443	
		3	2.844		2.844			251	
		4	2.212		2.212			2.432	
		5	1.738		1.738			-660	

(*) BNB/DEPES (Tabelas Financeiras).

Preço da Cana-de-Açúcar (Cr\$/t) = 79,00

r = 0,15

1.2. - Atividades Existentes com Tecnologia Nova

(a) Culturas e Consórcios

As mesmas relacionadas no item 1.1 (a)

(b) Contas Culturais

As contas culturais das atividades agrícolas existentes no estabelecimento agrícola típico, com base na tecnologia nova, foram montadas a partir de:

- . Contas culturais das atividades existentes com tecnologia atual;
- . Pacotes tecnológicos da EMBRAPA para o algodão arbóreo do Rio Grande do Norte;
- . Contas culturais dos projetos elaborados pelo serviço de extensão rural;
- . Observações empíricas relativas a não utilização pelos agricultores de certos insumos disponíveis na área (caso do esterco de curral, etc); e
- . Outras fontes de dados (8).

A tecnologia nova para as atividades existentes constou basicamente da introdução de sementes selecionadas, esterco de curral, uso mais intensivo de mão-de-obra em algumas práticas agrícolas e emprego da tração animal substituindo a mão-de-obra em outras práticas.

Já com relação a preços de insumos, os critérios foram os mesmos referidos anteriormente. Os custos por unidade de mão-de-obra e de força animal utilizada não foram computados, porque entraram como atividades de compra no modelo de programação linear.

(c) Receitas

No cálculo das receitas das atividades existentes com tecnologia nova, utilizou-se os mesmos critérios adotados no item 1.1.

1.3. - Atividades Projetadas com Tecnologia Atual

(a) Culturas e Consórcios

Algodão arbóreo + Milho

Algodão arbóreo + Feijão

Milho + Feijão

Todos esses consórcios são encontrados nas fazendas da área, embora sejam menos expressivos do que os selecionados para o estabelecimento agrícola típico.

(b) Contas Culturais

As contas culturais referentes às atividades projetadas com tecnologia atual foram montadas obedecendo os mesmos critérios do item 1.1 (b) desse APÊNDICE.

(c) Receitas

As receitas das atividades projetadas com tecnologia atual foram calculadas obedecendo-se os critérios adotados no item 1.1 (c).

1.4. - Atividades Projetadas com Tecnologia Nova

(a) Culturas Consórcios

Além das lavouras constantes no item 1.3 (a), introduziu-se o café como mais uma das atividades projetadas para o modelo, em razão dessa cultura estar sendo cultivada na área, em caráter experimental.

(b) Contas Culturais

As contas culturais das atividades agrícolas projetadas com tecnologia nova foram montadas adotando-se o mesmo procedimento expresso no item 2.2 (b). A conta cultural do café foi estabelecida com base em informações de técnicos do Projeto de Café da Secretaria de Estado da Agricultura do Rio Grande do Norte (SEg), e dados de entrevistas com cafeicultores do município.

(c) Receitas

No cálculo das receitas das atividades projetadas com tecnologia nova, adotou-se procedimento semelhante ao do item 2.1 (c). Os QUADROS B.7 até B.11 mostram como foram calculadas as rendas líquidas do café.

2. - Pecuária

Com relação à pecuária, trata-se apenas da bovina e suína, por serem estas as de maior expressão econômica na área.

A composição de custos e receitas dessas atividades (QUADROS B.12 até B.15) teve por base o sistema de criação mais rentável encontrado na localidade, qual seja, o de compra, engorda e venda de animais. A tecnologia adotada corresponde a uma ponderação entre os métodos de engorda mais sofisticados até os mais primitivos encontrados em São Miguel.

Os preços dos insumos e produtos pagos e recebidos pelo agricultor, foram os vigentes na área durante o período de abril a junho do ano de 1976.

QUADRO B.7 - São Miguel-RN. Custo de Fundação e Colheita de 1 ha de Café. (Tecnologia Nova)

Discriminação	Época	Unida de	Custo Unitário Cr\$	A N O S																	
				1º		2º		3º		4º		5º									
				Quantidade	Valor	Quantidade	Valor	Quantidade	Valor	Quantidade	Valor	Quantidade	Valor								
1. OPERAÇÕES																					
1.1 Broca	out/nov	h/d		13,0																	
1.2 Derrubada	out/nov	h/d		6,0																	
1.3 Retirada da madeira	out/nov	h/d		3,0																	
1.4 Encoivramento e queimada	nov/dez	h/d		3,0																	
1.5 Destocamento	nov/dez	h/d		21,0																	
1.6 Pronto final	nov/dez	h/d		6,0																	
1.7 Cultivo à tração animal	dez/jan	d/a		8,0																	
	dez/jan	h/d		2,0																	
1.8 Combate à formiga	dez/jan	h/d		1,0			1,0														
1.9 Marcação e abertura das covas	dez/jan	h/d		12,0																	
1.10 Adubação das covas	dez/jan	h/d		2,0																	
1.11 Plantio e replantio	jan/fev	h/d		10,0																	
1.12 Adubação em cobertura	mar/mai	h/d		5,0			5,0														
1.13 Limpas	mar/mai	d/a		6,0																	
	mar/mai	h/d		14,0			14,0														
1.14 Pulverização	abr/jun			2,0																	
1.15 Colheita	ago/out						3,0														
1.16 Secagem dos frutos	ago/out						18,0														
							3,0														
2. INSUMOS																					
2.1 Semente		mudas*		0,45	2.750,0		1.237,00														
2.2 Esterco de curral		t		73,00	14,0	1.022,00															
2.3 Superfosfato triplo (45% P ₂ O ₅)		kg		6,00	71,0	426,00															
2.4 Sulfato amônia (20% N)		kg		5,50	150,0	825,00	200,0	1.100,00	300,0	1.650,00											
2.5 Cloreto de potássio (K ₂ O)		kg		4,50	38,0	171,00	50,0	225,00	71,0	320,00											
2.6 Triona B		l		6,00	3,0	18,00	3,7	22,00	4,0	24,00											
2.7 Rodiattox 60%		l		69,00	3,0	207,00	3,0	207,00	3,0	207,00											
TOTAL							3.906,00		1.554,00		2.201,00										

(*) Variedades: Mundo Novo e Catuí.

QUADRO B.8 - São Miguel-RN. Renda Líquida de 1 ha de Café na Forma de Anuidade. Ano Muito Seco.

(Tecnologia Nova)

ANO	Receita	Custo	Rt	^(*) $(1+r)^t$	^(*) $\frac{r(1+r)^n}{(1+r)^{n-1}}$	$\frac{Rt}{(1+r)^t} \cdot \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^{n-1}}$
1	-	3.906	-3.906	1,150	1,150	-3.906
2	-	1.554	-1.554	1,323	0,615	- 722
3	630	2.201	-1.571	1,521	0,438	- 450
4	1.260		1.260	1,749	0,350	253
5	1.876		1.876	2,021	0,298	278
6	2.520		2.520	2,313	0,264	288
7	2.520		2.520	2,660	0,240	228
8	2.520		2.520	3,059	0,233	192
9	2.520		2.520	3,518	0,210	150
10	2.520		2.520	4,046	0,199	124
11	2.520		2.520	4,652	0,191	103
12	2.520		2.520	5,350	0,184	87
13	2.520		2.520	6,153	0,179	73
14	2.520		2.520	7,076	0,175	62
15	2.520		2.520	8,137	0,171	53
16	2.520		2.520	9,358	0,168	45
17	2.520		2.520	10,761	0,165	39
18	2.520		2.520	12,375	0,163	33
19	2.520		2.520	14,232	0,161	29
						RLAP -3.012

(*) BNB/DEPES (Tabelas Financeiras).

QUADRO B.9 - São Miguel-RN. Renda Líquida de 1 ha de Café na Forma de Anuidade. Ano Seco.

(Tecnologia Nova)

ANO	Receita Cr\$ 1,00	Custo Cr\$ 1,00	Rt Cr\$ 1,00	(*) $(1+r)^t$	(*) $\frac{r(1+r)^n}{(1+r)^{n-1}}$	$\frac{Rt}{(1+r)^t} \cdot \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^{n-1}}$
1	-	3.906	-3.906	1.150	1.150	-3.906
2	-	1.554	-1.554	1.323	0.615	- 722
3	1.680	2.201	521	1.521	0.438	150
4	3.360		3.360	1.749	0.350	672
5	5.040		5.040	2.011	0.298	747
6	5.880		5.880	2.313	0.264	671
7	5.880		5.880	2.660	0.240	530
8	5.880		5.880	3.059	0.223	429
9	5.880		5.880	3.518	0.210	350
10	5.880		5.880	4.046	0.199	289
11	5.880		5.880	4.652	0.191	241
12	5.880		5.880	5.350	0.184	202
13	5.880		5.880	6.153	0.179	171
14	5.880		5.880	7.076	0.175	145
15	5.880		5.880	8.137	0.171	123
16	5.880		5.880	9.358	0.168	105
17	5.880		5.880	10.761	0.165	90
18	5.880		5.880	12.375	0.163	77
19	5.880		5.880	14.232	0.161	66
					RLAP	130

(*) BNB/DEPES (Tabelas Financeiras).

$r = 0,15$

Café em coco (Cr\$/kg) = 14,00

QUADRO B.10 - São Miguel-RN. Renda Líquida de 1 ha de Café na Forma de Anuidade. Ano Normal.

(Tecnologia Nova)

ANO	Receita Cr\$ 1,00	Custo Cr\$ 1,00	Rt Cr\$ 1,00	$(1+r)^t$	(*)	(*)	$\frac{Rt}{(1+r)^n} \cdot \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^{n-1}}$
					$\frac{Rt}{(1+r)^t}$	$\frac{r(1+r)^n}{(1+r)^{n-1}}$	
1	-	3.906	-3.906	1.150	2.692	1.150	-3.906
2	-	1.554	-1.554	1.323	1.175	0.615	- 722
3	2.520	2.201	319	1.521	210	0.438	92
4	5.040		5.040	1.749	2.882	0.350	1.008
5	7.560		7.560	2.011	3.759	0.298	1.120
6	10.080		10.080	2.313	4.358	0.264	1.150
7	10.080		10.080	2.660	3.789	0.240	909
8	10.080		10.080	3.059	3.295	0.223	735
9	10.080		10.080	3.518	2.865	0.210	602
10	10.080		10.080	4.046	2.491	0.199	496
11	10.080		10.080	4.652	2.167	0.191	414
12	10.080		10.080	5.350	1.844	0.184	347
13	10.080		10.080	6.153	1.638	0.179	293
14	10.080		10.080	7.076	1.424	0.175	249
15	10.080		10.080	8.137	1.239	0.171	212
16	10.080		10.080	9.358	1.077	0.168	181
17	10.080		10.080	10.761	937	0.165	154
18	10.080		10.080	12.375	814	0.163	133
19	10.080		10.080	14.232	708	0.161	114
							<u>114</u>
							RLAP 4.391

(*) BNB/DEPES (Tabelas Financeiras).

$r = 0,15$

Café em coco (Cr\$/kg) = 14,00

QUADRO B.11 - São Miguel-RN. Renda Líquida de 1 ha de Café na Forma de Anuidade. Ano Chuvoso e Muito Chuvoso.

(Tecnologia Nova)

ANO	Receita Cr\$ 1,00	Custo Cr\$ 1,00	Rt	$\frac{Rt}{(1+r)^t} \cdot \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^{n-1}}$ (*)
1	-	3.906	-3.906	-3.906
2	-	1.554	-1.554	- 722
3	3.360	2.201	1.159	334
4	5.880		5.880	1.177
5	9.240		9.240	1.369
6	12.600		13.600	1.438
7	12.600		12.600	1.137
8	12.600		12.600	918
9	12.600		12.600	752
10	12.600		12.600	620
11	12.600		12.600	517
12	12.600		12.600	433
13	12.600		12.600	366
14	12.600		12.600	312
15	12.600		12.600	265
16	12.600		12.600	226
17	12.600		12.600	193
18	12.600		12.600	165
19	12.600		12.600	142
			RLAP	5.736

(*) BNB/DEPES (Tabelas Financeiras).

$r = 0,15$

Café em coco (Cr\$/kg) = 14,00

QUADRO B.12 - São Miguel-RN. Pecuária Bovina. Custo de Formação de uma Unidade Animal (U.A.)^(*).

(Tecnologia Atual)

Discriminação	Época	Unidade	Quantidade	Custo Cr\$	
				Unitário	Total
1. SEMOVENTE					
1.1 Animal c/ 5 arrobas (2 anos de idade)		U.A. (*)	0,7	750,00	750,00
2. MANEJO					
2.1 Tratador	jan/dez d/h		6	(**)	
3. INSUMOS					
3.1 Forragem verde	out/fev t		5	(***)	
3.2 Torta	out/fev		100	0,70	70,00
3.3 Sal mineral	jan/dez U.A.		1	20,00	20,00
3.4 Medicamentos	jan/dez U.A.		1	30,00	30,00
TOTAL (1 + 2 + 3)					870,00

(*) Os coeficientes técnicos de transformação de cabeças de gado bovino, segundo suas categorias em unidades animal, são os mesmos empregados pelo DNOCS (20) e estão abaixo sumariados:

<u>Gado Bovino</u> <u>Por Categoria</u>	x	<u>Equivalente</u> <u>Em U.A.</u>
Touro		1,20
Vaca em lactação		1,00
Vaca seca		0,90
Novilho (a)		0,90
Garrote (a)		0,70
Bezerro (a)		0,25

(**) A mão-de-obra entrará no modelo de PL, através de atividades de compra e venda, daí porque não se computou aqui os custos da mesma.

(***) A forragem verde é obtida mediante a transformação, pelo próprio modelo de PL, do capim elefante implantado, daí porque não se computou aqui os custos da forragem.

QUADRO B.13 - São Miguel-RN. Pecuária Bovina. Receita Líquida por Unidade Animal (U.A.).

(Tecnologia Atual)

Discriminação	Unidade	Quantidade	Receita Bruta (*) Cr\$ 1,00	Custo Cr\$ 1,00	Receita Líquida Cr\$ 1,00
Animal com 8 arrobas (3 anos de idade)	U.A.	1	1.200	870	330,00

(*) Animal com 8 arrobas na base de Cr\$ 150,00 a arroba.

QUADRO B.14 - São Miguel-RN. Pecuária Suína. Custo de Formação de uma Cabeça Animal.

(Tecnologia Atual)

Discriminação	Época	Unidade	Quantidade	Custo Cr\$	
				Unitário	Total
1. SEMOVENTE					
1.1 Leitão (com 2 a 3 meses de idade)		cab.	1	200,00	200,00
2. MANEJO					
2.1 Tratador	jan/dez	d/h	4	(*)	
3. INSUMOS					
3.1 Milho		kg	100	0,90	90,00
3.2 Concentrado		kg	50	0,70	35,00
3.3 Sal mineral		cab.	1	10,00	10,00
3.4 Medicamentos		cab.	1	20,00	20,00
TOTAL					355,00

(*) A mão-de-obra entrará no modelo de PL, através de atividades de compra e venda, daí porque não se computou aqui os custos da mesma.

QUADRO B.15 - São Miguel-RN. Pecuária Suína. Receita Líquida por Cabeça Animal.

(Tecnologia Atual)

Discriminação	Unidade	Quantidade	Receita Bruta Cr\$ 1,00	Custo Cr\$ 1,00	Receita Líquida Cr\$ 1,00
Animal com 9 a 10 meses	cab.	1	600,00	355	245

APÊNDICE "C"

Forma de Calcular os Retornos Líquidos de um Plano Ótimo sob Determinado Estado da Natureza, Quando Esse Plano é Exposto aos Demais Estados.

Definido o plano ótimo (de máxima renda líquida) sob determinado estado da natureza, facilmente se encontra as rendas líquidas desse plano para os demais estados. As novas rendas líquidas são obtidas após substituir, na função objetivo do plano ótimo, os retornos líquidos das atividades selecionadas, conforme sejam seus valores em cada um dos demais estados da natureza.

Seja a renda líquida (Z_{22}) do plano ótimo (P_{21}) da pequena fazenda típica na situação de clima normal (E_2), dada pela equação:

$$Z_{22} = C_4 X_4 + C_{14} X_{43} + C_{44} X_{44} + C_{45} X_{45} - C_{49} X_{49} - C_{51} X_{51}$$

O cálculo das rendas líquidas deste plano ótimo (P_{21}), sob as demais condições de clima (muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso), é mostrado no QUADRO C.1. Esse procedimento é repetido com os planos ótimos desta fazenda nos demais estados da natureza, até se obter todos os elementos da matriz de pagamentos do jogo agricultor versus natureza.



anguel-RN. Cálculo das Rendas Líquidas do Plano Ótimo da Pequena Fazenda Típica para o Estado da Natureza Normal, Quando
 plano é Exposto aos Demais Estados.

Natureza Normal (*)	Demais Estados da Natureza							
	Muito Seco		Seco		Chuvoso		Muito Chuvoso	
<u>7.935,28</u>		<u>5.177,16</u>		<u>7.747,95</u>		<u>6.915,00</u>		<u>5.686,54</u>
2,63 = 3.074,47	588 x 2,63 = 1.546,44	1.169 x 2,63 = 2.440,64	928 x 2,63 = 2.440,64	567 x 2,63 = 1.491,21				
1,31 = 1.778,98	419 x 1,31 = 548,89	1.215 x 1,31 = 1.392,53	1.063 x 1,31 = 1.392,53	850 x 1,31 = 1.113,50				
1,19 = 823,80	20 x 41,19 = 823,80	20 x 41,19 = 823,80	20 x 41,19 = 823,80	20 x 41,19 = 823,80				
6,99 = 1.139,80	20 x 56,99 = 1.139,80	20 x 56,99 = 1.139,80	20 x 56,99 = 1.139,80	20 x 56,99 = 1.139,80				
2,21 = 1.244,20	20 x 62,21 = 1.244,20	20 x 62,21 = 1.244,20	20 x 62,21 = 1.244,20	20 x 62,21 = 1.244,20				
7,90 = -70,74	-0,60 x 117,90 = -70,74	-0,60 x 117,90 = -70,74	-0,60 x 117,90 = -70,74	-0,60 x 117,90 = -70,74				
2,05 = -55,23	-0,60 x 92,05 = -55,23	-0,60 x 92,05 = -55,23	-0,60 x 92,05 = -55,23	-0,60 x 92,05 = -55,23				

aminação Linear.

PRO C.1 - São Miguel-RN. Cálculo das
Esse Plano é Exposto aos De

Estado da Natureza Normal (Plano Ótimo) (*)		
Z		7.935,28
X ₄	1.169 x	2,63 = 3.074,47
X ₁₄	1.358 x	1,31 = 1.778,98
X ₄₃	20 x	41,19 = 823,80
X ₄₄	20 x	56,99 = 1.139,80
X ₄₅	20 x	62,21 = 1.244,20
X ₄₉	-0,60 x	117,90 = -70,74
X ₅₁	-0,60 x	92,05 = -55,23

lado pela Programação Linear.

APÊNDICE "D"

Rendas Líquidas, Atividades Seleccionadas e Recursos Utilizados pelos Planos Ótimos sob os Diferentes Estados da Natureza.

Trata esse APÊNDICE de mostrar todos os planos determinados através da programação linear para as fazendas típicas, sob os diferentes estados da natureza, no que diz respeito às rendas líquidas, atividades seleccionadas e recursos utilizados.

(*) A = Capital
H = Trabalho
T = Tecnologia

QUADRO D.1 - São Miguel-RN. Pequeno Estabelecimento Agrícola Típico. Atividades e Níveis de Renda dos Planos Projetados Sob Diferentes Estados da Natureza.

Código	Atividades	Unidade	Estados da Natureza					
			Muito Seco	Seco	Normal	Chuvoso	Muito Chuvoso	
			Plano P ₁₁	Plano P ₂₁	Plano P ₃₁	Plano P ₄₁	Plano P ₅₁	
X ₄	Algodão arbóreo em MT (*)	ha		2,63	2,63			
X ₁₄	Milho + Feijão em AT (*)	ha		1,31	1,31			
X ₄₃	Venda de mão-de-obra de dez/mar	d/h	120,00	41,19	41,19	120,00	120,00	120,00
X ₄₄	Venda de mão-de-obra de abr/jul	d/h	120,00	56,99	56,99	120,00	120,00	120,00
X ₄₅	Venda de mão-de-obra de ago/nov	d/h	120,00	62,21	62,21	120,00	120,00	120,00
X ₄₉	Compra de capital de giro I	Cr\$		117,90	117,90			
X ₅₁	Compra de capital de investimento	Cr\$		92,05	92,05			
			<u>Estados da Natureza</u>					
			Muito Seco	Seco	Normal	Chuvoso	Muito Chuvoso	
Valor da Renda Líquida			Cr\$ 7.200,00	Cr\$ 5.117,16	Cr\$ 5.177,16	Cr\$ 7.200,00	Cr\$ 7.200,00	Cr\$ 7.200,00
			<u>7.200,00</u>	<u>7.747,95</u>	<u>7.747,95</u>	<u>7.200,00</u>	<u>7.200,00</u>	<u>7.200,00</u>
			Cr\$ 7.200,00	Cr\$ 7.935,28	Cr\$ 7.935,28	Cr\$ 7.200,00	Cr\$ 7.200,00	Cr\$ 7.200,00
			Cr\$ 7.200,00	Cr\$ 6.915,00	Cr\$ 6.915,00	Cr\$ 7.200,00	Cr\$ 7.200,00	Cr\$ 7.200,00
			Cr\$ 7.200,00	Cr\$ 5.686,54	Cr\$ 5.686,54	Cr\$ 7.200,00	Cr\$ 7.200,00	Cr\$ 7.200,00

(*) A - Terras de alta fertilidade
M - Terras de média fertilidade
T - Tecnologia atual

QUADRO D.2 - São Miguel-RN. Pequeno Estabelecimento Agrícola Típico. Uso dos Recursos Pelos Planos Projetados sob os Diferentes Estados da Natureza.

Código	Recursos	Unidade	Níveis dos Recursos	Estados da Natureza				
				Muito Seco	Seco	Normal	Chuvoso	Muito Chuvoso
				Plano P ₁₁	Plano P ₂₁	Plano P ₃₁	Plano P ₄₁	Plano P ₅₁
b1	Terras de alta fertilidade	ha	1,31	1,31	1,31			
b2	Terras de média fertilidade	ha	2,63	2,63	2,63			
b3	Terras de baixa fertilidade	ha	0,44					
b4	Mão-de-obra familiar de dez/mar	d/h	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
b5	Mão-de-obra familiar de abr/jun	d/h	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
b6	Mão-de-obra familiar de jul/ago	d/h	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
b7	Mão-de-obra não familiar de dez/mar	d/h	30,00					
b8	Mão-de-obra não familiar de abr/jun	d/h	30,00					
b9	Mão-de-obra não familiar de jul/ago	d/h	30,00					
b10	Força animal de dez/mar	d/a	83,00					
b11	Força animal de abr/jun	d/a	83,00					
b12	Força animal de jul/ago	d/a	84,00					
b13	Capital de giro	Cr\$	0,00					
b14	Capital de investimento	Cr\$	0,00					
b15	Capacidade de empréstimo	Cr\$	13.039,00	209,95	209,95			
b16	Limite especial de capital de giro	Cr\$	9.739,00	117,90	117,90			
b17	Disp. de investimento em bovinos	Cr\$	1.500,00					
b18	Disp. de investimento em suínos	Cr\$	1.800,00					
b19	Disp. adicional de cercas e currais para bovinos	U.A.	0,00					
b20	Disp. adicional de cercados para suínos	Cab.	0,00					
b21	Forragem colhida	t	0,00					
b22	Terras com pastagem nativa	ha	0,00					
b23	Limite de terras com capim elefante	ha	0,00					
b24	Limite de terras com cana-de-açúcar	ha	0,00					
b25	Limite de terras com café	ha	1,00					
b26	Limite de terras com arroz	ha	0,00					

QUADRO D.4 - São Miguel-RN. Médio Estabelecimento Agrícola Típico. Uso dos Recursos Pelos Planos Projetados sob os Diferentes Estados da Natureza.

Código	Recursos	Unidade	Níveis dos Recursos	Estados da Natureza						
				Muito Seco		Seco	Normal	Chuvoso	Muito Chuvoso	
				Plano P ₁₂	Plano P ₂₂					Plano P ₃₂
b1	Terras de alta fertilidade	ha	5,28		3,03	4,01		5,28		5,28
b2	Terras de média fertilidade	ha	13,18	9,86	12,64	11,53		6,20		4,90
b3	Terras de baixa fertilidade	ha	7,91							
b4	Mão-de-obra familiar de dez/mar	d/h	231,00	231,00	231,00	231,00	231,00	231,00	231,00	231,00
b5	Mão-de-obra familiar de abr/jul	d/h	231,00	152,14	231,00	231,00	231,00	231,00	231,00	231,00
b6	Mão-de-obra familiar de ago/nov	d/h	232,00	171,86	232,00	232,00	232,00	232,00	232,00	232,00
b7	Mão-de-obra não familiar dez/mar	d/h	235,00		88,94					
b8	Mão-de-obra não familiar abr/jul	d/h	235,00							
b9	Mão-de-obra não familiar ago/nov	d/h	235,00							
b10	Força animal de dez/mar	d/a	250,00						9,49	8,74
b11	Força animal de abr/jun	d/a	250,00				12,00	19,12	19,12	18,55
b12	Força animal de jul/ago	d/a	250,00				36,00	36,00	36,00	36,00
b13	Capital de Giro	Cr\$	0,00							
b14	Capital de investimento	Cr\$	0,00							
b15	Capacidade de empréstimo	Cr\$	61.029,00	1.275,00	2.583,14	4.684,03	10.061,75	10.293,63		
b16	Limite especial de capital de giro	Cr\$	39.788,00	930,00	2.140,91	2.878,58	679,49	1.563,81		
b17	Disp. de investimento em bovinos	Cr\$	3.960,00							
b18	Disp. de investimento em suínos	Cr\$	3.600,00	3.600,00						
b19	Disp. adicional de cercas e currais para bovinos	U.A.	2,70							
b20	Disp. adicional de cercados para suínos	Cab.	4,00							
b21	Forragem colhida	t	0,00							
b22	Terras com pastagem nativa	ha	0,00							
b23	Limite de terras para capim elefante	ha	1,50							
b24	Limite de terras para cana-de-açúcar	ha	1,00			1,00		1,00		1,00
b25	Limite de terras para café	ha	3,00							
b26	Limite de terras para arroz	ha	1,00			1,00		1,00		1,00

QUADRO D.5 - São Miguel-RN. Grande Estabelecimento Agrícola Típico. Atividades e Níveis de Renda dos Planos Projetados Sob os Diferentes Estados da Natureza.

Código	Atividades	Unidade	Estados da Natureza					
			Muito Seco	Seco	Normal	Chuvoso	Muito Chuvoso	
			Plano P ₁₃	Plano P ₂₃	Plano P ₃₃	Plano P ₄₃	Plano P ₅₃	
X ₁	Arroz de sequeiro em AT (*)	ha		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
X ₄	Algodão arbóreo em MT (*)	ha	7,24	24,04	19,04	2,31		
X ₁₄	Milho + feijão em AT	ha			2,51			0,03
X ₁₉	Cana-de-açúcar em AN (*)	ha			2,50		2,50	2,50
X ₃₃	Café em MN (*)	ha			5,00		5,00	5,00
X ₃₇	Suínos	Cab.		12,00				12,00
X ₄₀	Compra de mão-de-obra de dez/mar	d/h		328,84	396,52			
X ₄₁	Compra de mão-de-obra de abr/jul	d/h	42,10	234,52	347,24	74,52		93,11
X ₄₂	Compra de mão-de-obra de ago/nov	d/h		170,60	543,24	257,14		270,89
X ₄₉	Compra de capital de giro I	Cr\$	2.744,00	15.545,16	27.384,90	7.097,00	9.638,50	
X ₅₁	Compra de capital de investimento	Cr\$	253,33	841,40	37.476,40	36.898,83	36.810,00	
			<u>Estados da Natureza</u>					
			Muito Seco	Seco	Normal	Chuvoso	Muito Chuvoso	
			6.019,86	-2.443,06	-35.146,13	-23.803,28	-23.237,34	
			10.226,24	12.394,18	-180,93	-656,17	-1.310,05	
			10.226,24	12.974,18	25.565,50	24.731,33	24.081,45	
			8.481,64	8.050,54	32.871,41	36.809,62	36.708,19	
			6.519,87	-917,90	25.173,34	35.685,71	36.412,23	

(*) A - Terras de alta fertilidade
M - Terras de baixa fertilidade
T - Tecnologia atual
N - Nova tecnologia

QUADRO D.6 - São Miguel-RN. Grande Estabelecimento Agrícola Típico. Uso dos Recursos Pelos Planos Projetados Sob os Diferentes Estados da Natureza.

Código	Recursos	Unidade	Níveis dos Recursos	Estados da Natureza				
				Muito Seco	Seco	Normal	Chuvoso	Muito Chuvoso
				Plano P ₁₃	Plano P ₂₃	Plano P ₃₃	Plano P ₄₃	Plano P ₅₃
b1	Terras de alta fertilidade	ha	6,01	1,00	6,01	3,50	3,53	
b2	Terras de média fertilidade	ha	24,04	24,04	24,04	7,31	5,00	
b3	Terras de baixa fertilidade	ha	30,04					
b4	Mão-de-obra familiar de dez/mar	d/h	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	
b5	Mão-de-obra familiar de abr/jun	d/h	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
b6	Mão-de-obra familiar de jul/ago	d/h	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	
b7	Mão-de-obra não familiar de dez/mar	d/h	662,00	328,84	396,52			
b8	Mão-de-obra não familiar de abr/jun	d/h	715,00	234,52	347,24	74,52	93,11	
b9	Mão-de-obra não familiar de jul/ago	d/h	715,00	170,60	543,24	257,14	270,89	
b10	Força animal de dez/mar	d/a	333,00		40,00	40,00	40,00	
b11	Força animal de abr/jun	d/a	333,00		60,00	60,00	60,00	
b12	Força animal de jul/ago	d/a	334,00		90,00	90,00	90,00	
b13	Capital de Giro	Cr\$	0,00					
b14	Capital de Investimento	Cr\$	0,00					
b15	Capacidade de Empréstimo	Cr\$	135.774,00					
b16	Limite especial de capital de giro	Cr\$	47.945,00	2.997,33	16.386,56	64.861,30	43.987,83	
b17	Disp. de investimento em bovinos	Cr\$	11.820,00	2.744,00	15.545,16	27.384,90	7.097,00	
b18	Disp. de investimento em suínos	Cr\$	7.200,00	7.200,00				
b19	Disp. adicional de cercas e currais para bovinos	U.A.	6,00				7.200,00	
b20	Disp. adicional de carcados para suínos	Cab.	8,00					
b21	Forragem colhida	t	0,00					
b22	Terras com pastagem nativa	ha	0,00					
b23	Limite de terras para capim elefante	ha	4,00					
b24	Limite de terras para cana-de-açúcar	ha	2,50		2,50	2,50	2,50	
b25	Limite de terras para café	ha	5,00		5,00	5,00	5,00	
b26	Limite de terras para arroz	ha	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	