

Eficiência no Uso de Fatores de Produção
e Tecnologia Nova em diferentes Tamanhos
de Empresas Agropecuárias - Região do
Seridó, Estado do Rio Grande do Norte.

C311454



Antônio Rodrigues Barbosa

A-11850

~~C311454~~

BB00032 4165

Dissertação apresentada ao Departamento
de Economia Agrícola do Centro de Ciên-
cias Agrárias da Universidade Federal
do Ceará, como parte das exigências pa-
ra a obtenção do Grau de Mestre.

Fortaleza - Ceará

Setembro de 1975

À Comissão Estadual de Planejamento Agrícola - CEPA/RN, ao Banco do Nordeste do Brasil S/A, à Fundação Ford e ao IPEA (Ministério do Planejamento), os agradecimentos do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, pela colaboração financeira para a realização do presente trabalho.

CONTÉUDO

Lista de Quadros

Lista das Figuras

INTRODUÇÃO

1.1. A importância do Estado de São Paulo no Norte 01

1.2. O Problema e sua importância 02

1.3. Objetivos 03

1.4. Método Bibliográfico 04

A minha
esposa e filhos

MÉTODOS E TÉCNICAS

2.1. Estatística 10

2.1.1. Noção de Estatística 10

2.1.2. Amostra 11

2.2. Tipos 12

2.2.1. Método Experimental 12

2.2.2. Método Estatístico 13

2.2.3. Classificação das variáveis 14

O autor agradece a todos que contribuíram sob qualquer forma para a realização deste trabalho.

CONCLUSÃO E DISCUSSÃO

3.1. Conclusões Estatísticas 15

3.2. Conclusões Gerais 16

3.2.1. Uma das Fatores 17

C O N T E Ú D O

Página

Lista dos Quadros	34
Lista das Figuras	40

CAPÍTULO

I - INTRODUÇÃO

1.1. A Agropecuária no Estado do Rio Grande do Norte.....	01
1.2. O Problema e sua Importância	03
1.3. Objetivos	05
1.4. Revisão Bibliográfica	06

II - MATERIAL E MÉTODO

2.1. Material	10
2.1.1. Área de Estudo	10
2.1.2. Amostra	13
2.2. Método	14
2.2.1. Modelo Conceptual	14
2.2.2. Modelo Estatístico	16
2.2.3. Especificação das variáveis	17

III - RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Resultados Estatísticos	18
3.2. Resultados Econômicos	21
3.2.1. Uso dos Fatores	21

	<u>Página</u>
3.2.2. Retornos à Escala	27
3.2.3. Tração Animal	27
 IV - CONCLUSÕES E SUGESTÕES	
4.1. Conclusões	39
4.2. Sugestões	40
RESUMO	42
BIBLIOGRAFIA	44
APÊNDICES	
Apêndice 1	
1.1. Coeficientes de Correlação Parcial (r_{xy})	49
1.2. Matriz de Correlação Simples (Estrato I)	49
1.3. Matriz de Correlação Simples (Estrato II)	50
1.4. Matriz de Correlação Simples (Estrato III + IV)	50
1.5. Matriz de Correlação Simples (Todas as Empresas) ...	51
Apêndice 2	
Níveis Médios de Uso dos Fatores nos Estratos I, II, III + IV e "Todas as Empresas"	52
Apêndice 3	
Teste de Chow	53
Apêndice 4	
Indicadores Estatísticos para testar os Retornos à Escala	55



4.1. Hipóteses Formuladas 55

4.2. Matrizes de Covariância dos Coeficientes dos estratos I, II, III + IV 56 - 57 - 58

4.3. Resultados Estatísticos 59

Apêndice 5

5.1. Definição das Variáveis 60

5.2. Preço dos Fatores 63

L I S T A D O S Q U A D R O S

QUADRO	<u>Página</u>
01 - Índice de Crescimento do Produto Agrícola do Rio Grande do Norte e Participação Percentual no Produto Agrícola do Nordeste. Período - 1949/1971.	02
02 - Índice de Crescimento de Área Cultivada e da Produtividade das Principais Culturas do Estado do Rio Grande do Norte. Período - 1956/1971.	03
03 - Relação dos Estabelecimentos Segundo os Estratos. Seridó/Rio Grande do Norte. Ano - 1972.	10
04 - Estratos de Propriedades e Tamanho da Amostra. Região Seridó/Rio Grande do Norte.	14
05 - As Variáveis e as Unidades de Avaliação	17
06 - Resultados Estatísticos das Funções de Produção dos Estratos I, II, III, IV, para o Conjunto das Empresas, para os Estratos (I + II), (II + III) e (III + IV). Região Seridó/Rio Grande do Norte. Ano - 1971/1972.	19
07 - Comparação dos Coeficientes de Regressão das Funções de Produção dos Diferentes Tamanhos de Estabelecimentos e do Agregado. "Todas as Empresas". Seridó/Rio Grande do Norte. Ano - 1971/1972. (Teste de Chow).	20
08 - Estratos de Empresas em Função da Área e da Função de Produção. Seridó/Rio Grande do Norte.	21

QUADRO	<u>Página</u>
09 - Participação Média dos Fatores e Renda Bruta Média nos Estratos. Seridô/Rio Grande do Norte. Ano - 1971/1972. (Média Aritmética).	22
10 - Valores das Produtividades Médias e Marginais e Preços dos Fatores nos Diferentes Estratos. Seridô/Rio Grande do Norte. Ano - 1971/1972.	26
11 - Uso Médio Atual da Mão-de-Obra, Área Agrícola e Renda Bruta Média das Empresas no Sistema Agropecuário, com e sem Tração Animal - Seridô/Rio Grande do Norte. Ano -1971/1972. (Média Aritmética).	28
12 - Resultados Estatísticos das Funções de Produção das Empresas nos Sistemas de Exploração, com e sem Tração Animal, e do Agregado "Todas as Empresas". Seridô/Rio Grande do Norte. Ano - 1971/1972.	29
13 - Teste de Significância da Diferença dos Coeficientes das Funções de Produção, com e sem Tração Animal. Seridô/Rio Grande do Norte. Ano - 1971/1972. (Teste de Chow).	30
14 - Valores das Produtividades Médias e Marginais, Taxas Marginais de Retorno da Área Agrícola e Tração Animal nos Sistemas de Exploração Agropecuária, com e sem Tração Animal. Seridô/Rio Grande do Norte. Ano - 1971/1972. (Média Geométrica).	32
15 - Valores das Produtividades Médias da Mão-de-Obra na Exploração Agrícola sem Tração Animal e Usando Tração Animal nos Estratos I, II, III + IV. Seridô/Rio Grande do Norte. Ano - 1971/1972. (Média Aritmética).	35

- 16 - Relação Entre Área Agrícola por Mão-de-Obra nos Sistemas de Exploração sem Tração Animal e Usando Tração Animal nos Estratos I, II, III + IV. Seridó/Rio Grande do Norte. Ano - 1971/1972. (Média Aritmética). 36
- 17 - Comparação da Renda Bruta/Mão-de-Obra e Área Agrícola/Mão-de-Obra entre os Estratos na Exploração Agrícola com Tração Animal. Seridó/Rio Grande do Norte. Ano - 1971/1972. (Média Aritmética). 37
- 18 - Área Agrícola nos Sistemas com Tração e sem Tração Animal nos Estratos I, II, III + IV. Seridó/Rio Grande do Norte. Ano - 1971/1972. (Média Aritmética). 38

LISTA DAS FIGURAS

FIGURAS	<u>Página</u>
01 - Mapa da Região do Seridó/Estado do Rio Grande do Norte. ...	11
02 - Valor da Produtividade Marginal da Área Agrícola nas Empresas com Tração e sem Tração Animal.	31
03 - Valor da Produtividade Marginal da Mão-de-Obra na Exploração com Tração e sem Tração Animal.	33



CAPÍTULO I INTRODUÇÃO



1.1. A Agropecuária no Estado do Rio Grande do Norte

A economia do Estado do Rio Grande do Norte é caracterizada pela relevante participação do setor primário na formação da renda bruta estadual, cabendo ao setor agropecuário contribuir com quase metade desta renda, e ainda ser responsável por 2/3 do volume de emprego no Estado (31). As lavouras ocupam lugar de destaque nesse contexto, respondendo por 80% do valor da produção (33).

O processo de desenvolvimento em todos os setores econômicos nordestinos tem representado sério desafio à agropecuária, exigindo maior oferta de matérias-primas para o mercado industrial local e regional, e suprimento de alimentos para os centros urbanos, que estão crescendo aceleradamente.

O esforço desenvolvido pelas instituições governamentais e privadas tem dinamizado o processo de produção das culturas industriais, de subsistência e da própria pecuária.

O índice de crescimento do produto agrícola estadual para o período de 1949/1961 foi de 78%, e na década 1961/1971 de 111%, tendo sido, mesmo assim, insuficiente para modificar a contribuição do Estado na formação da renda agrícola do Nordeste (Quadro 1).

Quadro 1 - Índice de Crescimento do Produto Agrícola do Rio Grande do Norte, e Participação Percentual no Produto Agrícola do Nordeste. Período - 1949/1971.

DISCRIMINAÇÃO	ANOS			
	1949	1961	1966	1971
. Índice de crescimento do produto agrícola do Rio Grande do Norte	100	178	207	289
. Participação percentual do Rio Grande do Norte no produto agrícola do Nordeste (preços relativos de 1949)	-	8	7	8

FONTES: Centro de Contas Nacionais IBGE/FGV de 1960 a 1968.
IBGE - (Dados de 1961 a 1971 - elaborados).

Diversos fatores interrelacionados contribuíram para esse desempenho. Um dos aspectos que definem, contudo, a natureza do desenvolvimento agrícola, são as mudanças de produtividade, que refletem o aumento ou as alterações na estrutura produtiva dos fatores (5).

Para as principais culturas do Estado, o Quadro 2 evidencia que, no período 1956/1971, o índice de crescimento da área cultivada foi superior ao índice de crescimento da produtividade. Neste período, mesmo considerando a retração de área verificada na década 1961/1971, a área do algodão se expandiu em 120%, e os níveis de produtividade decresceram em 22%, o que se pode associar à incorporação de áreas de inferior qualidade para a agricultura e à decrescente fertilidade dos solos agrícolas, pela ausência de técnicas conservacionistas no sistema de produção da agricultura.

Quadro 2 - Índices de Crescimento da Área Cultivada e da Produtividade das Principais Culturas do Estado do Rio Grande do Norte. Período - 1956/71.

ÁREA CULTIVADA E PRODUTIVIDADE DAS CULTURAS (1)		ÍNDICES DE CRESCIMENTO			
		A N O S			
		1956	1961	1966	1971
. ALGODÃO	Área cultivada	100	292	245	220
	Produtividade	100	104	87	78
. FEIJÃO	Área cultivada	100	136	177	181
	Produtividade	100	119	114	148
. MILHO	Área cultivada	100	114	161	147
	Produtividade	100	112	116	140
. MANDIOCA	Área cultivada	100	154	193	213
	Produtividade	100	102	55	124
. SISAL	Área cultivada	100	158	253	847
	Produtividade	100	104	117	114

FONTE: Departamento Estadual de Estatística - Rio Grande do Norte.

(1) - A produtividade é definida como produção por hectare.

1.2. O Problema e sua Importância

A utilização dos recursos pelas empresas agropecuárias do Estado do Rio Grande do Norte está relacionada com o tamanho do estabelecimento, acreditando-se haver diferenças nos níveis de uso e eficiência técnica entre as empresas, segundo a sua dimensão. Afora esta possibilidade de variação, a introdução da tração animal poderá se constituir em opção tecnológica para as empresas. Essas questões necessitam ser estudadas, visando fornecer informações para o planejamento adequado da exploração agropecuária.

A crescente demanda por produtos agropecuários tem se constituí

do no principal fator de dinamização do setor primário do Rio Grande do Norte. Nos últimos anos, o desenvolvimento da agropecuária processou-se quase que exclusivamente pela expansão da área agrícola, pela absorção de maior volume de mão-de-obra e crescimento vegetativo dos rebanhos, não mostrando significativos aumentos nos níveis de produtividade (31).

Por outro lado, a crescente elevação dos preços relativos dos insumos (11), tem induzido os produtores a buscar processos mais efêtuos de elevar a renda dos estabelecimentos. Maiores níveis de produtividade dos recursos passaram a ser uma exigência de todos os empresários, para redução do custo unitário do produto. Uma das alternativas está no uso eficiente dos insumos, quer seja produzindo mais com a mesma quantidade de insumos, quer produzindo a mesma quantidade de produto com menos recursos.

Há no Rio Grande do Norte, entretanto, uma diversificação muito grande no tamanho dos estabelecimentos agropecuários. É reconhecido, também, que o tamanho da empresa tem marcante influência no sistema de produção. As pequenas e médias empresas caracterizam-se em relação às grandes empresas, por usarem o fator terra com mais intensidade, apresentarem maior escassez de capital e utilizarem, basicamente, mão-de-obra familiar na exploração. Nessas condições, presume-se que o relacionamento fator/produto seja diferente entre pequenas, médias e grandes propriedades, com variações nos níveis de produtividade dos recursos determinadas por modificações tecnológicas no processo de produção e/ou pela maior ou menor utilização e disponibilidade dos recursos.

Para algumas regiões do Estado, a baixa rentabilidade das empresas está associada com o nível de uso dos recursos (9). Porém, pouco ou quase nada se conhece sobre o modo como os recursos estão sendo usados, que tipos de combinações são eficientes e quais as que poderiam ser efetuadas se pretende aumentar a eficiência operacional de empresas de diferentes tamanhos.

É evidente que, apesar de se observar correlação positiva entre o valor de produção e o tamanho das empresas, isto não implica em igual relacionamento para os custos unitários de produção, uma vez que os retornos à escala podem ser diferentes como resposta ao uso dos fatores. O conhecimento desses indicadores é importante para o planejamento regional, pois permitirá formular políticas de incentivo às empresas de custos médios mais baixos e recomendar novos processos de produção àquelas de custos mais elevados.

Por outro lado, a disponibilidade de mão-de-obra para a produção agropecuária do Rio Grande do Norte tem-se mostrado escassa (26). Tal escassez torna-se crítica, particularmente nas fases de preparo do solo, plantio e colheita. Para atender às atividades de preparo do solo (primeiro corte do terreno), os produtores têm utilizado principalmente a tração animal, já que a aquisição de tratores pela maioria das empresas é inacessível, dado o elevado custo do investimento. Por outro lado, as patrulhas mecanizadas do governo são insuficientes para atender a todos os produtores (31). Dessa forma, a análise dos efeitos de tração animal sobre a produtividade do trabalho e o retorno líquido à margem que proporciona ao produtor constituem indicadores para formulações de políticas destinadas à expansão da agricultura, principalmente, para os produtores de baixa renda.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo Geral

Estudar o comportamento dos fatores utilizados na produção agropecuária, segundo os diferentes tamanhos de empresas.

1.3.2. Objetivos Específicos

- a) Verificar se há mudanças na relação fator-produto para os diferentes tamanhos de empresas;

- b) Verificar o uso atual dos fatores no processo de produção e comparar sua eficiência entre os tamanhos de empresas;
- c) Estimar e analisar os retornos à escala para os diferentes estratos;
- d) Estimar a taxa marginal de retorno da tração animal e área agrícola e comparar os níveis de eficiência técnica da mão-de-obra, no sistema de produção com tração e sem tração animal.

1.4. Revisão Bibliográfica

Para identificar a produtividade dos fatores na agricultura, muitos estudos no Brasil têm usado, como instrumento de análise, a função de produção, referindo-se a diferentes empreendimentos em áreas sob estágios diversos de desenvolvimento.

Segundo LESSA (20), o processo de desenvolvimento consiste, fundamentalmente, de uma série de mudanças, na forma e proporção como se combinam os fatores de produção. Essas mudanças visam alcançar combinações mais racionais, com o objetivo de aumentar a produtividade dos recursos.

RESTREPO (30) considera como medida importante para o desenvolvimento agrícola o planejamento racional do uso dos fatores de produção, e afirma que o sucesso na execução dessa medida está relacionado à eficiência com que o empresário conduz o seu negócio.

DIAS (15), estudando relações de produção em diferentes grupos de empresas na região de Viçosa, Minas Gerais, observou que os níveis de eficiência econômica dos fatores mostravam-se diferentes para cada estrato.

HURTADO (14), analisando a produtividade dos fatores na agrope-

cuária do município de Varginha, Minas Gerais, usando a função de produção de Cobb-Douglas, encontrou retornos à escala crescentes e significantes a 1%. Com relação ao uso dos fatores, observou que o fator terra estava próximo ao nível ótimo, enquanto que mão-de-obra e serviço de capital poderiam ser incrementados em 40% e 30%, respectivamente.

NORONHA (28), com o objetivo de analisar as possíveis diferenças entre funções de produção de empresas rurais no sul do Brasil, estimou funções para três tipos de fazendas, separadamente, para permitir inferência acerca da produtividade dos recursos dentro de cada tipo de empresa. Utilizou o teste de Chow para mensurar a diferença estatística entre as funções. Com relação ao uso dos fatores, observou que "o capital é o insumo mais produtivo. O capital de investimento foi o único insumo com alto nível de produtividade em todos os tipos de fazenda" e sugeriu que "uma política de crédito bem formulada conduziria a aumentos substanciais na produção regional".

MUELLER (27), procurando investigar os principais determinantes das diferenças de produtividade da bovinocultura em áreas do Brasil Central, estabeleceu coeficientes de insumo-produto para as diversas especializações pecuárias. Estimou duas regressões do tipo Cobb-Douglas. Em uma, a variável explicada foi produção por animal; na outra, produção por hectare, e utilizou o conceito de "eficiência X", da Leibenstein $\frac{V}{V_0}$, para ajudar a explicar porque se verificam diferenças de produtividade entre as empresas. Os resultados levaram, entre outras, às seguintes conclusões:

- a) tudo indica que, em toda a área do estudo, a tecnologia é uniforme entre as empresas;

27 Segundo este autor, as empresas geralmente operam em pontos internos da fronteira de produção consistente com a constelação de recursos produtivos. Por vários motivos as pessoas ou organizações não produzem o que poderiam, estando a um nível de "eficiência X" inferior ao seu potencial.

- b) a soma das elasticidades de produção não dá uma indicação de maior ou menor propriedade, e sim do tamanho médio;
- c) os resultados são fortemente influenciados pelos erros de especificação, no que se refere à mensuração e inclusão das variáveis do modelo.

MELLOR (25) esclarece que, para áreas de agricultura menos desenvolvida, o uso de tecnologias simples e de baixo custo, como a tração animal, pode contribuir para melhoria dos níveis de renda e de produtividade.

GURGEL et alii (11) recomendam, com base em dados experimentais e ensaios de campo, o emprego do cultivador a tração animal para limpas do algodão e esclarece que "mesmo reduzindo em 3% a produção do algodão, o cultivador deve substituir a enxada pois a mão-de-obra, além do seu elevado custo, já é escassa em determinadas épocas do ano". É possível que essa escassez sazonal de mão-de-obra para desempenhar operações específicas na produção agrícola possa ser contornada aumentando a eficiência técnica da mão-de-obra disponível, através do processo de mecanização a tração animal.

LIMA e SANDERS (21), tentando mensurar os efeitos do uso da tração animal na agricultura de Canindé - Ceará, observam que, para anos normais de inverno, o cultivador a tração animal tem uma taxa interna de retorno de 35%, mostrando, porém, alta sensibilidade às variações climáticas. Argumentam que o uso da tração animal permitirá aumentar a renda de pequenas fazendas, sem requerer elevados investimentos, bem como proporcionará maior desempenho técnico à mão-de-obra, possibilitando atender à expansão da área cultivada, em todas as fases de produção.

CLINE (7), relacionando a utilização dos insumos com o tamanho das empresas, distingue o que pode ser chamado de "produção eficiente", (referindo-se à razão entre o produto e o custo do fator, onde

CAPÍTULO II

MATERIAL E MÉTODO

2.1. Material

2.1.1. Área de Estudo

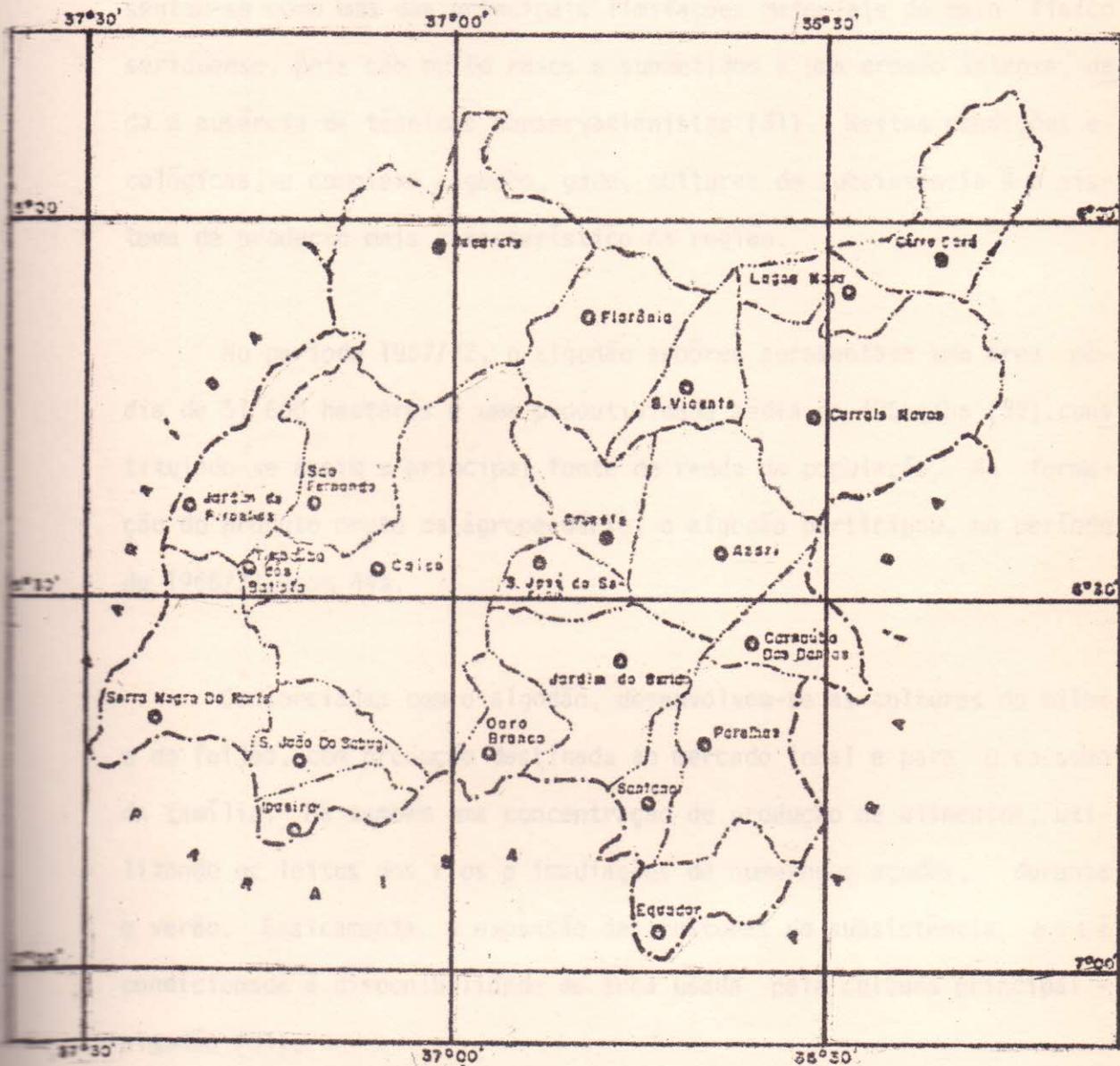
A área selecionada para este estudo compreende 22 municípios da microrregião Seridó, Estado do Rio Grande do Norte (ver mapa - figura 1). Sua superfície é de 9.372km² e em 1970, 56% de sua população se concentrava na zona rural.

Com 11.610 estabelecimentos cadastrados no INCRA, a região Seridó/RN apresenta uma estrutura fundiária com nítidas distorções em sua composição. O quadro 3 mostra que os estabelecimentos com menos de 20 hectares correspondem a 54% do total dos estabelecimentos e dispõem apenas de 6% da área total. Por outro lado, o número de estabelecimentos superiores a 100 hectares, representam 14% do total e detêm 74% da área agregada dos estabelecimentos da região.

Quadro 3 - Relação dos Estabelecimentos, Segundo os Estratos.
Seridó/Rio Grande do Norte. Ano - 1972.

ESTRATO (ha)	NÚMERO DE ESTABELECIMENTOS			ÁREA DOS ESTABELECIMENTOS (ha)		
	ABSOLUTO	RELATIVO (%)		ABSOLUTO	RELATIVO (%)	
		SIMPLES	ACUMULADO		SIMPLES	ACUMULADO
0,0 a 20,0	6.278	54,07	54,07	50.543,5	6,13	6,13
20,1 a 50,0	2.358	20,31	74,38	76.411,5	9,26	15,36
50,1 a 100,0	1.297	11,17	85,55	91.275,4	11,07	26,43
100,1 a 1000,0	1.575	13,58	99,13	411.113,6	49,86	76,29
1000,1 e mais	101	0,87	100,00	195.343,5	23,68	100,00

Fonte: INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária.



ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE	
REGIÃO DO SERIDÓ	
ESCALA: 1:1.000.000	DATA: 23/01/75

CONVENÇÕES	
— · — · — ·	LIMITE INTERESTADUAL
— · — · — ·	LIMITE INTERMUNICIPAL
○	SEDE DO MUNICÍPIO

O clima da região é semi-árido quente, com precipitações médias anuais variando de 400 a 600mm. Tais condições climáticas permitem o desenvolvimento de uma vegetação tipicamente xerófila. Os solos apresentam-se como uma das principais limitações materiais do meio físico seridoense, pois são muito rasos e submetidos a uma erosão intensa, dada a ausência de técnicas conservacionistas (31). Nestas condições ecológicas, o complexo algodão, gado, culturas de subsistência é o sistema de produção mais característico na região.

No período 1967/72, o algodão arbóreo apresentava uma área média de 51.600 hectares e uma produtividade média de 196kg/ha (32), constituindo-se assim a principal fonte de renda da população. Na formação do produto bruto da agropecuária, o algodão participou, no período de 1966/71, com 44%.

Consortiadas com o algodão, desenvolvem-se as culturas do milho e do feijão, com produção destinada ao mercado local e para o consumo da família. Há também uma concentração de produção de alimentos, utilizando os leitos dos rios e imediações de numerosos açudes, durante o verão. Basicamente, a expansão das culturas de subsistência está condicionada à disponibilidade de área usada pela cultura principal - algodão (31).

A pecuária do Seridó se destaca em número de efetivos bovinos em relação às outras micro-regiões do Estado, e constitui importante centro de produção para o abastecimento do mercado consumidor local e estadual.

2.1.2. Amostra

Neste trabalho, procurou-se analisar a amostra definida no estudo de rentabilidade dos estabelecimentos agrícolas do Seridó/RN ^{2/}, aceitando-se também o mesmo critério na definição do tamanho dos estratos ^{3/}.

A amostra consta de 385 questionários. Entretanto, utilizaram-se nesta análise, por conveniência das informações prestadas, apenas 383 questionários. O quadro (4) mostra a estratificação da amostra entre os diferentes tamanhos de empresas.

2/ O tamanho da amostra foi calculada pela seguinte fórmula:

$$N_i = \frac{(t^2 S^2) N}{(t^2 S^2 + Nd^2)} \quad \text{onde}$$

N_i = tamanho da amostra;

t = 1,96 ao nível de significância de 5%;

d = erro permissível correspondente a metade da amplitude confiança;

N = tamanho da população;

S = desvio padrão da amostra.

3/ Os estratos foram definidos, utilizando-se a classificação do Comitê Interamericano de Desenvolvimento Agrícola (CIDA) e relacionando cada uma de suas classes com o módulo rural do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), considerando-se como 2 u.t. (unidades de trabalho agrícola) a média real da força de trabalho, por família, para o Nordeste.

Quadro 4 - Estratos de Propriedades e Tamanho da Amostra. Seridó / Rio Grande do Norte.

ESTRATOS	INTERVALOS DE		NÚMERO DE	ÁREA	ÁREA	TAMANHO
	CLASSE	(ha)				
				(ha)	(ha)	AMOSTRA
I	20,00	46,35	2.202	57.369,34	30,50	155
II	46,36	93,63	1.438	94.159,07	65,40	101
III	93,64	280,93	1.330	210.250,10	158,00	93
IV	280,94	1.000	513	254.374,10	495,80	36
TOTAL	-	-	5.483	626.152,61	114,20	385

FONTE: Pesquisa sobre Rentabilidade dos Estabelecimentos Agropecuários e Aspectos Econômicos dos Sistemas de Arrendamento e Parceria da Terra.

Os dados referem-se ao ano agrícola 1971/72, considerado ano normal quanto às condições climáticas para produção e baseiam-se em observações diretas obtidas por extensionistas da ANCAR-RN, junto aos arrendatários do Seridó/RN.

2.2. Método

2.2.1. Modelo Conceptual

A fim de atender aos objetivos deste trabalho, utilizaram-se os princípios da teoria da firma ou, mais precisamente, uma série de relações derivadas da função de produção. A função de produção refere-se à relação técnica entre o total de produção obtida no processo produtivo, em uma determinada unidade de tempo, e os serviços dos fato-

res utilizados no processo^{4/}.

Matematicamente, a função de produção é representada por:

- Y = f(X1, X2/X3 ... Xn) onde
 Y = variável dependente (produção)
 X1, X2 = variáveis independentes (níveis dos fatores variáveis)
 X3 ... Xn = quantidades dos fatores fixos

4/ Problemas metodológicos na estimativa e uso das funções de produção, referem-se às diferenças impostas pela teoria da produção e às condições do mundo real. Estas diferenças se relacionam: a) ao grau de conhecimento; b) ao período de tempo considerado; c) à divisibilidade dos produtos e fatores; d) à relação entre preços e produtos; e) ao nível tecnológico. Assim sendo, pressupõe-se que:

- a) existe perfeito conhecimento dos mercados de fatores e produtos e suas relações tecnológicas;
- b) todos os recursos são completamente transformados em produtos durante o período de tempo considerado;
- c) tanto os produtos como os fatores podem ser divididos em qualquer proporção, a fim de que possam obter as melhores condições para a maximização da renda líquida e proporcionar o ótimo nível de uso dos recursos;
- d) o preço dos fatores independe do preço dos produtos;
- e) o nível tecnológico de produção é dado.

Esses problemas são particularmente sérios, quando se trabalha com funções de produção agregadas, em áreas de agricultura diversificada.

2.2.2. Modelos Estatístico 5/

Para aferir a relação entre produção e fatores, procurou-se ajustar aos dados amostrais a função potencial expressa por:

$$Y = A \prod_{i=1}^n X_i^{b_i} E$$

que em sua forma logarítmica é linear e pode ser representada por

$$\log Y = \log A + \sum_{i=1}^n b_i \log X_i + \log E$$

Y = valor da produção

A = termo constante da função

b_i = coeficientes da regressão $i = (1, 2, \dots, n)$

X_i = níveis dos fatores $i = (1, 2, \dots, n)$

E = erro estocástico

5/ A escolha do modelo está associada às seguintes razões: a) facilidade de interpretação das elasticidades de produção; b) as elasticidades de produção podem ser comparadas entre si, por independem de Y_i e X_i ; c) os retornos à escala são facilmente calculados, pelo somatório dos coeficientes de regressão; d) facilidade para o cálculo das produtividades marginais; e) é o modelo mais utilizado para interpretar a natureza das relações fator/produto; f) seu uso requer computação relativamente mais simples.

As desvantagens desse modelo são: a) a função pressupõe que todos os fatores são indispensáveis à produção; b) há impossibilidade de ser utilizada satisfatoriamente na descrição de fenômenos que englobam produtividade marginal crescente e decrescente; c) as isoclinas são lineares; d) as elasticidades de produção são constantes; e) as isoquantas são assintóticas aos eixos; f) as elasticidades de substituição entre todos os fatores são os constantes e iguais a 1 (um).

2.2.3. Especificação e Definição das Variáveis

As variáveis em estudo estão especificadas no quadro 5, com as respectivas unidades de avaliação. A definição das variáveis está no Apêndice 5.

Quadro 5 - As Variáveis e as Unidades de Avaliação.

VARIÁVEIS	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADES
Y	Renda Bruta da Agropecuária	Cruzeiro
X1	Área Agrícola	Hectare
X2	Área com Pastagem	Hectare
X3	Benfeitorias	Cruzeiro
X4	Equipamentos	Cruzeiro
X5	Despesas Diversas	Cruzeiro
X6	Mão-de-Obra	Dias/homem
X7	Animais Produtivos	Cruzeiro
X8	Tração Animal	Dias/Animal

CAPÍTULO III

RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Resultados Estatísticos

Este capítulo mostra o comportamento dos fatores utilizados na agropecuária do Seridó/RN, em diferentes tamanhos de empresas. Nas equações ajustadas para os estratos e para o agregado "todas as empresas" (quadro 6), as variáveis independentes explicam uma proporção significativa da variância de renda bruta das empresas, ao nível de significância de um por cento. Observa-se que os níveis de significância dos coeficientes de regressão para cada fator, entre os estratos, são diferentes. No estrato IV, área agrícola (X1) e mão-de-obra (X6) não se mostram significantes para a produção, enquanto que nos demais estratos, essas variáveis têm grande importância na formação da renda das empresas.

É de se esperar que estas funções, estimadas sejam diferentes entre os grupos de empresas, seja por modificações no processo tecnológico, seja pela maior ou menor disponibilidade e qualidade dos recursos entre as empresas.

Para testar a hipótese de que as funções de produção variam entre os estratos, procurou-se investigar a existência de diferenças nos interceptos e coeficientes de regressão. Para verificar a existência de mudanças nos interceptos utilizaram-se três variáveis mudas; S1, S2 e S3.

EMPRESAS	ÁREA SÁBICA (X1)	ÁREA DE PASSIOS (X2)	DEPÓSITO FORIAS (X3)	QUILDA PENTIS (X4)	DESPESAS DIVERSAS (X5)	ANOS (X6)	ALIVIOS PROBITIVOS (X7)	TRABAO ANUAL (X8)	SOMA DOS CIENTES	R ² (5)	Sy.x (6)	INTERCEPTO (A)	S ₁	S ₂	S ₃ (7)	NÚMERO DE OBSERVAÇÃO	ESTATÍSTICA "F"	SIS (4)
I	0,37 ^a (0,073)(2)	0,035 ^{n.s.} (0,051)	0,007 ^{n.s.} (3)	0,081 ^c (0,041)	0,063 ^d (0,033)	0,233 ^e (0,057)	0,057 ^b (0,021)	0,006 ^d (0,003)	0,944	0,53	0,315	1,997 (0,166)	-	-	-	153	24,39	14,37
II	0,363 ^a (0,093)	0,049 ^{n.s.} (0,063)	0,157 ^c (0,072)	-0,024 ^{n.s.} (0,072)	0,060 ^f (0,038)	0,392 ^a (0,117)	0,024 ^{n.s.} (0,040)	0,070 ^{n.s.} (0,068)	1,019	0,43	0,400	1,646 (0,242)	-	-	-	101	12,35	14,73
III	0,201 ^b (0,066)	0,029 ^{n.s.} (0,040)	-0,022 ^{n.s.} (0,052)	0,132 ^e (0,058)	0,038 ^e (0,033)	0,173 ^d (0,033)	0,077 ^b (0,026)	-0,011 ^{n.s.} (0,031)	0,630	0,56	0,295	2,374 (0,246)	-	-	-	93	15,35	7,31
IV	0,067 ^{n.s.} (0,276)	0,034 ^{n.s.} (0,113)	0,018 ^{n.s.} (0,105)	-0,051 ^d (0,102)	0,277 ^c (0,127)	-0,111 ^{n.s.} (0,231)	-0,136 ^d (0,073)	0,097 ^{n.s.} (0,129)	0,464	0,45	0,384	2,451 (0,598)	-	-	-	36	4,58	4,00
I + II + III + IV	0,276 ^a (0,043)	0,051 ^d (0,026)	0,053 ^c (0,029)	0,057 ^d (0,022)	0,116 ^a (0,024)	0,243 ^a (0,057)	0,045 ^b (0,015)	0,054 ^d (0,031)	0,206	0,61	0,350	1,915 (0,108)	-0,008 ^{n.s.} (0,04)	0,03 ^{n.s.} (0,05)	0,03 ^{n.s.} (0,03)	363	75,97	45,42
I + II	0,301 ^a (0,058)	0,041 ^{n.s.} (0,040)	0,065 ^d (0,036)	0,032 ^{n.s.} (0,037)	0,116 ^a (0,033)	0,316 ^a (0,077)	0,027 ^d (0,019)	-0,075 ^d (0,041)	0,971	0,54	0,361	1,792 (0,137)	-0,024 ^{n.s.} (0,049)	-	-	254	31,99	31,39
II + III	0,213 ^a (0,059)	0,050 ^f (0,037)	0,089 ^d (0,045)	0,031 ^{n.s.} (0,043)	0,126 ^b (0,035)	0,242 ^a (0,076)	0,036 ^f (0,022)	0,033 ^{n.s.} (0,044)	0,902	0,51	0,371	1,605 (0,172)	0,039 ^{n.s.} (0,057)	-	-	194	23,31	25,43
III + IV	0,217 ^a (0,066)	0,033 ^{n.s.} (0,038)	-0,023 ^{n.s.} (0,048)	0,029 ^e (0,043)	0,115 ^b (0,037)	0,142 ^e (0,087)	0,037 ^a (0,024)	0,010 ^{n.s.} (0,046)	0,679	0,56	0,318	2,396 (0,240)	0,016 ^{n.s.} (0,071)	-	-	129	9,63	12,03



(1) - Níveis de significância: $\alpha = a = 0,1\%$; $\alpha = b = 1\%$; $\alpha = c = 5\%$; $\alpha = d = 10\%$; $\alpha = e = 2\%$; $\alpha = f = 20\%$.
 (2) - Os valores entre parênteses correspondem os respectivos erros padrão.
 (3) - n.s. é igual a não significativo.
 (4) - SJS é a soma dos quadrados dos resíduos.
 (5) - R² é o coeficiente de correlação múltipla ajustado.
 (6) - Sy.x corresponde ao erro padrão da estimativa.
 (7) - S₁, S₂, S₃ correspondem as variáveis "Durty" utilizadas para mensurar as diferenças nos interceptos das funções de produção.

Observa-se que em todas as comparações realizadas não se observam diferenças significantes, nos interceptos. Para testar a diferença entre os coeficientes de regressão, utilizou-se como procedimento estatístico o teste de Chow (6). Os resultados do quadro 7 mostram que há diferença entre os das regressões dos estratos, em relação ao agregado "Todas as Empresas", a 5% de significância.

Quadro 7 - Comparação dos Coeficientes de Regressão das Funções de Produção (b_i 's) dos Diferentes Tamanhos de Estabelecimentos e do Agregado "Todas as Empresas". Seridó/Rio Grande do Norte. Ano - 1971/72. (Teste de Chow).

E S T R A T O S	DIFERENÇA DOS COEFICIENTES (b_i 's) (1)	
	TESTE "F"	GRAUS DE LIBERDADE
Todas as Empresas	1,81	24 ; 347
I x II	2,83	8 ; 236
II x III	3,33	8 ; 176
III x IV	0,88	8 ; 111

(1) - Nível de significância $\alpha = 0,05$.

As comparações entre as regressões dos estratos (I e II) e (II e III) também são diferentes, enquanto que os estratos III e IV revelaram-se ser iguais àquele mesmo nível de significância, permitindo-se estimar uma única equação com as informações dessas empresas. Dessa forma, os resultados conduzem a se aceitar como verdadeira a hipótese de diferença nas funções de produção para os diversos tamanhos de empresas, podendo-se esquematizar os estratos em função da área e pela diferença na relação fator/produto. No quadro 8 são apresentados os tamanhos dos vários estratos considerados.

Quadro 8 - Estratos de Empresas em Função da Área e da Função de Produção - Região Seridó/Rio Grande do Norte.

ESTRATOS	INTERVALO DE CLASSE (ha)	ÁREA MÉDIA (ha)
I	20,00 - 46,35	30,50
II	46,35 - 93,63	65,40
III + IV	93,64 - 1000,00	252,10

FONTE: Dados da Amostra.

Para estas empresas ^{6/}, as variáveis independentes explicam de 48% a 56% da variação da renda bruta. A grande proporção de variação na renda bruta não explicada no modelo talvez se deva ao problema de mensuração das variáveis.

Em todos os estratos as variáveis, área agrícola (X1), despesas diversas (X5) e mão-de-obra (X6) são significantes estatisticamente no processo de produção. Observa-se no entanto, que animais produtivos (X7), e equipamentos (X4), são significantes para a produção apenas nos estratos I e III + IV (quadro 6).

As matrizes de correlação simples e parcial podem ser vistas no Apêndice 1.

3.2. Resultados Econômicos

3.2.1. Uso dos Fatores

As elasticidades de produção para área agrícola (X1) evidenciam

^{6/} Considerando-se que as funções de produção são diferentes entre os estratos, não será feita mais análise da função de produção para o agregado "Todas as Empresas".

que um aumento de 10% no uso deste fator, mantendo os demais fatores constantes, corresponderá a acréscimos na renda bruta, de 3,8%, 3,5%, e 2,2%, respectivamente, para os estratos I, II e III + IV.

A participação dos fatores e a renda bruta da empresa média de cada estrato podem ser examinadas no quadro 9. O uso médio do fator terra no processo produtivo é de 21 hectares no estrato I, 37 hectares no estrato II e 131 hectares para o estrato III + IV, sendo utilizado com agricultura, principalmente para as culturas do algodão, milho e feijão e com a pecuária, na produção de pastos nativos ou exóticos.

Quadro 9 - Participação Média dos Fatores e Renda Bruta Média nos Estratos. Seridó/Rio Grande do Norte. Ano - 1971/1972.
(Média Aritmética)

ESPECIFICAÇÃO	I		II		III + IV	
	TOTAL	%	TOTAL	%	TOTAL	%
TERRA (hectares)	21	100	37	100	131	100
. Área Agrícola	6	28	11	30	21	16
. Área com capineira	1	5	1	3	2	1
. Área com pasto nativo	14	67	25	67	108	83
TRABALHO						
a) Mão-de-Obra dias/homens	217	100	360	100	629	100
. Na agricultura	142	65	225	62	391	62
. Na pecuária	75	35	135	33	238	38
b) Tração Animal dias/animais	17	100	32	100	56	100
. Na agricultura	13	76	19	59	39	70
. Na pecuária	4	24	13	41	17	30
CAPITAL FIXO (Cruzeiros)	3.701	100	6.903	100	20.641	100
. Benfeitorias	454	12	806	12	1.984	10
. Equipamentos	72	2	127	2	396	2
. Rebanho bovino	2.994	81	5.434	79	17.833	86
. Outros tipos de rebanho	181	4	536	7	428	2
DESPESAS DIVERSAS (Cruzeiros)	223	100	581	100	1.408	100
. Na agricultura	43	19	95	16	1.209	86
. Na pecuária	180	81	486	74	199	14
VALOR DA PRODUÇÃO	2.626	-	4.439	-	10.886	-

FONTE: Dados da Amostra.

Com relação ao total da área dedicada ao sistema agropecuário, as empresas do estrato III + IV utilizam menor percentual de área agrícola que as empresas dos estratos I e II. Em todos os estratos, o maior percentual no uso do fator terra é com pastagens. Este fato está associado à baixa capacidade de suporte das pastagens, o que obriga os empresários a destinar maior área para o sustento do rebanho (31). A menor possibilidade de oferta de áreas com pastagens entre os estratos determina modificações no uso de insumos correntes para a pecuária. Observa-se que nos estratos I e II, dos gastos em "despesas diversas" (X5), mais de 80% são destinados à pecuária através de insumos, como vacinas, medicamentos e concentrados, enquanto que as empresas do estrato III + IV dedicam apenas 14% a este tipo de despesa. Estes resultados parecem confirmar também a adoção pelas pequenas e médias empresas, do sistema predominantemente semi-extensivo na exploração dos rebanhos, e pelas grandes empresas (estrato III + IV) a adoção da criação predominantemente extensiva ^{7/}, o que se refletem em menores produtividades médias e marginais, para o fator animais produtivos (X7), nessas últimas empresas.

^{7/} As empresas, comumente, adotam para a exploração pecuária o sistema de criação extensivo e o semi-extensivo. A caracterização desses sistemas é:

Sistema Extensivo é predominante na Região Seridô/RN e é caracterizado pela solta dos animais nas áreas de pastagem nativa durante todo o ano. Os cuidados profiláticos são mínimos, pois, em geral, é feita a vacinação apenas contra a febre aftosa. A suplementação volumosa e de concentrados não é oferecida aos animais.

Sistema Semi-Extensivo é próprio para os animais em produção, especialmente, as vacas em lactação. Há melhor aproveitamento dos recursos naturais disponíveis, utilizando pequenas áreas para capineiras. Em geral os animais são mantidos à vista do criador, sendo oferecida ração volumosa e concentrada com regularidade, principalmente nas épocas de maior estiagem. As coberturas das matrizes são controladas, de modo que as parições são mais regulares. Há maior assistência profilática para o rebanho.

Verifica-se, por outro lado, que as produtividades médias ^{8/} da área agrícola (X1) e mão-de-obra (X5) crescem com o tamanho da empresa. Este comportamento, supõe-se, está correlacionado a incorporações no processo produtivo de terras mais férteis e à melhor utilização da mão-de-obra nas empresas de maior dimensão. Nas empresas dos estratos I e II, o uso intensivo dos solos agrícolas, sem medidas de conservação da fertilidade e a utilização de áreas de inferior qualidade na agricultura, provavelmente, tornam-se responsáveis pela menor produtividade média desse fator (quadro 10).

O relacionamento entre o valor do produto marginal ^{9/} e o preço do fator permite identificar os níveis ótimos de utilização dos recursos ^{10/}. O quadro 11 mostra a necessidade ou não de realocação de re-

8/ O valor do produto médio é expresso pela relação Y/X_i , onde Y, refere-se a renda bruta total e X_i a quantidade do fator variável usado.

9/ O termo valor do produto marginal (VPM_{gxi}) do fator X_i reflete a relação entre o acréscimo do valor do produto obtido pela adição de mais uma unidade do fator variável. É expresso utilizando a função Cobb-Douglas pela fórmula:

$$VPM_{gxi} = b_i \frac{Y}{X_i} \text{ onde}$$

b_i é a elasticidade de produção do fator X_i

X_i é a quantidade do fator X_i (média geométrica)

Y_i é o valor da renda bruta (média geométrica), para todo $i(1,2,\dots n)$.

LADEIRA (19), informa que: "Segundo Heady e Dillon esta é a melhor maneira de se avaliar a produtividade marginal dos fatores na função Cobb-Douglas".

O produto marginal assim calculado é aquele que corresponde ao ponto médio do fator considerado. E acrescenta que as estimativas das produtividades marginais com os fatores em suas médias geométricas, conduzem a menores erros ao se estimar sua variância.

10/ As condições suficientes para obtenção de um máximo são: que a derivada, 1ª da equação de lucro em relação aos fatores (X_i) seja igual a zero ou, em outras palavras, o valor do produto marginal do fator = preço do fator ($VPM_{aXi} = PX_i$). No caso específico da função Cobb-Douglas esta condição é atendida quando:

$$Y > 0; \quad A > 0; \quad 0 < b_j < 1.$$

curso para cada fator. Com relação as áreas agrícolas (X1) e despesas diversas (X5), os resultados indicam que, para todos os tamanhos de empresas deve-se incentivar maior uso desses fatores. Esta condição de desequilíbrio de despesas diversas pode se relacionar à propensão dos produtores, de não aceitar maiores riscos no uso de insumos correntes, de terminando desta forma, um lento processo de ajustamento para chegar ao equilíbrio ^{11/}.

Para a variável mão-de-obra (X5), há indicações de que um nível de utilização esteja mais ou menos em equilíbrio. Isto é o que se espera, já que a mão-de-obra é o fator mais variável, sendo a quantidade deste fator rapidamente ajustada de acordo com as necessidades no processo produtivo. Acredita-se que o preço real da mão-de-obra em cada estrato seja um preço ponderado entre os valores considerados no estudo, o preço de trabalhadores contratados e o custo de oportunidade estimado para a mão-de-obra familiar (12). Admite-se que nos estabelecimentos do estrato III + IV, o trabalho familiar tenha menos importância no uso total da mão-de-obra utilizada, de tal modo que o preço ponderado seria mais alto para este estrato do que para os estratos I e II, onde seria maior o uso de mão-de-obra familiar. Nesse raciocínio, a esses níveis de preços, o uso da mão-de-obra está muito próximo do nível ótimo em todos os estratos.

Quanto ao fator animais produtivos, os resultados levam à indicação de uso além do ponto ótimo. No estanto, deve-se lembrar que o animal produtivo aumenta de valor de um período para outro, bem como pode provocar o aumento quantitativo do rebanho pela procriação. Deste modo, acredita-se que o verdadeiro valor do produto marginal (UPMgX7) seja superior ao valor estimado em cada estrato.

^{11/} Para o uso ótimo dos recursos tem-se de observar que as decisões do empresário no emprego dos fatores são feitas, considerando uma produção esperada. É possível que, por causa de variação climática ou outros fatores a produção seja maior ou menor do que se esperava. O fato das decisões serem tomadas anteriormente à produção, talvez seja responsável pelas condições de desequilíbrio no uso dos insumos.

Quadro 10 - Valores das Produtividades Médias (1) e Marginais e Preços dos Fatores nos Diferentes Estratos. Seridó/Rio Grande do Norte. Ano - 1971/1972 (2).

ESTRATOS	ÁREA AN		OLA (X ₂)			BENEFICÓRIA (X ₃)			EQUIPAMENTO (X ₄)			DESPESAS DIVERSAS (X ₅)			MÃO-DE-OBRA (X ₆) (3)			MANTENIMENTO PRODUTIVOS (X ₇)						
	VP/ha	VP/ha	Px	VP/ha/Px	VP/ha	VP/ha	Px	VP/ha/Px	VP/ha	Px	VP/ha/Px	VP/ha	VP/ha	Px	VP/ha/Px	VP/ha	Px	VP/ha/Px	VP/ha	Px	VP/ha/Px			
I	402	152	17,50	9	-	-	-	87	7,02	1,07	7	40	2,54	4,12	2	10	2,42	a) 4,50 b) 2,25	0,5	1,0	9	0,50	1,07	0,5
II	405	143	17,50	8	7	1,12	1,07	1	-	-	-	100	5,99	1,12	5	11	4,18	a) 4,50 b) 2,25	1,0	1,9	4	-	-	-
III + IV	510	110	17,50	6	-	-	-	62	5,57	1,07	5	20	2,34	1,12	2	15	2,03	a) 4,50	0,5	0,5	3	0,22	1,07	0,2

(1) - VP/ha_{xi} - Corresponde ao Valor do Produto Médio de X_i (Média Aritmética).

VP/ha_{xi} - Corresponde ao Valor do Produto Marginal de X_i calculado pela Expressão: $bi \frac{Y}{X_i}$ onde, bi é igual a elasticidade de produção do fator X_i;

PX_{xi} - Corresponde ao Preço do Fator. Para mão-de-obra a) Preço para mão-de-obra contratada; b) Preço estimado para mão-de-obra familiar.

(2) - Não se calculou produtividades médias e marginais para as variáveis não significativas no processo de Produção.

(3) - O preço de diária para mão-de-obra familiar, convencionou-se imputar em 50% do preço para mão-de-obra contratada. Este fato baseia-se na hipótese de que o custo de oportunidade da mão-de-obra familiar diminui após os períodos de maior absorção de mão-de-obra (períodos críticos), correspondentes às fases de preparo do solo, plantio e colheita da produção.

3.2.2. Retornos à Escala

Os retornos à escala dos fatores são analisados através dos somatórios dos coeficientes de regressão, estimadas para a função Cobb Douglas (quadro 6). Para as empresas médias dos quadros I e II, os somatórios dos coeficientes de regressão foram 0,944 e 1,019, não diferindo da unidade ao nível de um por cento de significância. A este mesmo nível de significância, o somatório das elasticidades de produção para o estrato III + IV (0,679), difere da unidade. Estes resultados evidenciam retornos à escala constantes para as empresas dos estratos I e II e decrescentes para o estrato III + IV, significando que um aumento de 10% no uso de todos os fatores correspondem a um aumento de 10% na renda bruta nos estratos I e II e de 6,8% no estrato III + IV.

Uma razão porque as grandes empresas apresentam retornos decrescentes pode estar relacionada à maior dificuldade em administrar essas empresas. É reconhecido que no Seridó/RN as empresas dos estratos I e II recebem maior assistência dos seus proprietários em todas as fases da cultura, e a pecuária é explorada num sistema predominantemente semi-extensivo, contribuindo para que tenham retornos constantes, pelo acréscimo em todos os recursos utilizados na exploração agropecuária.

Com relação às propriedades do estrato III + IV, o fator da exploração agropecuária ser, em muitos casos, atividade complementar na formação da renda do empresário, com administração direta entregue a terceiros, com agricultura explorada em grande parte em regime de parceria, e a pecuária submetida ao regime predominantemente extensivo de criação, inclusive utilizando pastagens de inferior qualidade, comprometendo a fertilidade e o crescimento normal do rebanho, pode-se constituir em elemento explicativo da elevação dos custos unitários do empreendimento na grande empresa.

3.2.3. Tração Animal

Dos 383 proprietários entrevistados, 68% usam tração animal no

empreendimento agropecuário, principalmente nas atividades agrícolas (quadro 9), sendo que 29% deles trabalham com animais alugados. Numa análise mais detalhada desses dados, evidenciou-se que nos estratos I e II a utilização de força animal própria atinge apenas 45% e 67% respectivamente.

As empresas com tração animal têm uma área agrícola média de 14,5 hectares e uma renda bruta de Cr\$ 7.354,00, enquanto que as empresas sem a força animal têm área agrícola inferior em 45% e renda bruta menor em 50% (quadro 11).

Quadro 11 - Uso Médio da Mão-de-Obra, Área Agrícola e Renda Bruta das Empresas no Sistema Agropecuário com e sem Tração Animal. Seridó/Rio Grande do Norte. Ano - 1971/1972. (Média Aritmética)

R E C U R S O S	EXPLORAÇÃO AGROPECUÁRIA		ACRÉSCIMO PERCENTUAL COM TRAÇÃO
	COM TRAÇÃO	SEM TRAÇÃO	
Área Agrícola (hectare)	14,5	8	45%
Mão-de-Obra (dias/homem)	420	350	17%
Renda Bruta (cruzeiro)	7.354	3.647	50%
Tração Própria (%)	71	-	-
Tração Alugada (%)	29	-	-
Número de Observações	255	128	-

FONTE: Dados de Amostra.

Os ajustamentos das funções de produção das empresas com e sem tração animal são estatisticamente significantes ao nível de um por cento. As variáveis incluídas no modelo explicam de 52 a 61% de variação da renda bruta, sendo o restante explicado por fatores aleatórios. (Quadro 12).

Quadro 12 - Resultados Estatísticos das Funções de Produção das Empresas nos Sistemas de Exploração com e sem Tração Animal e do Agregado "Todas as Empresas". Seridó/Rio Grande do Norte. Ano - 1971/1972. (1), (2), (3), (4), (5).

FUNÇÃO DE PRODUÇÃO POR GRUPO DE EMPRESAS	ÁREA AGRÍCOLA (X ₁)	ÁREA DE PASTOS (X ₂)	DESEMI-TORIAS (X ₃)	ESTOJA VENTOS (X ₄)	DESPESAS DIVERSAS (X ₅)	ÍNDICE DE OBRAS (X ₆)	ANIMAIS PRODUTIVOS (X ₇)	TRAÇÃO ANIMAL (X ₈)	S ₁	SOMA DOS COEFICIENTES	R ²	SY.X	INTERCEPTO (A)	NÚMERO DE OBSERVAÇÕES	ESTADÍSTICA "F"	SOS (5)
A - Empresas que não utilizam tração animal	0,317 ^a (0,072)	0,094 ^d (0,056)	0,061 ^{n.s.} (0,049)	0,022 ^{n.s.} (0,058)	0,163 ^a (0,047)	0,235 ^b (0,096)	0,039 ^e (0,030)	-	-	0,942	0,52	0,41	1,32 (0,109)	120	21,3	20,26
B - Empresas que utilizam tração animal	0,224 ^a (0,57)	0,036 ^{n.s.} (0,029)	0,056 ^e (0,036)	0,078 ^e (0,033)	0,069 ^a (0,029)	0,275 ^a (0,074)	0,047 ^a (0,016)	0,059 ^e (0,042)	-	0,855	0,61	0,31	1,95 (0,057)	255	59,6	24,66
C - Todas as Empresas (3)	0,278 ^a (0,043)	0,050 ^d (0,026)	0,061 ^c (0,028)	0,055 ^d (0,025)	0,119 ^a (0,025)	0,249 ^a (0,057)	0,044 ^a (0,015)	0,024 ^{n.s.} (0,041)	0,060 ^{n.s.} (0,053)	0,860	0,61	0,35	1,90 (0,109)	333	57,6	45,72

(1) - Os níveis de significância considerados foram: a = 1%, α = b = 2%, α+c = 5%, α+d = 10, α = e=20%.

(2) - Os valores entre os parênteses correspondem aos respectivos erros padrão.

(3) - Para mensurar a diferença nos interceptos das funções de produção dos grupos de Empresas utilizou-se a variável Dummy, atribuindo valor 10 para as Empresas que usam tração animal e valor 1 para as empresas que não usam a tração animal no empreendimento.

(4) - n.s. = não significativo.

(5) - SOS Corresponde a soma dos quadrados dos resíduos.



Observa-se que as elasticidades de produção dos fatores variam com o sistema de produção, usando ou não tração animal. Uma variável muda (S1) foi introduzida para verificar possíveis mudanças nos interceptos. Utilizou-se o teste de Chow para mensurar as diferenças estatísticas dos coeficientes de regressão. O quadro 13 mostra que as elasticidades de produção (bi's) são iguais, a 5% de significância, em ambos os sistemas. O coeficiente de S1 também não foi significativo. Dessa forma, chega-se a conclusão de que, além da presença da tração animal, não há diferenças entre as duas funções de produção.

Quadro 13 - Teste de Significância da Diferença dos Coeficientes das Funções de Produção, com e sem Tração Animal. Seridó/Rio Grande do Norte. Ano - 1971/1972.
(Teste de Chow).

EMPRESAS	DIFERENÇA NOS COEFICIENTES (bi's)	
	TESTE "F"	GRAUS DE LIBERDADE
Exploração com Tração x Exploração sem Tração Animal	0,91	7 ; 366

Nível de significância $\alpha = 0,05$

A tração animal apresenta-se significativa para a produção ao nível de 20% de significância e com um retorno líquido de 12 até 17%^{12/} (quadros 12 e 14). A taxa marginal de retorno para a área agrícola

^{12/} Para mensurar a taxa marginal de retorno (TMaR) da tração animal e da área agrícola utilizaram-se as equações ajustadas especialmente para as empresas com e sem tração animal.

$$TMaR_{xi} = \frac{VPMaXi - PXi}{PXi} \quad \text{onde}$$

TMaR_{Xi} = Taxa marginal de retorno do fator Xi, para todo i=(1,2...n)

VPMaXi = Valor do produto marginal do fator Xi

PXi = Preço do fator Xi



(X_1) mostra alta lucratividade, indicando amplas possibilidades de investimento, principalmente para as empresas que não utilizam a força animal na agricultura. A viabilidade de maior aproveitamento deste investimento reside em introduzir uma tecnologia no processo de produção, que permita expandir substancialmente a área cultivada. O uso da tração animal atende a esses requisitos. A figura 2 mostra o efeito esperado (22) da tração animal sobre os rendimentos da área agrícola, determinando o deslocamento da curva do valor do produto marginal. Evidencia também o aumento da área cultivada ($A_2 - A_1$) e o correspondente decréscimo no valor do produto marginal de terra ($VPMa_1 - VPMa_2$) quando se utiliza tração animal no empreendimento. Para a região em estudo a redução no valor de produto marginal da área agrícola para as empresas com tração animal, é de 20% em relação as empresas que não usam a força animal (quadro 15). Este fato pode ser explicado porque a tração animal tem maiores efeitos sobre o aumento da área agrícola do que sobre a elevação dos rendimentos.

Valor do Produto
Marginal da Área
Agrícola

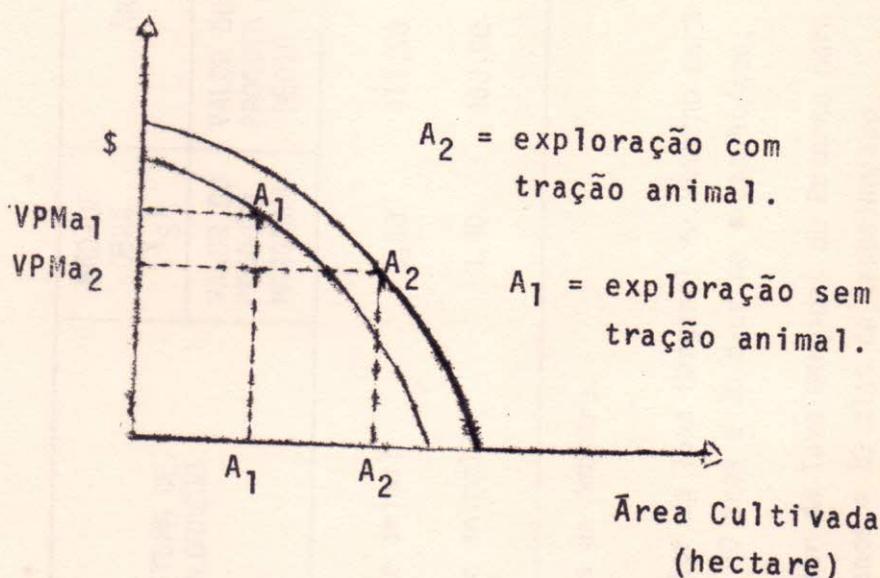


Fig. 2 - Valor da produtividade marginal da área agrícola nas empresas com tração e sem tração animal.

Quadro 14 - Valores das Produtividades Médias e Marginais, Taxas Marginais de Retorno da Área Agrícola e Tração Animal nos Sistemas de Exploração Agropecuária com Tração e sem Tração Animal. Seridó/Rio Grande do Norte. Ano - 1971/1972. (Média Geométrica).

SISTEMA DE EXPLORAÇÃO	MÃO-DE-OBRA (X_6)		ÁREA AGRÍCOLA (X_1)			TRAÇÃO ANIMAL (X_8)		
	VALOR DO PRODUTO MARGINAL		VALOR DO PRODUTO MÉDIO	VALOR DO PRODUTO MARGINAL	TAXA MARGINAL DE RETORNO (%)	VALOR DO PRODUTO MÉDIO	VALOR DO PRODUTO MARGINAL	TAXA MARGINAL DE RETORNO (%)
- Sem tração animal	2,50		411,50	130,00	645	-	-	-
- Com tração animal	3,40		463,00	104,00	492	168,00	9,90	a) 17 b) 12

FONTE: Dados da Amostra.

(1) - a) valor da Taxa Marginal de Retorno para tração animal, estimando-se a vida útil do cultivador em 10 anos e 30 dias de trabalho/ano;

b) valor da Taxa Marginal de Retorno para tração animal, com vida útil do cultivador avaliada em 5 anos e 30 dias de trabalho/ano.

A introdução do cultivador a tração animal tem mais efeito no deslocamento da curva do valor do produto marginal da mão-de-obra porque o cultivador animal aumenta mais a produtividade da mão-de-obra do que da terra. Então apesar do aumento do uso da mão-de-obra o valor do produto marginal aumento com sua introdução, como é mostrado na Figura 3.

Valor do Produto
Marginal da Mão-
de-Obra.

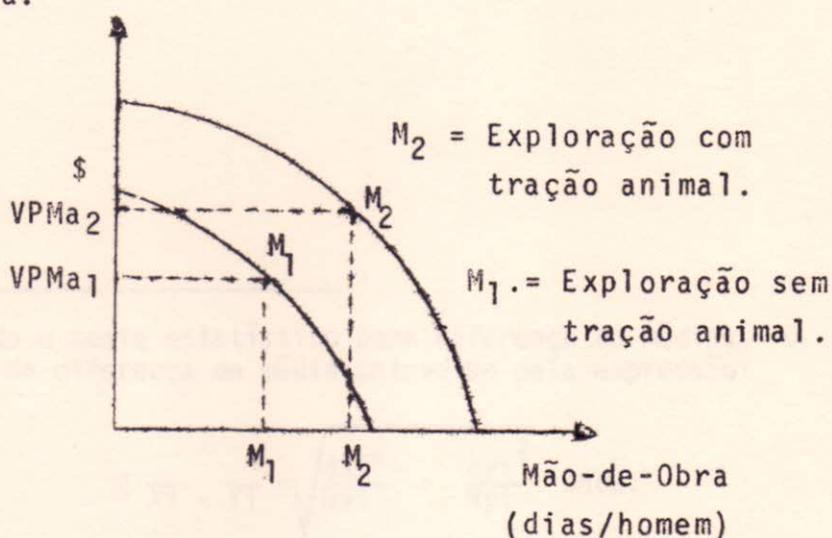


Fig. 3 - Valor da produtividade da mão-de-obra nas empresas com tração e sem tração animal.

Verifica-se entretanto que, mesmo sendo a tração animal uma tecnologia poupadora de mão-de-obra, pelo efeito na produtividade do trabalho, há um incremento de dias/homem correspondente ao diferencial ($M_2 - M_1$) a favor das empresas com tração animal, uma vez que cultivam uma área agrícola muito superior à das empresas sem tração animal. O quadro II mostra que no sistema agropecuário do Seridô, as empresas com tração utilizam 17% a mais de mão-de-obra, em relação às empresas que não adotam essa tecnologia.

Considerando que a tração animal se destina com mais intensidade às atividades agrícolas (quadro 9), procurou-se mensurar o desempenho da mão-de-obra utilizada pela agricultura nas empresas que adotam ou não a força animal, nos diferentes tamanhos de empresas. Os resultados do quadro 15 mostram que a produtividade da mão-de-obra é maior para as empresas com tração animal, aos níveis de significância de 1%, 2% e 10% ^{13/}. Estes acréscimos na renda média estão correlacionados com o aumento de área cultivada por unidade de mão-de-obra (quadro 16).

13/ Aplicado o teste estatístico para diferença de médias. O desvio padrão da diferença de média obteve-se pela expressão:

$$\delta \bar{X}_i - \bar{Y}_i = \sqrt{\frac{\delta x_i^2}{N_{X_i}} + \frac{\delta y_i^2}{N_{Y_i}}} \text{ onde,}$$

δX_i^2 = variância da média (\bar{X}_i)

δY_i^2 = variância da média (\bar{Y}_i)

N_{X_i} = tamanho da amostra X_i

N_{Y_i} = tamanho da amostra Y_i

Como δX_i^2 e δY_i^2 não são conhecidas, foi necessário estimá-las por meio dos valores amostrais. Tal aproximação constitui um erro. Porém, para amostras maiores de 50, este erro não é sério (12).

A estatística apropriada é "t", sendo:

$$t = \frac{\bar{X}_i - \bar{Y}_i}{\delta \bar{X}_i - \bar{Y}_i}, \text{ com } (N_{X_i} + N_{Y_i} - 2) \text{ graus de liberdade}$$

Quadro 15 - Valores das Produtividades Médias da Mão-de-Obra na Exploração Agrícola sem Tração e com Tração Animal, nos Estratos I, II, III + IV. Seridô/Rio Grande do Norte. Ano - 1971/1972. (Média Aritmética).

ESTRATOS	SEM TRACÇÃO ANIMAL	COM TRACÇÃO ANIMAL	TESTE "t" (2)	GRAUS DE LIBERDADE
	REND A BRUTA POR MÃO-DE-OBRA (1)			
I	10,20 (5,70) N=48	15,40 (10,10) N=90	3,88***	136
II	13,20 (8,31) N=23	18,20 (10,90) N=66	2,28**	87
III + IV	13,20 (7,83) N=24	17,00 (13,90) N=92	1,70*	114

FONTE: Dados da Amostra.

(1) - Renda bruta medida em cruzeiros

Mão-de-Obra mensurada em dias/homem.

Os valores entre parênteses correspondem aos respectivos erros padrão.

N corresponde ao número de observações.

(2) - Níveis de significância

* $\alpha = 10\%$

** $\alpha = 5\%$

*** $\alpha = 1\%$

Quadro 16 - Relação entre Área Agrícola por Mão-de-Obra nos Sistemas de Exploração Agrícola sem Tração e com Tração Animal, nos Estratos I, II e III + IV. Seridô/Rio Grande do Norte. Ano - 1971/1972. (Média Aritmética).

ESTRATOS	SEM TRACÇÃO ANIMAL	COM TRACÇÃO ANIMAL	TESTE "t" (2)	GRAUS DE LIBERDADE
	ÁREA AGRÍCOLA POR MÃO-DE-OBRA (1)			
I	0,04 (0,020) N=48	0,05 (0,033) N=90	3,25***	136
II	0,04 (0,023) N=23	0,05 (0,028) N=66	1,72*	87
III + IV	0,05 (0,034) N=24	0,07 (0,064) N=92	2,07**	114

FONTE: Dados de Amostra.

(1) Área agrícola avaliada em hectares

Mão-de-obra mensurada em dias/homem

Os valores entre parênteses correspondem aos respectivos erros padrão.

N corresponde ao número de observações.

(2) Níveis de significância

* $\alpha = 10\%$

** $\alpha = 5\%$

*** $\alpha = 1\%$

Por outro lado, investigando as diferenças de desempenho da mão-de-obra na agricultura com tração animal entre os estratos, observa-se que a produtividade média da mão-de-obra apenas é diferente entre as empresas dos estratos I e II, ao nível de significância de 20%. (quadro 17).

Quadro 17 - Comparação da Renda Bruta/Mão-de-Obra e Área Agrícola/Mão-de-Obra entre os Estratos, na Exploração Agrícola com Tração Animal. Seridô/Rio Grande do Norte. Ano - 1971/1972. (Média Aritmética)

AGRICULTURA COM TRAÇÃO ANIMAL	DIFERENÇA ENTRE ESTRATOS					
	I x II		II x III		I x III + IV	
	TESTE "t"	GRAUS DE LIBERDADE	TESTE "t"	GRAUS DE LIBERDADE	TESTE "t"	GRAUS DE LIBERDADE
Área Agrícola por mão-de-obra	-	-	2,65**	156	2,65**	180
Renda bruta por mão-de-obra	1,63*	154	0,60	156	0,88	180

Níveis de significância

* $\alpha = 20\%$

** $\alpha = 1\%$

Para a relação área por mão-de-obra, as comparações entre estratos indicam que o trabalhador na grande empresa cultiva maior área agrícola por unidade de mão-de-obra empregada. Essa variação no comportamento do trabalhador neste estrato, possivelmente está associada ao fato de que na grande empresa o sistema de produção agrícola é notadamente mais extensivo, dedicando-se à cultura do algodão arboreo e limitando as culturas de subsistência (milho e feijão) às necessidades mínimas dos parceiros. Dessa forma, as exigências de mão-de-obra são

menores e a habilidade do trabalhador aumenta, porque cada homem pode cultivar mais terra.

Considerando que a área agricultável seja igual entre as empresas que adotam ou não a força animal, os resultados do quadro 18 induzem a se afirmar que as empresas que não adotam a tração animal poderão expandir sua agricultura em 20% no estrato I, 28% no estrato II e 52% no estrato III + IV. Por outro lado, é provável que para as empresas que utilizam a força animal, a expansão da área agrícola seja possível apenas no estrato III + IV, uma vez que nas empresas dos estratos I e II com essa tecnologia, é possível que está sendo utilizada toda a área disponível para a agricultura.

Quadro 18 - Área Agrícola nos Sistemas com e sem Tração Animal, nos Estratos I, II e III + IV. Seridó/Rio Grande do Norte. Ano - 1971/1972 (Média Aritmética)

ESTRATOS	EXPLORAÇÃO AGRÍCOLA		ACRÉSCIMO PERCENTUAL DE ÁREA COM TRAÇÃO
	SEM TRAÇÃO	COM TRAÇÃO	
I	5,10	6,30	20%
II	8,00	11,10	28%
III + IV	12,10	25,00	52%

FONTE: Dados da Amostra.

CAPÍTULO IV

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

4.1. Conclusões

Os resultados deste estudo mostram que existe, na Região Seridó/RN, diferenças significantes nas funções de produção dos estabelecimentos agropecuários com tamanhos médios de 30, 65 e 250 hectares. Em relação ao tamanho das empresas, os pequenos e médios estabelecimentos usam maior proporção de área agrícola (X1), do que as grandes empresas. Comparando-se com os demais fatores, a variável área agrícola (X1) apresenta mais alta elasticidade de produção (exceção de mão-de-obra no estrato II), sendo decrescente com o tamanho do estabelecimento, o que implica em dizer que as variações neste insumo, mantidos os demais fatores constantes, permitem maior resposta na produção para as pequenas e médias empresas, do que para as grandes.

A subutilização da área agrícola (X1) fica evidenciada em todos os estratos, quando se compara o valor do produto marginal do fator com o custo de oportunidade do mesmo. Aumentos nos lucros das empresas podem se alcançar através do uso adicional da área agrícola. Esta situação sugere que uma política de crédito bem formulada para a expansão da área agrícola poderia conduzir a aumentos na renda bruta. É provável que a expansão de área agrícola seja limitada apenas para as pequenas e médias empresas, principalmente aquelas que utilizam a força animal no processo de produção, dada a alta proporção de área agrícola já utilizada por essas empresas.

As altas taxas marginais de retorno da área agrícola favorecem a expansão da tração animal, uma vez que permitirão aumentar substancialmente a área cultivada. Das propriedades pesquisadas, 68 por cento

utilizavam tração animal. A extensão do uso deste fator à maioria das outras empresas poderá facilitar a expansão da área cultivada e aumentar a produtividade da mão-de-obra e a renda. Para o caso dos pequenos proprietários, que não têm acesso a mais terras de boa qualidade, o aumento da área cultivada pode ocasionar rendimentos menores e inclusive aumentar a erosão. Esta possibilidade deve ser pesquisada no futuro.

Embora seja crescente a participação de animais produtivos (X7) com o tamanho da empresa, as produtividades médias e marginais do fator são decrescentes. Estes resultados parecem estar correlacionados ao nível de extensividade da exploração pecuária. As pequenas empresas (estrato I), por limitação de pastagem, adotam o sistema predominantemente semi-intensivo de exploração, com maiores gastos em vacinas, medicamentos e ração suplementar para o rebanho, permitindo obter melhores rendimentos. Por outro lado, na grande empresa, o regime extensivo de criação se reflete em menores níveis de eficiência técnica para aquele fator.

As empresas do estrato I e II apresentam retornos constantes à escala. Para os estabelecimentos do estrato III + IV, os retornos são decrescentes à escala. Essas modificações nos custos unitários, estão associadas às diferenças no sistema de produção das empresas.

4.2. Sugestões

No que pesem as limitações impostas pelo modelo de análise e a forma de mensuração das variáveis, acredita-se que os resultados do estudo sejam úteis como indicadores para implementação de programas de desenvolvimento, bem como futuras pesquisas na região do Seridó, Estado do Rio Grande do Norte.

Em futuros trabalhos sobre a região, deve-se ter grande cuidado na especificação do modelo, buscando-se novas variáveis que possam

influir no processo produtivo, como a habilidade empresarial e o crédito, entre outras. Um outro aspecto a ser levado em consideração é o de processos tecnológicos alternativos na produção agropecuária.

Os resultados apontam favoravelmente para a implementação de políticas que incentivem tecnologias para aumentar a área cultivada, entre as quais a tração animal. Novas pesquisas devem ser realizadas sobre este assunto, considerando outros aspectos, entre os quais o da erosão que pode ser provocada pelo uso de cultivadores.

O estudo também leva à recomendação de que se deve incentivar a utilização de insumos tais como vacinas, medicamentos e concentrados, para aumentar a rentabilidade da produção pecuária. Novos estudos devem ser feitos no sentido de determinar níveis economicamente ótimos de utilização desses fatores.

R E S U M O

Este estudo investiga as possíveis diferenças entre as funções de produção na agropecuária do Seridó/RN, em diferentes tamanhos de empresas e analisa os níveis de eficiência técnica e econômica dos recursos utilizados no processo de produção. Os dados referem-se ao ano agrícola 1971/72, obtidos da amostra definida no estudo de rentabilidade dos estabelecimentos agrícolas para a região.

Através do teste de Chow, concluiu-se que as empresas médias de 30, 65 e 250 hectares apresentam funções de produção diferentes. Em todos os estratos, área agrícola (X1), despesas diversas (X5) e mão-de-obra (X6) mostram-se significantes para a produção, com produtividades médias decrescentes com o tamanho dos estabelecimentos. Há indicações de que os investimentos em área agrícola podem ser substancialmente incrementados em todos os estratos. Tal expansão será favorecida pela tração animal, uma vez que esta permitirá aumentar a área cultivada e a produtividade da mão-de-obra. Para as empresas que não utilizam a força animal, a introdução dessa tecnologia poderá ampliar a área agrícola em 20% no estrato I, 28% no estrato II e 52% no estrato III + IV.

Na formação do capital fixo das empresas (excluindo o fator terra), animais produtivos (X7) agrega mais de 85% do total desse recurso. Apenas nos estratos I e III + IV, apresenta significância estatística para a renda bruta. Embora crescente com o tamanho da empresa, a participação de animais produtivos (X7) nos valores das produtividades médias e marginais do fator são decrescentes. Estes resultados parecem estar correlacionados ao nível de extensividade de exploração pecuária.

Com relação a despesas diversas (X5) as pequenas e médias em-

presas gastam mais com insumos para a pecuária do que com insumos para as atividades agrícolas. Em todos os estratos, a variável (X5) mostra-se significativa para a renda bruta das empresas. Em todas as empresas, os níveis de eficiência econômica estimados para despesas diversas (X5) permitem que se incrementem os investimentos nessa variável, como alternativa de maior renda para o produtor.

Os retornos à escala, estimados através do somatório dos coeficientes ($\sum b_i$'s) da regressão (Cobb-Douglas), evidenciam retornos constantes à escala para as empresas médias dos estratos I e II e decrescentes à escala para a empresa média do estrato III + IV. Estas modificações nos custos unitários de produção para as propriedades superiores a 93 hectares podem se associar ao sistema de produção, seja pela diferença nos níveis de extensividade da exploração pecuária, seja pelos cuidados dispensados pelos produtores em todas as fases das culturas.



BIBLIOGRAFIA

- 01 - ALVES, Eliseu, e Pastore, Affonso Celso - A Política Agrícola no Brasil e Hipótese de Inovação Induzida. Mimeografado. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 24 p. D.F.
- 02 - BARROSO, Nilo Alberto - Análise do Uso de Distribuição dos Recursos nas Empresas Rurais das Zonas de Meia Ponte de Mato Grosso e Goiás - Ano Agrícola 1966/67. Viçosa, 1968 (Tese de Mestrado).
- 03 - BERRY, R. Albert - Gross Country Evidence on Farm Size/ Factor Productivity Relationships. Mimeografado, Economic Growth Center, Yale University, New Haven, Conn. 1972. 45 p.
- 04 - BRANDT, Sergio Alberto, e ANJOS, Natanael Miranda dos - Economias de Tamanho e o Planejamento da Propriedade Agrícola - Agricultura em São Paulo - Boletim técnico do Instituto de Economia Agrícola. São Paulo - Ano XVI nºs 9/10. 1969.
- 05 - CEARÁ. Banco do Nordeste do Brasil - Agricultura do Nordeste - Uma Visão da Economia Agrícola do Nordeste. Fortaleza ETENE, 1971. 175 p.
- 06 - CHOW, G. C. - "Teste of Equality Between Sets of coefficients in two Linear Regressions" - *Econometrica*, vol. 28. July. 1960.
- 07 - CLINE, W. R. - Economic Considerations for a Land Reform in Brazil - University Microfilms Limited - Michigan, U.S.A. 1972. 346 p.

- 08 - CROSSON, Pierre R. - Agricultural Development and Productivity - The Johns Hopkins Press. Baltimore, 1970, 198 p.
- 09 - ELETROCONSULT do Brasil Ltda. - Pesquisa Sobre a Rentabilidade dos Estabelecimentos Agrícolas e Aspectos Econômicos dos Sistemas de Arrendamento e Parceria da Terra. São Paulo. 1973. p. irr.
- 10 - GASTAL, Edmundo da Fontoura - Eficiência no Uso dos Recursos na Produção Agropecuária em Alegrete e Ubiuba, Rio Grande do Sul - Ano Agrícola 1960/61. Viçosa 1967. (Tese de Mestrado).
- 11 - GURGEL, J. B., et alii - Subsídios Técnicos para a Exploração do Mocó. Natal, ANCAR-RN, 1972. 83 p.
- 12 - HEADY, Earl O., Dillon, John L. - Agricultural Production Functions - Iowa, Iowa State University Press, Ames Iowa. 1972. 667 p.
- 13 - HOEL, Paul G.- Introduction to Mathematical Statistics. New York, John Wiley & Sons, Inc. 1964. Third edition. 427 p.
- 14 - HURTADO, Hernan Zeballos - Análise de Produtividade Marginal dos Recursos Agrícolas, no Município de Varginha - Minas Gerais - Ano Agrícola 1964/65. Viçosa. 1966 (Tese de mestrado).
- 15 - IRIAS, Luis José Maria - Avaliação do Módulo Rural Médio para a Região de Viçosa - Minas Gerais. Viçosa 1971, Imprensa Universitária, (Tese de Mestrado).
- 16 - JOHNSTON, J. - Métodos Econométricos. Primeira Edição, São Paulo, Editora Atlas S/A, 1971. 318 p.
- 17 - _____ - Econometric Methods. New York, McGraw-hill, 1960 2nd Edition. 437 p.

- 18 - KMENTA, Jan - Elements of Econometrics. First Edition, New York, the Macmillan Company, 1971. 655 p.
- 19 - LADEIRA, Hercio Pereira - Produtividade dos Recursos na Produção de Cacau, Região Cacaueira, Bahia. Viçosa. 1971. (Tese de Mestrado).
- 20 - LESSA, Carlos Alberto - Estudo da Estrutura do Capital Agrícola do Cerrado Mineiro para sua Dinamização Através do Crédito Agrícola 1967/68. Viçosa. (Tese de Mestrado).
- 21 - LIMA, Dalmo Marcelo de Albuquerque, e SANDERS, John H.- Selecting and Evaluating, New Technology for Small Farms in the Central Sertão of Ceará - UFC - Ciências Agrárias. Departamento de Economia. Fortaleza, Ceará. 1974. 27 p.
- 22 - MADDEN, Jr. Patrick - Economies of Size in Farming, Economic Research Service - U.S. Department of Agriculture Washington, D.C. Report nº 107.
- 23 - MAFIA, Dalva Lúcia - Impactos das Modificações de Tamanho de Produtividades sobre a Produção Agrícola - Município de Viçosa, Minas Gerais, 1969/70, Viçosa. 1969. (Tese de Mestrado).
- 24 - MASSEL, Benton F. - Farm Management in Peasant Agriculture: an Empirical Study. Stanford University, Food Research Institute, Stanford Cal. Volume VII, Nº 2, 1967.
- 25 - MELLOR, John W. - O Planejamento do Desenvolvimento Agrícola, Tradução de Ronaldo Sérgio de Biasi, Rio de Janeiro, Edições O Cruzeiro, 1967. 413 p.
- 26 - MENDES, Junior Raul Brignol - Subemprego Estacional e Excedente de Mão-de-Obra na Agropecuária Brasileira. (Versão Preliminar e Parcial, abrangendo sete Estados do Nordeste). Brasília - DF 1974. Mimeografado.

- 27 - MUELLER, Charles C. - Análise dos Determinantes das Diferenças de Produtividade de Pecuária de Corte em Área do Brasil Central - (Texto para discussão) - UNB - Instituto de Ciências humanas Departamento de Economia. Brasília - DF - Dezembro 1973.
- 28 - NORONHA, José F. - A Study of Allocative Efficiency at the Farm Level in Southern Brazil. Mimeografado. Ohio State University, Department of Agricultural Economics and Rural Sociology, Columbus, Ohio.
- 29 - PELEGRINE, L. M. - Uma Função de Produção para Milho - Município de Itapetinga - Agricultura em São Paulo. Boletim Técnico do Instituto de Economia Agrícola. Ano XVI. São Paulo Nqs 5/6.
- 30 - RESTREPO, Juan Arturo Tobon - Estudo da Rentabilidade em Empresas Rurais na Zona de Mato Grosso de Goiás - Ano Agrícola 1966/67. Viçosa. 1968. (Tese de Mestrado).
- 31 - RIO GRANDE DO NORTE - Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral. Região Seridó. Natal, 1974. 2 volumes.
- 32 - RIO GRANDE DO NORTE - Comissão Estadual de Planejamento Agrícola - Estudos Básicos para Formulação de Programas de Desenvolvimento Agropecuário do Estado do Rio Grande do Norte. Natal, 1970. 7 volumes.
- 33 - _____ Avaliação e Análise da Conjuntura Agrícola Estadual - Natal, 1972. p. irr.
- 34 - _____ Rural Norte/RN; Programa Integrado de Desenvolvimento Rural do Rio Grande do Norte. CEPARN. Natal. 1974. 6 volumes.
- 35 - ROBOCK, Stefen H. - Desenvolvimento Econômico Regional o Nordeste do Brasil. Rio de Janeiro, Editora Fundo de Cultura S/A, 1954. 217 p.

36 - SANDERS, John H. Jr. and BEIN, Frederick L. - Agricultural Development on the Brazilian Frontier Mato Grosso. Mimeografado. University of Uinnesote, Department of Agricultural Economics, St. Paul, Minn. 1973. 21 p.

37. SANDERS, John H. Jr. et alii - Inovações Tecnológicas e Riscos em Pequenas Empresas do Sertão Central - Estado do Ceará. Fortaleza, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, 1974. 36p.

APÊNDICE 2 - Níveis Médios de Uso dos Fatores e Renda Bruta nos Estratos I, II, III + IV e para o Agregado "Todas Empresas". Seridão/Rio Grande do Norte. Ano - 1971/1972.

ESPECIFICAÇÃO	UNIDADES	I		II		III + IV		TODAS EMPRESAS	
		ARITMÉTICA	GEOMÉTRICA	ARITMÉTICA	GEOMÉTRICA	ARITMÉTICA	GEOMÉTRICA	ARITMÉTICA	GEOMÉTRICA
1. Área Agrícola (X ₁)	ha	5,76	3,83	10,77	6,17	21,67	11,55	12,39	6,22
2. Área com Pastagem (X ₂)	ha	14,73	8,97	26,44	12,21	110,73	40,89	50,66	16,33
3. Benfeitorias (X ₃)	Cr\$	453,95	151,70	805,86	349,53	1.984,44	928,20	1.053,33	346,90
4. Equipamentos (X ₄)	Cr\$	72,13	17,78	127,78	32,81	396,85	94,64	193,08	37,15
5. Despesas Diversas (X ₅)	Cr\$	223,03	38,17	486,09	25,02	1.409,42	287,00	711,52	104,10
6. Mão-de-Obra (X ₆)	Dias/homens	216,99	151,50	360,34	235,50	629,36	397,30	393,95	243,90
7. Animais Produzidos (X ₇)	Cr\$	3.175,18	172,90	5.769,74	560,60	18.262,10	2.213,59	8.862,55	552,30
8. Tração Animal (X ₈)	Dias/animal	17,60	6,47	31,09	9,44	57,48	17,51	34,59	9,99
Renda Bruta	Cr\$	2.626,15	1.541,39	4.439,96	2.498,36	10.886,50	5.865,50	6.115,44	2.767,33

APÊNDICE 3

O Teste de Chow

Corresponde a uma aplicação do teste "F" para identificar diferenças estatísticas entre N funções de produção de P classes de uma população (6). O seguinte exemplo esclarece o emprego desta técnica.

Seja estimar a procura para carros, como função dos preços de carros e da renda no mercado mundial, no período 1920 - 1970. Esta função pode ser expressa:

$$c = a + bPc + cY \text{ onde}$$

c é igual ao consumo de carros

Pc é o preço deflacionado de carros

Y é a renda deflacionada

Para o período em estudo pode-se questionar da igualdade da função procura de carro para os períodos de 1920 - 1940 e 1945 - 1970. Esta hipótese pode ser testada utilizando-se os seguintes procedimentos:

a) Estima-se as funções correspondentes a cada período sendo:

$$C_1 = a_1 + b_1Pc + C_1Y \quad \text{Período 1920 - 1940}$$

$$C_2 = a_2 + b_2Pc + C_2Y \quad \text{Período 1945 - 1970}$$

$$C_3 = a_3 + b_3Pc + C_3Y \quad \text{Período 1920 - 1970}$$

onde a função procura para o período 1920 - 1970 (C_3) está pressupondo que os coeficientes (b_i 's, C_i 's) e interceptos (a_i 's) são iguais para os dois períodos (1920 - 1940 e 1945 - 1970).

No caso em que os parâmetros sejam diferentes, o desempenho da função (C_3) deve ser muito inferior em relação as funções (C_1) e (C_2). A comparação desse desempenho é feita através da soma do quadrado dos resíduos ($Z_{i,s}^2$). Pode-se evidenciar que não existindo muita diferença entre as funções, as somas dos quadrados dos resíduos são aproximadamente iguais ($Z_2^1 + Z_2^2 \approx Z_3^2$). A estatística "F" é apropriada para medir a diferença entre essas funções 15/.

b) Outro tratamento metodológico consiste em utilizar a variável Dummy para permitir variar o intercepto. Desta forma, a expressão algébrica da função será:

$$C = a_1 + a_2 (Z) + bPc + cY$$

onde Z é igual a zero para os anos de 1920 - 1940 e igual a um para os anos de 1945 - 1970. Observa-se que esta função tem dois interceptos, sendo a_1 correspondente ao período 1920 - 1940; e $a_1 + a_2$ correspondente ao período 1945 - 1970. Neste caso, a diferença estatística destes interceptos é mensurada utilizando-se o teste "t" student e a diferença estatística dos demais parâmetros das funções é feita através da estatística "F".

15/ A estatística "F" é expressa pela fórmula

$$F = \frac{\frac{Z_3^2 - (Z_1^2 + Z_2^2)}{(d.f.)_3 - (d.f.1 + d.f.2)}}{\frac{Z_1^2 + Z_2^2}{d.f.1 + d.f.2}}$$



onde

Z_1^1, Z_2^2, Z_3^3 correspondem a soma do quadrado dos resíduos das funções (C_1, C_2, C_3).

d.f 1, d.f 2, d.f 3 correspondem ao (n - k) graus de liberdade das respectivas funções, sendo que n é igual ao número de observações e K é igual ao número de parâmetros.

APÊNDICE 4

Indicadores Estatísticos para testar os Retornos à Escala (18)

4.1. Hipóteses Formuladas

$$H_0 : \sum b_i's = 1$$

$$H_1 : \sum b_i's \neq 1$$

A hipótese de retorno constante à escala é expressa por
 $H_0 = b_j + b_k = a$, sendo testada observando que

$$\frac{b_j + b_k - a}{S_{b_j + b_k}} \sim \text{distribuição de } t \text{ com } N-K \text{ graus de liberdade}$$

$$S_{b_j + b_k} = \sqrt{S^2_{b_j} + S^2_{b_k} + 2 \text{ Est. Cov } (b_j, b_k)}$$

onde $\sum b_i's = b_j + b_k$ - corresponde ao somatório dos coeficientes de regressão.

$S_{b_j + b_k}$ - corresponde ao desvio padrão do somatório dos coeficientes de regressão.

$S^2_{b_j}$ e $S^2_{b_k}$ - são as variâncias dos coeficientes da regressão correspondentes aos fatores j e k .

$\text{Cov } (b_j, b_k)$ - é a covariância entre b_j e b_k .

t - é a distribuição "t" student.

N - é o número de observações.

K - é o número de parâmetros.

Estrato III + IV

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
X ₁	0,004385	-0,000060	-0,000203	-0,000219	0,000178	-0,002949	0,000239	-0,000595
X ₂		0,001510	-0,000214	-0,000308	0,000052	-0,000085	0,000051	0,000341
X ₃			0,002726	-0,000410	-0,000365	0,000604	-0,000337	0,000120
X ₄				0,002304	-0,000465	-0,000229	-0,000364	-0,000338
X ₅					0,001421	-0,000668	-0,000163	-0,000161
X ₆						0,007622	-0,000449	-0,000523
X ₇							0,000617	-0,000066
X ₈								0,002122

4.3. Resultados Estatísticos

ESTRATO	$\Sigma b_i's$	ESTATÍSTICA "t" (1)	GRAUS DE LIBERDADE
I	0,944	-0,65	144
II	0,019	0,16	92
III + IV	0,679	-2,91	119

(1) - Nível de significância $\alpha = 0,05$

APÊNDICE 5

5.1. Definição das Variáveis

A definição das variáveis foi assim considerada:

Y = Renda Bruta da Agropecuária. Constitui o agregado dos valores da produção agrícola e da pecuária. Tem a seguinte fórmula:

Y = VPA + VAPP (17) sendo que,

VPA = (Ep + co + Qv + Ces)

VAPP = (Ep + Co + Qv) + DI - C, significando,

VPA = Valor da produção agrícola

VAPP = Valor adicional da produção pecuária ^{16/}

Ep = Valor da produção entregue ao parceiro

Co = Valor da produção consumida na propriedade

Qv = Valor da produção vendida

Ces = Valor da produção estocada em 1971/72

DI = Diferença de inventário no início e final do ano, expressa em cruzeiros

C = Compras efetuadas durante o exercício 1971/72, expressa em cruzeiros

^{16/} Os valores adicionais na produção pecuária, correspondente as vendas, foram estimados tomando-se a diferença entre o valor do início e final do ano da unidade do produto (Py) vezes a quantidade do produto vendido (Y). Além da renda bruta adicional, incluem-se as receitas provenientes do leite, queijo e outros derivados.

X_1 - Área Agrícola

Corresponde à área destinada à agricultura, quer seja de culturas isoladas ou consorciadas. É representada pela área utilizada com algodão moco em consórcio com milho e feijão, no 1º e 2º anos, e, isoladamente, a partir do 3º ano do ciclo da cultura. Somam-se a estas áreas aquelas destinadas ao plantio de mandioca, pomares, arroz e batata.

X_2 - Área de Pasto

Corresponde às áreas de pasto nativo e áreas de capineiras. Representa cerca de 79% da área dos estabelecimentos. As espécies de forrageiras mais comuns são constituídas pelos capins panasco, elefante, quicê, gordura, cana forrageira e pelas forrageiras arbóreas como jurema, catingueira e cactáceas, principalmente o xique-xique.

X_3 - Benfeitorias na Exploração Agropecuária

As benfeitorias avaliadas referem-se a cercas, estábulos, açudes, barreiros, cochos, chiqueiros, não sendo incluídos nesta categoria as casas de morador e administrador. Correspondendo a um estoque, foram estimados usando-se a seguinte fórmula:

$$EB = \frac{VEA - VR}{n} + R \quad (1) \quad \text{onde}$$

EB = Estoque das benfeitorias,

VEA = Valor no estado atual,

VR = Valor residual (estimado em torno de 10% sobre o valor no estado atual).

R = Custo dos reparos

n = Anos de vida

As despesas de reparos superiores a 10% do valor de cada benfeitoria foram consideradas como incorporadas ao valor no estado atual.

Portanto, não são tomadas na avaliação das benfeitorias, como indica a fórmula (1).

X_4 - Equipamento na Exploração Agropecuária

Refere-se a cultivadores, polvilhadeiras, ferramentas, balanças, carroças, picadeiras e motores. Avaliada como um estoque, calculou-se o valor para o ano agrícola utilizando-se a fórmula (1).

Quando as despesas com reparos excediam a 10% sobre o valor do equipamento, adotou-se como critério considerá-los como incorporadas ao valor no estado atual.

X_5 - Despesas Diversas na Agropecuária

Na avaliação desta variável, tomou-se o preço de cada fator, vezes a quantidade empregada no exercício agrícola - 1971/72. Especificamente, corresponde às despesas com aquisição de sementes, inseticidas, concentrados (torta de algodão, melação), sal, vacinas e medicamentos.

X_6 - Mão-de-Obra na Agropecuária

Correspondendo ao trabalho humano nas atividades agropecuárias por propriedades no ano agrícola de 1971/72, constitui uma agregação dos serviços realizados pelo proprietário e sua família, pelos assalariados, quer sejam permanentes ou temporários. O trabalho de mulheres e crianças foi convertido em dias de serviço/homens utilizando os índices de ajustamento:

1 mulher é igual a 0,8 unidade de trabalho homem

1 criança é igual a 0,4 unidade de trabalho homem

X_7 - Animais Produtivos

Corresponde à agregação de todas as categorias de animais pro-

dutivos, representadas pelos bovinos, suínos, caprinos e ovinos. A avaliação desta variável foi feita tomando-se a média dos inventários no início e no final do ano de 1971.

X_8 - Tração Animal na Agropecuária

Representa o fluxo de serviços de tração animal, destinados à produção agropecuária. Especificamente, refere-se aos serviços de preparo do solo, capinas e transportes dos produtos.

5.2. Preço dos fatores

Neste estudo foram considerados como preços para os fatores os seguintes indicadores:

1. Na determinação do preço para a variável área agrícola (X_1) considerou-se o valor correspondente à taxa de juros de 7% a.a.^{17/} sobre o valor médio de um hectare. O valor estimado é de Cr\$ 17,50 (Cr\$ 250,00 x 0,07).

2. Capital

2.1. Para as variáveis benfeitorias (X_3), equipamentos (X_4), animais produtivos (X_7), o preço corresponde ao retorno de cada cruzeiro investido, à taxa de juros de 0,07. O preço estimado é de Cr\$ 1,07.

^{17/} As taxas de juros tomadas neste trabalho correspondem àquelas utilizadas pelos Bancos Oficiais, sendo de 7% para investimentos e 12% para as atividades de custeio. Estas taxas são definidas como um custo de oportunidade para todos os recursos. Constitui portanto um modo de retribuir o capital investido no processo produtivo em relação ao que poderia render em outra exploração alternativa.

2.2. Para despesas diversas (X5), por se tratar de atividades de custeio, o preço do fator corresponde ao retorno de cada cruzeiro investido, à taxa de juros de 0,12. O preço estimado é Cr\$ 1,12.

3. Mão-de-Obra (X6)

Corresponde a média aritmética ponderada dos salários pagos por dia de serviço na região. O preço estimado é Cr\$ 4,50.

4. Tração Animal (X8)

Para esta variável considerou-se o preço do aluguel do animal de trabalho, mais as despesas com o uso do cultivador. O preço foi estimado em Cr\$ 8,40 e Cr\$ 8,80 ^{18/}.



^{18/} O preço para aluguel de animais de tração foi estimado em Cr\$8,00/dia. Para determinar o preço de uso do cultivador, consideraram-se os seguintes dados: custo do cultivador em 1971/72 - Cr\$120,00; vida útil - entre 5 e 10 anos. Todas estas informações foram fornecidas pela Associação Nordestina de Crédito e Assistência Rural (ANCAR/RN).