

Um modelo de programação com risco para a agricultura do Nordeste*

Léo da Rocha Ferreira**

O principal objetivo deste estudo foi analisar as relações econômicas entre parceiros e proprietários agrícolas na região semi-árida do Nordeste. Foram utilizados modelos de programação linear e quadrática. Dada a natureza das incertezas enfrentadas pelos agricultores, o risco foi explicitamente introduzido nos modelos, seguindo os conceitos desenvolvidos por Markowitz & Freund. Os modelos de programação incluem as principais relações entre parceiros e proprietários, tais como atividades de produção nas terras exploradas pelo proprietário ou em regime de parceria, a parcela da produção que cabe ao parceiro, trabalho de sujeição e consumo dos parceiros.

Atividades envolvendo algodão mostraram menor risco do que outras atividades agrícolas. A aversão ao risco diminuía à medida que aumentava o tamanho do estabelecimento. Os resultados da análise de sensibilidade para políticas agrícolas potenciais são discutidos. Concluiu-se que são muito limitadas as oportunidades de elevar as rendas e reduzir os riscos mediante realocação dos recursos existentes.

1. Introdução; 2. O papel da parceria; 3. Modelo de programação matemática; 4. Características da amostra e dados requeridos; 5. Análise empírica; 6. Principais resultados e conclusões.

1. Introdução

O desenvolvimento econômico tem constituído a principal preocupação do Governo brasileiro há mais de uma década. Contudo, a maioria das políticas e programas do Governo destinados a promover o desenvolvimento resultaram num padrão

* Este artigo é parte da tese de doutoramento do autor. Uma versão preliminar foi selecionada para apresentação no I Encontro Brasileiro de Econometria, realizado em Atibaia, São Paulo, em conjunto com a Anpec, de 12 a 14 de dezembro de 1979. Agradecemos os comentários e sugestões de José Luiz Carvalho e de um colaborador anônimo do corpo editorial desta revista.

** Do Instituto de Pesquisa do Ipea.

desequilibrado de crescimento entre regiões, setores e grupos sócio-econômicos. As disparidades no crescimento são mais palpáveis no Nordeste, onde a agricultura é o setor mais negligenciado e onde a incidência de pobreza é especialmente alta entre os trabalhadores rurais sem terra. Um dos principais motivos do desempenho insatisfatório da política econômica no Nordeste é a deficiência de estudos empíricos referentes às relações entre grupos sócio-econômicos na agricultura.

O objetivo desta pesquisa é melhorar a compreensão das relações econômicas entre proprietários e parceiros na economia da região semi-árida do Nordeste. Os objetivos específicos, para pequenos estabelecimentos e para dois tamanhos de estabelecimentos com parceiros, foram: a) determinar o risco associado a diversas combinações de atividades; b) desenvolver conjuntos eficientes de planos agrícolas que minimizem a variância da renda para os dados níveis de renda esperada; c) determinar os efeitos de alterações nas condições de parceria, exclusão da produção de algodão, variações nos preços do algodão e redução na disponibilidade de crédito sobre o emprego, as combinações de atividades, a produção, a renda e o risco.

A maioria dos trabalhos sobre parceria tem abordado as formas alternativas de propriedade da terra, as condições de arrendamento, bem como as questões de alocação de recursos e produção. No início da década de 60, acreditava-se, de modo geral, que os sistemas de parceria levavam a um padrão ineficiente de alocação de recursos, e que os desvios alocação ótima de recursos nas propriedades agrícolas eram considerados, em grande parte, como resultado dos acordos de arrendamento predominantes.¹ Os acordos de parceria eram julgados ineficientes, e pensava-se que somente as atividades realizadas pelo proprietário e o arrendamento numa base de aluguel fixo levavam à utilização eficiente da terra. Esse julgamento desfavorável da parceria era resultado da crença de que esses acordos incluíam limitações exógenas determinadas na maior parte pelo costume e pela tradição. Assim, nenhuma tentativa foi feita para analisar como e em que extensão os acordos de arrendamento predominantes poderiam ter sido influenciados e modelados pelos fatores econômicos (Rao, 1971).

Uma exceção significativa ao pensamento tradicional foi a tentativa pioneira de Schultz (1940) de explicar a preferência dos agricultores nos EUA por acordos de arrendamento e não pela condição de proprietários da terra. Em outro trabalho, utilizando vários estudos empíricos como evidência a fim de demonstrar que são relativamente poucos os casos de ineficiência significativa na alocação de recursos na agricultura tradicional, Schultz (1965) mostrou que os camponeses "são pobres mas eficientes". Só recentemente, Cheung (1969) desenvolveu uma estrutura de equilíbrio geral e pôde demonstrar que os diferentes acordos contratuais não implicam necessariamente diferentes graus de eficiência na utilização de recursos se fizerem parte de direitos privados de propriedade. Nesse importante

¹ Veja Marshall (1953); Schickele (1941); Heady (1947); Heady & Kehrberg (1952); Issawi (1957) e Sen (1966).

trabalho, ele combinou análises teórica e empírica e chegou à conclusão de que a alocação de recursos sob contratos de aluguel fixo e parceria é a mesma em ambos os casos: "A escolha dos contratos é determinada pela ponderação dos ganhos com a dispersão de risco e os custos de negociação associados aos diversos contratos."² Contudo, vários argumentos da teoria de Cheung sobre parceria podem ser irrelevantes em relação a certas situações do mundo real. Em consequência, surgiram na literatura críticas e generalizações da teoria sobre parceria proposta por Cheung.³

Embora algumas contribuições empíricas e teóricas à literatura ainda se alinhem com o pensamento tradicional (Bardham & Srinivasan, 1971; Bell & Zusman, 1976; e Bell, 1977), a maioria dos estudos recentes tende a mostrar que os acordos de parceria não são ineficientes (Boxley, 1971; Newbery, 1974; e Stiglitz, 1974). Alguns autores chegam a argumentar que a parceria, quando escolhida racionalmente, é mais eficiente do que o arrendamento sem parceria e resulta em níveis mais altos de produção agrícola do que em outros casos (Sutinen, 1975).

2. O papel da parceria

A parceria constitui uma das formas mais antigas de organização da produção agrícola. Nos dias de hoje ainda é um sistema de grande importância na agricultura camponesa de vários países em desenvolvimento, onde o capital não está diretamente disponível a muitas famílias. A parceria é um aspecto da estrutura da empresa. É um processo contratual com a empresa mediante o qual alguns direitos de utilização dos recursos no processo produtivo são transferidos para os lavradores em condições específicas que resguardam o método e o volume da remuneração dos proprietários. Se esse pagamento se baseia em uma parcela ou proporção do valor da produção, o acordo resultante é denominado arrendamento ou contrato de parceria (Sutinen, 1976).

Os contratos de arrendamento agrícola podem ser definidos como instrumentos institucionais para alocar o risco entre donos da terra e arrendatários (Schultz, 1968). Aluguéis em dinheiro pagos antes da produção implicam que os riscos são assumidos inteiramente pelos arrendatários, ao passo que os contratos de parceria distribuem os riscos entre os arrendatários e os proprietários em proporção às suas respectivas parcelas na produção. Aluguéis fixos em espécie estabelecidos antes da produção implicam partilha das incertezas de preços, mas alocam os riscos do rendimento inteiramente aos arrendatários (Rao, 1971). Existem

² Veja Cheung (1969, p. 71).

³ Cheung considera explicitamente a existência de um mercado de trabalho e, neste sentido, é mais geral do que os tratamentos anteriores. Porém não desenvolve o seu modelo ao ponto de explicar a formação de salários e nem o aparecimento de contratos de parceria. Veja os comentários do trabalho de Cheung em Teixeira (1976, p. 12-6).

também instituições não-agrícolas que permitem ao empresário evitar grande parte do risco associado à atividade econômica da empresa. Os exemplos incluem os mercados a termo de mercadorias (*commodity future markets*), seguros marítimos e contra incêndio e a emissão de ações, que permitem aos empresários evitar parte dos riscos concordando que terceiros partilhem dos lucros e prejuízos da empresa (Arrow, 1971).

Vários estudos recentes apresentam evidência da importância do risco em decisões tomadas por camponeses (Moscardi & Janvry, 1977; Schulter, 1971; e Dillon & Aderson, 1971) e por fazendeiros (Soares, 1977 e Lin, Dean & Moore, 1974). As atitudes em relação ao risco colocam muitos problemas para os programas de desenvolvimento rural destinados a melhorar o bem-estar dos agricultores de baixa renda. Há evidência de que o risco talvez constitua um obstáculo importante à difusão de novas tecnologias e de que, portanto, métodos agrícolas tradicionais continuem a ser a alternativa mais atraente (Roumasset, 1976).

Na região de estudo, um contrato típico de parceria inclui vários componentes que são negociados diretamente entre proprietários e parceiros. Pode-se supor que todos os mercados são competitivos e que os direitos de todas as propriedades são privados. A propriedade agrícola pertence a um dono de terras que a administra e dispõe de considerável poder econômico, social e político (Johnson, 1971). Este, porém, não pode ditar unilateralmente as condições do contrato, uma vez que os parceiros dispõem de algumas alternativas econômicas. Existe um grande número de parceiros potenciais e supõe-se que tenham funções de utilidade idênticas. Embora o contrato seja verbal, tem caráter efetivo tanto para o dono da terra quanto para o parceiro. Os custos de negociar e fazer cumprir os termos do contrato são desprezíveis, e todos os demais meios para transferir o risco inerente à produção, extremamente dispendiosos. Um contrato típico inclui quatro grandes componentes: a parcela da colheita, os encargos de comercialização, o tamanho da gleba e o trabalho de sujeição.

O parceiro pode produzir alimentos em quantidade suficiente para atender ao consumo de sua família. De modo geral, o dono da terra recebe 50% da lavoura comercial (algodão) e 30% das lavouras de alimentos. Os recursos de que dispõe o dono da terra são usados para comercializar as parcelas que pertencem ao parceiro. Por esses serviços o dono da terra retém 25% do algodão vendido a título de custos de comercialização. O tamanho da gleba entregue ao parceiro depende da mão-de-obra disponível na sua família. Segundo dados do levantamento agrícola usado nesta pesquisa, a família do parceiro compreende em média mão-de-obra equivalente a 2,2 adultos, ou 55 homens-dia de trabalho, por mês, dado um mês de 25 dias para uma média de 10 ha.⁴

⁴ Dados semelhantes foram utilizados num estudo recente de Kutcher & Scandizzo (1976). Não há razão para que os dados utilizados aqui fossem diferentes, pois os dados sobre parceiros provêm da mesma amostra.

O quarto grande componente do contrato é o trabalho de sujeição, que consiste na obrigação do parceiro de fornecer mão-de-obra ao dono da terra por um salário diário inferior ao que é ganho pelos trabalhadores temporários ou permanentes. O volume de trabalho fornecido varia de propriedade a propriedade, mas em média equivale a um homem-dia por semana. Assim, o dono da terra pode garantir uma fonte barata de mão-de-obra para trabalhar na parte da propriedade que ele mesmo explora.⁵

Dada a natureza tradicional dos insumos de produção utilizados no sertão, que freqüentemente se reduzem apenas a trabalho e terra, admitiu-se proporções fixas e retornos constantes à escala de produção. Há evidência empírica dessa relação na agricultura do Nordeste num estudo realizado por Barbosa (1976), no qual foram estimados para diversas funções de produção os benefícios e custos potenciais relacionados com a reforma agrária. Retornos constantes à escala ocorreram no tocante a todas as culturas, exceto à cana-de-açúcar.⁶

3. Modelo de programação matemática

Foram elaborados dois modelos de programação matemática incorporando risco. O primeiro representa os parceiros e o segundo os donos de terras. Em ambos, o respectivo membro maximiza a sua função-objetivo dentro de um conjunto de limitações pessoais comuns e individuais. O comportamento ótimo do parceiro, no seu contexto de decisão, é aceito como dado no modelo do dono da terra.

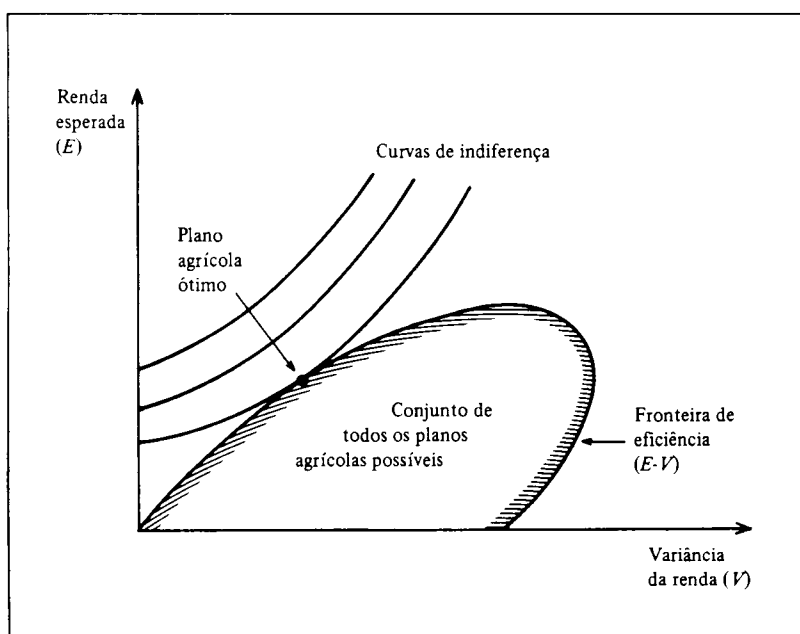
Os modelos básicos de programação foram elaborados para servir a duas finalidades principais. Primeiro, simular e explicar sistemas encontrados em propriedades de tamanhos diferentes. Segundo, simular a maneira como esses estabelecimentos responderiam a mudanças de políticas específicas. Em cada modelo, ao menos como uma aproximação local, admitimos uma função-utilidade com somente dois parâmetros, isto é, admitiu-se que tanto o dono da terra quanto o parceiro têm preferências entre planos agrícolas alternativos baseados exclusivamente na renda esperada E e respectiva variância de renda V . Em outras palavras, quanto maior a renda média (ou esperada) e mais baixa a variância, melhor. Supõe-se que a variância da renda seja um índice adequado da variabilidade da renda. As curvas de iso-utilidade, também conhecidas como curvas de indiferença, são convexas no plano E - V , isto é, o dono da terra e o parceiro são avessos ao risco.

⁵ Evidência do fato de que existem incentivos para os donos de terras empregarem parceiros no Nordeste do Brasil é apresentada num estudo recente no qual os quatro componentes básicos do contrato de parceria são parametrizados: Bettis, Meyer & Walker (1977).

⁶ Em outra versão deste estudo, Scandizzo & Barbosa (1977), sugerem que as economias de escala surgem do caráter *plantation* do sistema agrícola e que para as explorações diversificadas os retornos seriam constantes.

Conforme ilustrado no gráfico 1, ao longo de todas as curvas de indiferença, tanto o dono da terra quanto o parceiro só prefeririam uma estratégia com maior variância da renda se a renda esperada fosse maior, e essa compensação deve ser tanto maior quanto mais elevada for a variância da renda. Dadas essas suposições, a escolha racional entre planos agrícolas recairia naquele que apresentasse a maior renda esperada possível para uma dada variância de renda ou naquele que mostrasse a menor variância de renda para uma dada renda esperada. Essas formulações seguem conceitos desenvolvidos por Markowitz (1959) & Freund (1956).

Gráfico 1
Fronteira de eficiência $E-V$ e curvas de indiferença



3.1 Modelo do parceiro

O problema da alocação de recursos dos parceiros foi especificado com a seguinte formulação:

$$\max S'X - \frac{\alpha}{2} X_3' QX_3$$

Com as restrições: $AX \leq b$
 $X \geq 0$

$$\text{para } S = \begin{bmatrix} C \\ 0_1 \\ R \\ 0_2 \\ W \end{bmatrix} \text{ e } X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \\ X_5 \end{bmatrix}$$

onde:

- α = parâmetro de aversão ao risco;
- C = um vetor (5x1) dos custos de produção esperados por hectare;
- 0_1 = um vetor (8x1) de zeros;
- R = um vetor (8x1) da receita bruta esperada por hectare da produção vendida;
- 0_2 = um vetor (5x1) de zeros;
- W = um vetor (18x1) de salários diários pagos ou recebidos pelo parceiro;
- X_1 = um vetor (5x1) de produção das lavouras na gleba do parceiro, em hectares;
- X_2 = um vetor (8x1) de lavouras transferidas da produção para atividades de venda e/ou consumo, em quilos;
- X_3 = um vetor (8x1) de quantidades da produção vendida, em hectare, deduzidas a margem de comercialização e a parcela do dono da terra;
- X_4 = um vetor (5x1) da produção consumida em hectare;
- X_5 = um vetor (18x1) de mão-de-obra agrupada bimensalmente, vendido ou comprado pelo parceiro, em homens-dia;
- Q = uma matriz (8x8) de variância-covariância da receita bruta associada a X_3 ;
- A = uma matriz de tecnologia (34x44) com o coeficiente fixo de insumo-produto a_{ij} como ij -ésimo componente;
- b = um vetor (34x1) cujos componentes representam a disponibilidade de recursos e outras restrições tecnológicas.

3.2 Modelo do proprietário

O problema da alocação de recursos do proprietário foi especificado no seguinte problema de programação quadrática:

$$\max S'X - \frac{\alpha}{2} X_1' Q X_1$$

Com as restrições: $AX \leq b$
 $X \geq 0$

$$\text{para } S = \begin{bmatrix} R \\ T \\ C \\ W \end{bmatrix} \text{ e } X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \end{bmatrix}$$

onde:

- α = parâmetro de aversão ao risco;
- R = um vetor (9x1) da receita líquida esperada por hectare, ou unidade-animal, obtida na parte explorada pelo proprietário;
- T = um vetor (3x1) da receita líquida esperada correspondente à parcela do proprietário da parte das terras explorada pelo parceiro, mais valor das forragens para o gado em estabelecimentos médios e grandes;
- C = um vetor (6x1) de custos de capital e custos de melhoramento da terra, por cruzeiro e por hectare, respectivamente;
- W = um vetor de salários diários pagos ou recebidos pelo proprietário (24x1) para pequenos estabelecimentos e (27x1) para médios e grandes;
- X_1 = um vetor (9x1) de atividades realizadas na parte explorada pelo proprietário, em hectare e unidade-animal;
- X_2 = um vetor (3x1) de atividades na parte arrendada ao parceiro, mais forragens para gado em estabelecimentos médios e grandes, em hectare;
- X_3 = um vetor (6x1) de empréstimos e atividades de melhoramento da terra, em cruzeiros e hectare, respectivamente;
- X_4 = um vetor de mão-de-obra agrupada bimensalmente, comprada ou vendida pelo proprietário em homens-dia, sendo (24x1) para pequenos e (27x1) para médios e grandes estabelecimentos;
- Q = uma matriz (9x9) de variância-covariância da receita bruta associada a X_1 ;
- A = uma matriz tecnológica com o coeficiente fixo de insumo-produto a_{ij} como seu ij -ésimo componente, sendo (28x39) para pequenas propriedades e (44x45) para estabelecimentos médios e grandes;
- b = um vetor cujos componentes representam a disponibilidade de recursos e outras restrições tecnológicas, sendo (28x1) para pequenos e (44x1) para médios e grandes estabelecimentos.

4. Características da amostra e dados requeridos

Os dados primários utilizados no presente estudo foram compilados de uma amostra aleatória de 8 mil estabelecimentos agrícolas pesquisados no Nordeste pelo Projeto Sudene/Banco Mundial (Scandizzo & Kutcher, 1974). O levantamento envolveu a estratificação de 1.500 municípios por zona ecológica e orientação da produção, e a estratificação dos estabelecimentos por tamanho. O tamanho da amostra foi determinado pela capacidade de enumeração exógena e alocado pelos vários estratos de acordo com normas de decisão baseadas na variância das principais variáveis agrícolas.

Além da amostra mencionada, foram utilizados uma subamostra de parceiros nos estabelecimentos pesquisados e dados secundários de várias fontes do Go-

verno.⁷ Com base no levantamento da Sudene/Banco Mundial, que abrangeu todos os nove estados do Nordeste,⁸ dois municípios (Caicó e Florânia) do Rio Grande do Norte foram selecionados como área do presente estudo. Utilizamos os seguintes critérios na seleção:

- a) os municípios em causa são representativos da região semi-árida no tocante às dotações ecológicas e de recursos;
- b) na região semi-árida, os estabelecimentos da amostra eram os mais homogêneos entre si com relação a padrões de culturas e combinação de atividades;
- c) eram representativos de uma área algodoeira que empregava parceiros;
- d) a produção agrícola do ano do levantamento foi considerada normal.

Após cuidadoso exame dos questionários utilizados na amostra, foram escolhidos 73 proprietários e 10 parceiros.⁹

Para as finalidades deste estudo, a amostra aleatória estratificada, realizada pelo Projeto Sudene/Banco Mundial e abrangendo seis tamanhos de estabelecimentos, foi organizada em três tamanhos: pequeno (<50 ha), médio (50-199 ha) e grande (≥200 ha).¹⁰ Foram utilizados dados fornecidos pelos questionários, a fim de determinar os conjuntos de restrições dos modelos de programação (componentes dos vetores *b*). As matrizes de coeficientes técnicos *A* foram construídas a partir dos dados orçamentários apresentados em Ferreira (1978).¹¹

A estrutura das inter-relações econômicas entre o proprietário e o parceiro, talvez sem paralelo, revela algumas peculiaridades inerentes às condições ambientais específicas do Nordeste. Constitui tarefa difícil identificar essas condições para elaborar modelos que representem situações da vida real. Por definição, mo-

⁷ Basicamente, os dados da subamostra de parceiros foram utilizados para o submodelo de parceiros.

⁸ Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia.

⁹ O número aparentemente reduzido de parceiros é devido à natureza extremamente homogênea de seus padrões de lavoura, combinação de atividades e dotação de recursos. Veja Scandizzo & Kutcher (1974, op. cit.). Essas características foram confirmadas pelo autor numa viagem à área de estudo em agosto de 1976.

¹⁰ A estratificação original (Sudene/Banco Mundial) por tamanho do estabelecimento era 0-0,9, 10-49,9, 50-99,9, 100-199,9, 200-499,9 e 500 ou mais hectares.

¹¹ Veja os dados orçamentários apresentados em Ferreira (1978, apêndice B). Os referidos dados orçamentários foram obtidos na mesma pesquisa realizada no Projeto Sudene/Banco Mundial, correspondendo, contudo, a toda a região semi-árida. O motivo para a utilização de diversos enfoques é o tipo de amostra utilizado no projeto Sudene/Banco Mundial, em que dois questionários diferentes foram usados: um para obter dotações de recursos e outro para coeficientes técnicos. Para mais detalhes, veja os procedimentos de amostragem do projeto em Scandizzo & Kutcher (1974, op. cit.). Além disso, os orçamentos pecuários foram obtidos por Haroldo Lyra, da Comissão Estadual de Planejamento Agrícola do Rio Grande do Norte (Cepa-RN), e foram ajustados com o auxílio de João Monteiro de Sales Andrade, da Embrapa, Ministério da Agricultura, que conhece bem a área de estudo.

delos são abstrações de situações do mundo real e, portanto, a simplificação e abstração de características da realidade que são tomadas como irrelevantes são tão necessárias na aplicação das técnicas de programação quanto na utilização de qualquer outro instrumento científico. No entanto, a simplificação apropriada e as características irrelevantes estão sujeitas ao julgamento e à experiência individual.

O processo de elaboração do modelo baseia-se em técnicas de programação linear e quadrática. Os modelos de programação levam em conta as principais relações entre parceiros e proprietários, tais como atividades de produção nas partes da propriedade exploradas pelo proprietário e pelo parceiro, tamanho da gleba do parceiro, parcela da produção, margem de comercialização, sujeição e consumo do parceiro. Dado o contrato de parceria, o parceiro típico maximiza sua renda sujeita a uma série de restrições. Os resultados são em seguida incorporados aos modelos de produção agrícola como parâmetros para otimização posterior pelos proprietários. Esse procedimento é uma tentativa importante de incorporar características específicas no modelo. Uma estrutura a nível de estabelecimento foi desenvolvida porquanto esse enfoque pode incorporar as complexidades do sistema de agricultura individual. O modelo básico compreende um *núcleo* de atividades e restrições comuns a todos os submodelos. Estes foram elaborados acrescentando-se linhas e colunas adicionais ou alterando os elementos das linhas e colunas do quadro básico. Modelos de programação de um só período foram desenvolvidos para uma unidade de parceria típica e para três tamanhos representativos de estabelecimentos encontrados no sertão do Seridó. Os modelos foram especificados de modo que os estabelecimentos típicos adotam práticas de produção idênticas para um dado nível de tecnologia e limitações de recursos semelhantes, diferindo apenas nas atividades pecuárias e na quantidade de recursos disponíveis. Entre outros aspectos, os modelos incluem a produção a cargo do proprietário, a produção do parceiro, o trabalho do pequeno agricultor e do parceiro fora de suas glebas e o consumo do parceiro. Supõe-se que os proprietários e os parceiros maximizem seus retornos líquidos sujeitos às suas limitações de recursos. Supõe-se também que os mercados de insumo e produto são perfeitamente competitivos e que os preços e expectativas de rendimento são os especificados.

Dada a natureza das incertezas enfrentadas pelos agricultores do Nordeste e a metodologia deste estudo, o risco foi explicitamente introduzido nos modelos pelo critério de variância da renda esperada. Utilizamos programação quadrática a fim de maximizar as rendas esperadas para determinados níveis de variância da renda. Utilizando uma técnica de parametrização, foram derivadas fronteiras de eficiência nos casos em que os que tomam as decisões referentes à produção agrícola têm liberdade para escolher um plano de acordo com as diversas combinações de risco (variância da renda) com a renda esperada.

Dados o meio e as condições de dotação de recursos da área produtora, apenas um número relativamente pequeno de atividades alternativas é relevante para um estabelecimento típico na região do Seridó. Caracteriza-se essa área por

especialização em algodão e criação de gado, sendo que os insumos mais frequentemente observados envolvem apenas mão-de-obra, terra e formas simples de capital. As rendas líquidas de uma gleba (10 ha) arrendada a um parceiro e de estabelecimentos com 19, 119 e 441 hectares eram Cr\$ 4.316,00, Cr\$ 5.849,00, Cr\$ 10.182,00 e Cr\$ 20.392,00, respectivamente.

Os níveis de recursos disponíveis no ano relativo às análises constam da tabela 1. As atividades típicas incluem algodão, gado e culturas alimentares (feijão, milho, mandioca e arroz). As culturas são cultivadas em parte pelos donos e em parte pelos parceiros, enquanto o gado é em geral criado apenas pelos proprietários e engordado em pastagens naturais ou com o restolho da lavoura.

As principais diferenças entre os modelos são devidas aos seus conjuntos de restrições. As outras diferenças são: os parceiros não se dedicam à criação de gado

Tabela 1
Recursos disponíveis nos estabelecimentos representativos

Item e unidade	Gleba do parceiro	Estabelecimento		
		Pequeno < 50 ha	Médio 50-199 ha	Grande ≥ 200 ha
Terra (ha)				
de lavoura <i>A</i>	—	0,86	1,73	1,07
de lavoura <i>B</i>	10,0	2,75	16,63	43,13
Pastagem	—	7,43	67,51	246,56
Descanso	—	3,22	19,09	101,41
Parceria	—	—	10,71	32,43
Outra	—	4,55	14,31	49,60
Mão-de-obra (h/d)				
Familiar	545,60	217,02	231,00	197,40
Permanente	—	37,50	211,80	185,58
Temporária	90,00	262,50	55,88	880,00
Sujeição	114,40	—	—	—
Do Parceiro	—	—	113,10	342,46
Capital (Cr\$)				
Equipamento	—	82,23	1.509,55	4.181,33
Estrutura	—	10.369,10	25.131,74	78.628,94
Capital de giro	810,80	2.836,14	7.355,04	21.184,92
Capacidade de empréstimo*	—	17.795,79	52.017,50	118.508,61
Valor do rebanho	—	14.093,88	27.890,38	94.837,80

Fonte: Sudene/Banco Mundial.

* 80% do valor da terra.

e nos pequenos estabelecimentos não há parceiros. Além disso, os parceiros e a mão-de-obra familiar das pequenas propriedades podem trabalhar fora delas, recebendo salários monetários; os parceiros têm necessidades de consumo e os coeficientes técnicos da criação de gado variam segundo o tamanho do estabelecimento.¹²

4.1 Restrições

O conjunto de restrições para os estabelecimentos representativos foi obtido dos dados da amostra. Foram calculadas como uma média dos dados relativos aos estabelecimentos de amostra com um certo tamanho e um determinado tipo de atividade agrícola.¹³

4.1.1 Restrições de terra

Seis tipos de restrições quanto à terra foram incluídos nos modelos: duas para as terras de lavoura na parte explorada pelo proprietário (tipos *A* e *B*), uma para as terras de lavoura exploradas pelo parceiro (tipo *B*), uma para pastagem, uma para terras em descanso, e a última, com a finalidade contábil para o equilíbrio da relação quantidade de terra usada pelo parceiro. As terras de lavoura são aquelas apropriadas para culturas, como algodão, feijão, milho e mandioca. As pastagens abrangem as terras apropriadas para atividades pecuárias, especialmente criação de gado bovino. São consideradas terras em descanso aquelas não utilizadas para a lavoura nem como pastagem. O modelo, no entanto, é suficientemente flexível para permitir a transformação das terras em descanso em pastagem ou lavoura, via investimento de capital. O equilíbrio da terra do parceiro, que é uma equação contábil, possibilita a inclusão nos modelos da transferência de terras de lavoura da parte explorada pelo dono para a parte de parceria. Calculamos a média da disponibilidade total das terras de lavoura exploradas pelo dono, da parte cultivada pelo parceiro, das pastagens e da terra em descanso para cada tamanho de estabelecimento. Em virtude de diferenças na qualidade do solo, as terras de lavoura foram classificadas em duas classes. O tipo *A* refere-se às áreas mais úmidas das bacias dos rios, isto é, baixadas ou áreas localizadas às margens de açudes e rios. O tipo *B*, que constitui a maior parte das terras de lavoura na área de estudo, é usado principalmente para o cultivo de algodão, criação de gado e exploração em parceria.

¹² As matrizes de coeficientes técnicos utilizados na análise encontram-se em Ferreira, 1978, apêndice C.

¹³ Uma lista de todos os códigos das restrições para cada modelo básico encontra-se em Ferreira, 1978, op. cit. apêndice C.

4.1.2 Restrições de mão-de-obra

A disponibilidade de mão-de-obra foi incluída em termos de equivalentes em homens-dia, e subdividida em base bimensal a fim de levar em conta a acentuada variação estacional das necessidades de mão-de-obra das atividades agrícolas. O conjunto de equações de mão-de-obra foi dividido nas seguintes categorias:

1. Mão-de-obra à disposição do proprietário: constituída do volume de toda a mão-de-obra disponível para trabalhar na parte do estabelecimento explorada pelo proprietário. Todas as classes de mão-de-obra (familiar, temporária, permanente etc.) podem ser transferidas ou compradas a fim de fornecer mão-de-obra às atividades do proprietário.
2. Mão-de-obra à disposição do parceiro: constituída do seu próprio trabalho e de sua família, que reside na propriedade. Pode ser aumentada com novos parceiros e/ou com trabalhadores temporários contratados pelo parceiro. A finalidade desta restrição é tornar a mão-de-obra disponível para trabalho na parte da propriedade explorada pelo parceiro.
3. Mão-de-obra familiar: constituída dos membros da família do proprietário que trabalham sem remuneração. Esse tipo de mão-de-obra torna-se disponível para trabalhar na parte explorada pelo proprietário por atividades de transferência. Foi feita uma dedução do número de dias em que os membros da família trabalham fora da propriedade e/ou freqüentam escola, especialmente as crianças.
4. Mão-de-obra do parceiro (sujeição): é constituída das necessidades estipuladas no contrato de parceria, segundo o qual o parceiro é obrigado a trabalhar um dia por semana por um salário diário um pouco inferior ao que os trabalhadores temporários ou permanentes ganham. Esta limitação pode ser maior se a área de parceria aumentar.
5. A restrição de trabalho temporário: é uma limitação imposta à contratação de trabalhadores temporários no período 2, uma das estações de pico. Foi calculada como uma média dos dados da amostra.

4.1.3 Restrições de consumo

No modelo do parceiro foram introduzidas quatro restrições no nível de consumo com relação às culturas de alimentos. Essas restrições são compatíveis com o contrato de parceria típico, que permite ao parceiro produzir alimentos em quantidade suficiente para satisfazer o consumo de sua família. O consumo de alimentos básicos pela família do parceiro é atendido por quantidades mínimas fixas de feijão, milho, arroz e mandioca necessárias à subsistência da família durante um ano. Por falta de melhores informações sobre as necessidades mínimas de consumo alimentar utilizou-se a média dos dados da amostragem.

4.1.4 Restrições de capital

Dados os múltiplos usos do capital financeiro e as taxas de juros pagas pelos agricultores, as restrições de capital foram expressas em um conjunto de cinco equações:

- a) restrição de capital de giro tomado em empréstimo: estabelece um limite de Cr\$ 15.600,00 para empréstimos a taxas especiais de juros baixos para finalidades específicas de capital de custeio;
- b) restrição de capital de investimento tomado em empréstimo: estabelece um limite de Cr\$ 15.600,00 para empréstimos a taxas especiais de juros baixos para finalidades específicas de investimento;
- c) capacidade de tomar empréstimo: é determinada com base no valor das terras da propriedade. Supõe-se que essa capacidade seja 80% do valor dos ativos do estabelecimento. Esse limite é fixado pelas agências locais do Banco do Brasil, o estabelecimento de crédito institucional mais importante na região. Além desse teto, a agência local não pode conceder empréstimos e os pedidos devem ser encaminhados a instância superior de decisão;
- d) capital de giro disponível: estabelecido para empréstimos destinados a capital de giro acima do limite de Cr\$ 15.600,00. Esta restrição tornou-se necessária porque acima desse limite a taxa de juros é mais alta;
- e) capital de investimento disponível: estabelecido para empréstimos destinados a investimento acima do limite de Cr\$ 15.600,00. Esta restrição tornou-se necessária porque acima desse limite a taxa de juros é mais alta.

Em princípio, dois motivos foram responsáveis por essa especificação das restrições de capital. Na pesquisa não havia dados sobre recursos financeiros próprios e, de acordo com informação de agentes locais de extensão rural, a maioria dos recursos financeiros é fornecida sob a forma de empréstimos bancários. Além disso, esse enfoque visa a superar a questão da falta de dados sobre recursos financeiros próprios e foi utilizado em vários estudos de programação realizados no Brasil.¹⁴

4.1.5 Equações contábeis

Além das restrições descritas anteriormente, foram especificados três grupos de equações contábeis, dois grupos para o modelo do parceiro e um para o modelo do proprietário. O primeiro grupo de equações do parceiro é o balanço do produto total, o que permite manipular separadamente as atividades de produção e venda. Há uma equação para cada diferente produto considerado no modelo dos par-

¹⁴ Veja Sarmiento (1975); Patrick (1974); Panagides et alii (1973).

ceiros, e isso decorre do sistema de parceria predominante, no qual a parte do proprietário e as margens de comercialização são descontadas na função objetivo do parceiro, e à conveniência de separar os produtos das atividades consorciadas no processo de venda. Essas equações retratam esses produtos de modo que possam ser vendidos separadamente.

O segundo grupo de equações do parceiro refere-se ao balanço de mercadorias, e isso permite a distribuição de cada produto entre as atividades de venda e consumo do modelo. Além disso, através de várias atividades de transferência, essas equações permitem que a produção da parte de parceria da propriedade seja dividida entre os parceiros de acordo com as parcelas estipuladas no contrato.

Finalmente, o terceiro grupo, relacionado com o modelo do proprietário, apresenta o balanço das forragens que considera a disponibilidade da forragem como produto intermediário para o gado.

4.2 Atividades

As atividades incluídas nos modelos podem ser divididas em três grupos principais: a) atividades de produção; b) atividades de compra e venda; c) transferências. O grupo *b* pode ser subdividido em atividades relativas à produção, à mão-de-obra e ao capital; e o *c*, em atividades relativas à produção e à terra.¹⁵

4.2.1 Atividades de produção

As atividades de produção incluídas nos modelos limitam-se àquelas já existentes nos estabelecimentos e levam em conta tanto os produtos finais quanto os intermediários. Pode-se argumentar que limitar as atividades de produção às encontradas correntemente na área de produção exclui fontes potencialmente importantes de aumento da renda e das oportunidades de emprego. Não obstante, dadas as condições ambientais locais, a introdução de novas atividades na região envolveria grandes investimentos em pesquisa agrônômica e serviços de extensão rural. Além do mais, isso exigiria uma infra-estrutura de comercialização e capacidade administrativa apropriadas. Portanto, o desenvolvimento de coeficientes de produção adequados e a especificação das restrições necessárias a fim de simular essas condições exigiriam um extenso trabalho de pesquisa. Por esses motivos, o âmbito do presente estudo limita-se às atividades de produção existentes.

O algodão perene constitui a cultura mais importante incluída nos modelos. As outras culturas incluídas são arroz, feijão, milho e mandioca. A criação de gado, que constitui uma importante atividade complementar, também foi in-

¹⁵ Veja Ferreira (1978, op. cit., apêndice C), para uma lista das atividades do parceiro e do proprietário.

cluída, juntamente com seus produtos intermediários, tais como palma e capim-elefante.¹⁶

Outras culturas, tais como as de batata-doce, sisal e banana, foram encontradas em áreas tão limitadas e em um número tão reduzido de estabelecimentos, que as consideramos desprezíveis e não as incluímos na análise.

4.2.2 Atividades de compra e venda

As atividades de produção e venda de safras são estudadas separadamente no modelo do parceiro. Adotou-se esse procedimento devido à existência do sistema de consorciamento, além da necessidade de separar as parcelas da produção que cabem ao proprietário das que cabem ao parceiro. Portanto, os diversos bens produzidos são separados pelas correspondentes atividades de transferência, que geram atividades de venda específicas para cada produto.

As atividades de compra e venda relativas à mão-de-obra, foram divididas em seis tipos: a) mão-de-obra familiar; b) mão-de-obra temporária; c) mão-de-obra do parceiro; d) mão-de-obra permanente; e) trabalho fora da propriedade; f) número de parceiros. Essas atividades foram desagregadas nessas categorias a fim de incorporar os diferenciais de salários existentes entre os diversos tipos de trabalho e para indicar os níveis de utilização por categoria. Foi feita a repartição bimensal das primeiras cinco categorias de trabalho, de modo que se pudesse introduzir na análise os aspectos estacionais da demanda de mão-de-obra.

As atividades de mão-de-obra foram especificadas de modo que se pudesse encontrar uma seqüência predeterminada para que fizessem parte das soluções. É utilizado em primeiro lugar a mão-de-obra familiar, e isso devido ao custo zero com que entrava nas soluções. Em segundo, a mão-de-obra do parceiro (sujeição), se lucrativa, seria utilizada, pois já está disponível na propriedade e poderia ser aumentada a baixo custo. Além disso, o proprietário aumenta sua renda por meio da sua parcela na produção da parte de parceria do estabelecimento. Essa atividade representaria um custo diário de Cr\$ 4,00, estipulado pelo contrato de parceria e pago pelo proprietário. Em terceiro lugar, a mão-de-obra permanente assalariada entraria na solução à taxa salarial vigente de Cr\$ 6,00, mais moradia e outros pequenos privilégios. Essas atividades foram restringidas ao volume total disponível no estabelecimento. Em quarto lugar, a mão-de-obra assalariada temporária poderia entrar na solução à taxa vigente de Cr\$ 7,00. Em quinto, parceiros e

¹⁶ Palma, *Opuntia sp.*, é uma cactácea nativa do Nordeste semi-árido do Brasil, utilizada para forragem. Tem a forma da palma da mão e é bem conhecida por sua alta capacidade de armazenar água (contém 90% de água). Capim-elefante, também conhecido como capim-napier (*Pennisetum purpureum Schumacher*), trazido da África do Sul, é forte, ereto, frondoso, em tufos perenes, atingindo 2-4 m de altura, com folhas alongadas de 2-3 cm de largura e possui uma inflorescência opaca e fulva. Cresce em moitas e brota abundantemente (Rotar & Plucknett, 1975).

membros das famílias de pequenos agricultores podem trabalhar fora, com o salário (estabelecido no mercado) de Cr\$ 6,00. Este grupo de atividades relativas à mão-de-obra, também divididas de dois em dois meses, pode suplementar a renda do parceiro e do pequeno agricultor. Finalmente, em sexto lugar, há o número de parceiros, que leva em consideração variações no número de parceiros na propriedade. À medida que o proprietário negocia novos contratos de parceria, aumenta o número de parceiros disponíveis para trabalhar na parte explorada pelo proprietário.

Há quatro atividades relacionadas com capital. Duas atividades diferentes são consideradas para o capital de giro e duas outras para capital de investimento. De acordo com os dados da amostra, 40% dos empréstimos foram feitos para fins de investimento, tendo sido o Banco do Brasil responsável por 95% dos empréstimos institucionais na área de estudo.

O número de atividades de transferência relacionadas com a produção no modelo do parceiro é igual ao número de produtos produzidos pelas atividades de produção. Essas atividades de transferência da produção dão ao modelo a possibilidade de transferir cada produto individual das atividades de produção e distribuí-los entre as atividades de venda e consumo.

As atividades relacionadas à terra podem ser caracterizadas em três tipos. O primeiro tipo, conhecido como terra de descanso beneficiada, transforma-a em pastagens. O segundo, pastagem beneficiada, transforma-a em terra de lavoura do tipo B. O terceiro, oferta de terra em regime de parceria, permite ao proprietário fornecer terra de lavoura a novos parceiros.

Os coeficientes técnicos, os custos e os retornos que descreve cada função de produção linear associada a cada atividade de produção foram elaborados com base nos orçamentos.¹⁷

A principal fonte de dados usada na construção dos coeficientes foi o levantamento feito pela Sudene/Banco Mundial. Entretanto, dados de várias outras publicações (Sudene, Banco do Brasil e Comissão Estadual de Planejamento Agrícola do Rio Grande do Norte) foram também utilizados para ajustar e complementar os dados para elaboração dos orçamentos. A pesquisa Suplan/BNB, realizada em 1971/2, contribuiu também para melhorar ainda mais os coeficientes (Ministério da Agricultura, 1973). Os coeficientes técnicos, custos e receitas representam médias obtidas pela pesquisa e, em alguns casos, ajustadas mediante emprego de informações obtidas nas outras fontes mencionadas anteriormente.

Idealmente, as variâncias e covariâncias das receitas líquidas no nível unitário deveriam medir as variabilidades da receita líquida desses processos em condições de níveis de preços e práticas administrativas constantes (Freund, 1956). Contudo, uma vez que não dispomos desses dados para os tipos de estabelecimentos que estão sendo analisados no Nordeste, foram utilizados métodos de aproximação, a

¹⁷ Veja Ferreira (1978, op. cit., apêndice B).

fim de obtermos estimativas dos elementos da matriz Q . Supomos que apenas os preços e os rendimentos das produções são variáveis aleatórias. Supomos também que os preços de todos os insumos (tais como sementes, pesticidas e inseticidas) sejam fixos em dados níveis. Se essa suposição não for correta, pouco efeito terá sobre os resultados, tendo em vista a quantidade muito limitada de insumos usados na região. Os preços usados para obtermos estimativas das receitas brutas passadas a nível de unidade são médias estaduais ajustadas deflacionadas pelo índice geral de preços internos. Os rendimentos usados são médias ajustadas para a região coberta pela amostra. Essas estimativas das receitas unitárias passadas foram utilizadas a fim de se obter a matriz Q de variância-covariância.¹⁸

5. Análise empírica

A prática agrônômica comum nas regiões semi-áridas do Nordeste com cultivo de algodão é o sistema de consorciamento ou lavoura mista. Isso é considerado como um meio de poupar mão-de-obra e como uma maneira pela qual os agricultores tentam minimizar o impacto de variações na distribuição das chuvas, dado que algumas culturas são mais resistentes à seca do que outras. Assim, é comum o consorciamento algodão/feijão/milho e algodão/feijão e feijão/milho. Os três principais tipos de algodão são mocó, verdão e herbáceo. O tipo predominante, não só no Rio Grande do Norte, mas em todo o Nordeste, é o mocó. Muito valorizado devido ao comprimento da fibra e maior resistência, o que assegura um preço mais elevado no mercado internacional, esse algodoeiro perene, com uma vida econômica de aproximadamente cinco anos, é mais resistente à seca do que qualquer outra cultura (Ministério da Agricultura, 1973). A decisão de cultivar o mocó junto com feijão e milho de produção anual, por exemplo, reduz o risco de fracasso total da safra; na eventualidade de uma seca, o algodão proporcionará algum rendimento. Culturas isoladas são em geral plantadas em acréscimo a culturas mistas. Contudo, dado que a maioria das culturas isoladas, como arroz e feijão, são cultivadas em terras baixas úmidas (tipo A) não competem por terra com as atividades de consorciamento com algodão. Esse tipo de informação desempenha um importante papel na análise do risco das atividades, a seguir.

O risco das atividades incluídas nos modelos foi analisado mediante comparação da magnitude do desvio-padrão com a média da distribuição das receitas brutas. Foi utilizado o coeficiente de variação para comparação das duas distribuições de retornos brutos com diferentes médias (Kendall & Stuart, 1958):

¹⁸ Os preços e rendimentos utilizados para estimar a matriz de variância-covariância são referentes ao período 1966-76. A elaboração dos coeficientes técnicos para o algodão perene segue a técnica usual encontrada na literatura para as culturas temporárias. Veja Oliveira (1971); Ferreira (1971); Panagides et alii (1973); Patrick (1974); Soares (1977); e Ferreira (1978); e o parâmetro de aversão ao risco α é discutido em Takayama & Batterham (1972).

$$cv = \frac{s_i}{\bar{x}_i}$$

onde

cv = coeficiente de variação;

s_i = desvio-padrão de retornos brutos da atividade i ;

\bar{x}_i = retorno bruto esperado da atividade i .

A tabela 2 apresenta o coeficiente de variação dos retornos brutos calculados para cada atividade.¹⁹ Uma comparação dos coeficientes indica que atividades de cultivo consorciado envolvendo algodão implicam menos risco do que outras. Conforme esperado, culturas como as de arroz, feijão, milho e mandioca, que requerem mais água e são menos resistentes à seca do que o algodão, apresentam coeficientes mais altos de variação do que algodão/feijão/milho (0,316) e algodão/feijão (0,277).

Os baixos coeficientes de variação das atividades pecuárias eram esperados e são compatíveis com os resultados de um estudo realizado em Quixadá (Ceará), onde o meio agrícola é semelhante (Soares, 1977). A criação de gado na região tem sido bastante estável ao longo dos anos, apesar do nível de tecnologia e das perdas em épocas de seca. Nos anos de seca, a fim de evitar grandes prejuízos, os proprietários podem ou vender o gado ou, através de assistência financeira, comprar rações a fim de assegurar a sobrevivência do rebanho. Outro fator que pode contribuir para reduzir as variações estimadas na renda é o tipo de dados utilizados para calcular os coeficientes técnicos das atividades pecuárias. Os dados de séries temporais referentes a retornos brutos dessas atividades, semelhantes aos do estudo de Quixadá, foram elaborados com base em variações ao longo do tempo no preço por quilo do gado e em variações no valor da produção de leite no Rio Grande do Norte.²⁰ É de esperar que a utilização desses dados produzam menos variação do que a que ocorreria em estabelecimentos individuais. Não havia dados fidedignos que pudessem ser utilizados para refletir outras variações na produtividade ao longo do tempo.²¹ Contudo, aparentemente não houve mudanças importantes na tecnologia ao longo dos anos e, de acordo com vários agentes de extensão entrevistados pelo autor, o tamanho do estabelecimento reflete mais do que qualquer outro fator as diferenças na tecnologia ao longo do tempo.

¹⁹ Veja Ferreira (1978, op. cit., especialmente as tabelas D.5 e D.6, apêndice D).

²⁰ No estudo realizado por Soares, os dados de séries temporais sobre retornos brutos dessa atividade (havia apenas uma atividade pecuária) foram elaborados de variações ao longo do tempo no preço do gado por cabeça, e de variações na quantidade e no valor da produção de leite (Soares, 1977, op. cit.).

²¹ Veja Ferreira (1978, op. cit., apêndice D).

Tabela 2

Retorno bruto esperado por hectare, desvio-padrão e coeficiente de variação; e produtividade média da mão-de-obra, por atividade

Atividade	Tipo de terra	Retorno bruto			Produtividade média da mão-de-obra* (Cr \$)
		Esperado por hectare (Cr \$)	Desvio-padrão	Coeficiente de variação	
Cultura isolada					
Algodão	B	352	142	0,405	12,60
Arroz	A	676	256	0,378	5,25
Feijão	A	897	419	0,467	17,01
Milho	B	282	158	0,559	5,15
Mandioca	B	775	573	0,739	11,95
Culturas consorciadas					
Alg./feijão/milho	B	1.050	332	0,316	18,23
Feijão/milho	A	661	298	0,450	9,73
Algodão/feijão	B	871	241	0,277	16,50
Gado 1**	...	382	71	0,187	189,14
Gado 2**	...	562	107	0,191	265,14
Gado 3**	...	621	120	0,193	307,52

*A produtividade média da mão-de-obra é definida como o retorno bruto esperado da atividade por hectare dividido pelo total de homem/dias por hectare ou por unidade animal.

**Por unidade animal em vez de por hectare.

As culturas consorciadas apresentam em geral coeficientes de variação mais baixos do que as isoladas. A única exceção é feijão/milho (0,450), cujo coeficiente de variação é mais alto do que o de algodão (0,405) e de arroz (0,378). O coeficiente de variação para o algodão é mais baixo do que o de feijão/milho porque ambos necessitam de mais água e, por conseguinte, são menos resistentes à seca do que o algodão. Além disso, essa atividade não compete por terra com o algodão. De acordo com os dados da amostra, feijão/milho, arroz e feijão são geralmente cultivados em baixios ou em vazantes (terra tipo A). Ademais, num ano de seca é comum observar-se essas culturas em leitos de rio e açudes secos ou em suas margens. Essa prática pode compensar parcialmente o declínio habitual dos rendimentos durante um ano de seca. O baixo coeficiente de variação para o arroz, em comparação com o coeficiente de feijão/milho, pode ser devido a um viés de agregação nos rendimentos regionais, dado que a agregação tende a reduzir a variância estimada de retornos brutos abaixo do que é realmente obtido por agricultores individuais.

Aparentemente, agricultores avessos ao risco escolhem atividades tais como algodão/feijão/milho, algodão/feijão, e gado, em vez de culturas como as de man-

dioca, milho, feijão e feijão/milho. Contudo, não basta analisar o risco associado a cada atividade individual apenas com base no coeficiente de variação. Embora uma atividade específica possa ser considerada menos arriscada com base em seu baixo coeficiente de variação, pode também ser uma atividade em que a produtividade dos recursos é baixa. A tabela 2 apresenta também a produtividade média da mão-de-obra por atividade específica. Pode-se observar que, embora os retornos brutos do arroz apresentem um coeficiente de variação relativamente baixo, os retornos médios da mão-de-obra também são baixos. Assim, grandes volumes de uma atividade de risco relativamente baixo, como o arroz, talvez sejam inadequados se o nível mínimo de renda necessária for alto. Além disso, as covariâncias entre as atividades são muito importantes no processo de optar por uma determinada combinação de atividades em relação a outras. Se duas atividades específicas não são correlacionadas, uma combinação de ambas apresenta uma variância mais baixa do que se fossem positivamente correlacionadas. Já demonstraram que o efeito da diversificação entre atividades não correlacionadas no sentido de reduzir a variância pode ser forte (Anderson & Dillon, 1977). Por exemplo, a matriz de variância-covariância para o modelo do proprietário apresenta uma covariância negativa entre milho isolado e atividade pecuária e entre mandioca isolada e as culturas consorciadas.²² As matrizes de variância-covariância para os modelos do parceiro e do proprietário apresentam uma covariância negativa entre algodão isolado e feijão e entre milho e algodão. A análise de programação quadrática apresentada nas seções seguintes mostra que combinações de carteira (porta-fólios) entre essas atividades resultam em variância (riscos) mais baixos para o agricultor do que atividades individuais.

5.1 Procedimentos utilizados na elaboração das fronteiras de eficiência

Os modelos de programação quadrática descritos anteriormente foram utilizados para derivar quatro fronteiras de eficiência iniciais, que representam planos agrícolas de risco mínimo para cada nível de retornos totais esperados menos custos variáveis (renda esperada). Uma fronteira inicial de eficiência foi derivada para a gleba do parceiro e três diferentes fronteiras iniciais de eficiência foram derivadas para três tamanhos diversos de estabelecimentos (pequeno, médio e grande). Os resultados obtidos pela fronteira inicial de eficiência do parceiro foram utilizados como parâmetros na elaboração das fronteiras de eficiência para os estabelecimentos médios e grandes.

O escalar α (parâmetro de aversão ao risco), da forma especificada nos modelos descritos anteriormente indica a aversão ao risco de quem toma as decisões. Quanto maior o valor de α , mais conservador o tomador de decisões. Devido ao

²² Id. *ibid.* p. 58, tabela 8.

papel desempenhado pelo parâmetro de aversão ao risco como ajustador de programas agrícolas ótimos, pode ser usado como uma medida relativa de risco em toda a faixa da fronteira de eficiência (Takayama & Batterham, 1972). Além disso, dado que o coeficiente de variação é uma função explícita do desvio-padrão e dos retornos brutos esperados, pode ser interpretado como uma medida relativa do risco entre diferentes fronteiras de eficiência.

Durante uma visita à área de estudo, após a coleta dos dados, o autor notou uma situação importante que ocorria na relação proprietário-parceiro e que não fora refletida nos dados da amostra. Os recém-criados sindicatos rurais locais, representando os interesses dos trabalhadores agrícolas, estavam levando a juízo a maioria das queixas de parceiros contra proprietários pela dispensa injusta de parceiros. De acordo com vários proprietários e agentes de extensão entrevistados pelo autor, a maioria desses litígios era ganha pelos parceiros, e, após decisão judicial, os proprietários eram freqüentemente obrigados a compensar os parceiros por seus algodoais e benfeitorias nas habitações. Como consequência, a maioria dos proprietários tinha em suas fazendas menos parceiros do que teriam desejado em outras circunstâncias. Foi feita uma tentativa de incorporar essa situação no processo de elaboração do modelo, embora não se dispusesse de dados exatos. Para refletir esse custo indireto nas atividades de parceria, foram levadas em consideração as margens brutas anuais de algodão para um ciclo de cinco anos na gleba de 10 hectares do parceiro. Além disso, essa estimação foi feita levando-se em conta apenas a parte anual do parceiro no consórcio de algodão/feijão/milho. Dado que nem todos os parceiros foram despedidos e que não dispúnhamos de dados para determinar a idade de seus algodoais durante a avaliação, foi considerado apenas um ano de margens brutas. Portanto, estimou-se um total de Cr\$ 1.298,00 como custo médio de compensação para cada nova gleba de parceiro de 10 hectares considerada nos modelos,²³ omitindo-se cercas, benfeitorias nas habitações e outros melhoramentos.

Os planos agrícolas representados pela fronteira foram organizados em ordem de rentabilidade crescente, medida pela renda esperada. O volume total da renda esperada do estabelecimento foi derivado das margens brutas esperadas das atividades. Portanto, a expressão “renda esperada” é usada para indicar resultados esperados para um ano médio e não o nível real da renda num determinado ano. O código de programação quadrática foi o Rand QP 360.²⁴

6. Principais resultados e conclusões

As atividades envolvendo algodão apresentavam menor risco do que outras atividades agrícolas. A renda obtida com criação de gado também apresentava uma

²³ Veja orçamentos em Ferreira (1978, op. cit., apêndice B).

²⁴ Veja Takayama & Batterham (1972, op. cit.).

variância relativamente baixa. O nível de risco aumentava a uma taxa crescente à medida que o nível de renda se elevava. Os pequenos agricultores parecem ser mais avessos ao risco do que os grandes, isto é, quanto maior o tamanho do estabelecimento maior o risco decorrente dos planos escolhidos pelos agricultores. Assim, os planos agrícolas reais produziam rendas esperadas abaixo dos níveis máximos, mas suas variâncias eram menores do que as associadas com rendas esperadas máximas. Contudo, os parceiros não eram avessos ao risco, e os planos escolhidos podem ter sido o resultado de decisões altamente restringidas, dados os seus recursos limitados.²⁵ A terra só constituía um fator restritivo para parceiros e pequenos agricultores. A mão-de-obra mostrou-se um fator restritivo para agricultores médios e grandes. Para os pequenos agricultores, a mão-de-obra só era restritiva em meses críticos. Os recursos financeiros, com exceção dos parceiros, não constituíam um fator limitante.

Os resultados da análise de sensibilidade mostram que, quando os parceiros foram excluídos como uma fonte de mão-de-obra, os agricultores médios e grandes incorriam em riscos mais elevados com relação à renda esperada. Assim, uma das principais razões da preferência dos proprietários por parceiros é essa redução do risco a determinados níveis de renda. Quando o algodão foi excluído dos planos agrícolas, as terras foram transformadas em pastagem e destinadas à criação de gado, obtendo-se menos renda a determinados níveis de risco. Quando o preço do algodão aumentou 15%, mais terras foram arrendadas a parceiros e o risco foi reduzido em relação aos níveis de renda. Uma redução de 50% no crédito não afetaria os pequenos e médios agricultores e teria efeitos mínimos sobre os grandes. Uma redução de 75% no crédito afetaria todos os agricultores. O maior impacto seria sobre os grandes estabelecimentos. Haveria uma redução substancial na criação de gado e nos níveis de renda potencial.

As oportunidades para reduzir o risco e/ou aumentar os níveis de renda esperada simplesmente realocando os recursos existentes parecem ser muito limitadas. Portanto, para o futuro, a pesquisa agrônômica devia ser enfatizada, investigando-se também a introdução de atividades alternativas e de novas tecnologias. Sem um grande esforço para desenvolver novas alternativas, as oportunidades de aumentar a renda e melhorar o bem-estar social na região são bastante limitadas.

Também, de modo a desenvolver estimativas mais fidedignas dos efeitos da política de crédito, necessita-se de mais informação sobre os recursos financeiros dos proprietários e sobre o valor das terras.

É necessária uma melhor compreensão das inter-relações entre os diversos grupos sócio-econômicos no processo de produção, para a elaboração de políticas

²⁵ Esse resultado parece combinar com os de um estudo recente utilizando experimentos idealizados que envolviam escolhas entre alternativas seguras e com risco utilizadas para avaliar as atitudes com relação ao risco de amostras de pequenos proprietários e parceiros no Brasil. Uma das conclusões do estudo, com base em dados sobre Canindé (Ceará), é que a aversão ao risco tende a ser mais comum e talvez maior entre os pequenos proprietários do que entre parceiros (Dillon & Scandizzo, 1978).

e programas governamentais que visem a melhorar as desigualdades na distribuição da renda. Faz-se necessária uma ação conjunta para estudar as relações familiares e de produção. Acredita-se que somente uma percepção mais ampla dessas relações poderia resultar em melhoramentos na alocação de mão-de-obra por grupos de baixa renda.

6.1 *Limitações*

Os estudos que utilizam técnicas de programação geram uma grande quantidade de informações que podem ser úteis aos tomadores de decisões políticas. Entretanto, como qualquer outra metodologia, a programação matemática tem limitações que precisam ser reconhecidas. Entre essas limitações, bem examinadas na literatura,²⁶ deve-se atentar especialmente para os dados e processo de elaboração do modelo. Os dados utilizados para medir os coeficientes técnicos e as limitações de recursos foram retirados de um levantamento realizado pelo projeto Sudene/Banco Mundial. Contudo, dada a natureza dos objetivos desse estudo, foram necessários vários aperfeiçoamentos. Por exemplo, as necessidades de mão-de-obra para cada atividade só eram disponíveis por tarefa agrícola. Assim, de modo a incluir aspectos sazonais da mão-de-obra, os coeficientes técnicos tiveram que ser transformados. Isso foi feito associando-se as necessidades de mão-de-obra por tarefa do estabelecimento ao mês em que essas tarefas foram executadas. Outro exemplo são os ajustes feitos nos coeficientes de criação de gado de modo a incluir diferenças entre tamanhos de estabelecimentos. Devido à falta de informações sobre “atividades familiares”, as fontes alternativas de renda para parceiros e pequenos agricultores foram negligenciadas. Os dados de séries temporais utilizados na matriz de variância-covariância dos retornos das atividades constituem outra limitação. Esses dados podem conter viés de agregação. Esse viés é um resultado do fato de que o processo de agregação é obtido por médias estaduais que podem não levar em consideração a variabilidade entre os estabelecimentos.

Modelos de programação são abstrações simplificadas de processos complexos. Assim, várias simplificações foram impostas. Os investimentos a longo prazo no processo de produção foram em grande parte ignorados. Devido ao fato de se ter suposto um processo de decisão de período único, os investimentos em construção, equipamento e outras estruturas foram omitidos. As decisões referentes a investimentos em pecuária foram tratadas de um modo simplificado, como o foram as decisões relativas a investimentos em algodão.

Embora as limitações possam impor restrições aos resultados, foram necessárias para manter o problema controlável e porque, em muitos casos, não se dispunha de dados alternativos.

²⁶ As suposições, limitações e a relação da programação com a teoria da firma foram exaustivamente examinadas na literatura: Baumol (1972); Gauss (1975); Hadley (1963); Heady & Candler (1969).

6.2 Outras implicações

O padrão de combinação de atividades gerado pelas soluções de programação quadrática para cada tamanho de estabelecimento, considerado neste estudo, reflete um aperfeiçoamento considerável com relação à abordagem de programação linear convencional que ignora o risco, pois leva em consideração não só a variância como também o nível dos retornos. Essa informação adicional é utilizada para explicar as semelhanças entre certos planos de fronteira que reduzem o risco e os planos reais. Embora a análise não considere outros tipos e fontes de risco, tais como o impacto da tecnologia, contrastando as soluções de programação quadrática com as de programação linear para cada tamanho de estabelecimento, pode-se concluir que os agricultores na área de estudo aparentemente não escolhem planos de produção agrícola apenas com base no nível de lucro. Comparando os diversos tamanhos de estabelecimentos, chega-se a uma conclusão semelhante. Os planos agrícolas reais parecem refletir o emprego de recursos de tal modo que os níveis desejados de renda são atingidos com risco mínimo. Embora a renda esperada seja mais baixa, ocorre muito menos variabilidade na renda ao longo dos anos. Quanto menor o volume de recursos disponíveis ao agricultor, mais ele prefere planos com menos variabilidade de renda em vez de níveis de renda esperada mais elevados.

Na área de estudo, o nível de aversão ao risco diminui à medida que o tamanho do estabelecimento aumenta. Em outras palavras, quanto maior o estabelecimento maior é o risco dos planos escolhidos pelo proprietário. O nível de risco, em cada tamanho de estabelecimento, aumentava a uma taxa crescente à medida que o nível de renda subia.

Com relação aos recursos, ficou demonstrado que a mão-de-obra não constitui um fator restritivo para parceiros e pequenos proprietários. A mão-de-obra é o fator mais limitante para proprietários médios e grandes. Para os pequenos agricultores, a mão-de-obra só constitui um fator restritivo em meses críticos. Dadas as formas de tecnologia utilizadas na área de estudo, o volume de crédito não constitui um fator de limitação para a maioria dos agricultores. Com exceção dos parceiros, os resultados indicam um superávit de recursos financeiros *vis-à-vis* as necessidades reais. Esse superávit diminui à medida que aumenta o tamanho do estabelecimento. Dado que a maior parte do capital de giro usado pelos parceiros provém dos proprietários, a eliminação dos custos de compensação nas atividades de parceria provavelmente aumentaria o número de parceiros. Além disso, qualquer aperfeiçoamento na tecnologia, não importando o tamanho do estabelecimento, exigirá quantidades maiores de capital de giro e de investimento.

Nos pequenos estabelecimentos, as principais mudanças nas atividades associadas com aumentos nos níveis de renda e risco eram aumentos em gado e algodão/feijão/milho e uma redução no trabalho fora do estabelecimento. Em estabelecimentos médios e grandes, gado e algodão explorados pelo proprietário tendiam a substituir algodão/milho/feijão cultivados pelos parceiros à medida que

os níveis de renda e risco aumentam. Assim, parece que o sistema de parceria é um meio de reduzir os riscos enfrentados pelos proprietários.

Uma comparação entre os dados do levantamento e os resultados do modelo básico mostra que o plano agrícola correspondente ao nível de renda esperada de Cr\$ 10.176,00 e a coeficientes de variação de 0,272 é bastante semelhante ao plano real para o estabelecimento médio.²⁷ Se os parceiros são substituídos por outras formas de mão-de-obra e supondo que o proprietário mantenha a mesma atitude em face do risco, isto é, se ele preferir um plano agrícola com o mesmo coeficiente de variação do modelo básico, ele escolheria um plano com uma renda esperada 33% menor sem parceiros. Em outras palavras, o proprietário médio teria sua renda esperada reduzida para Cr\$ 6.800,00 para continuar num nível de risco semelhante. Quando essas mesmas suposições são aplicadas ao grande estabelecimento, a renda esperada diminuiria de Cr\$ 20.474,00 para aproximadamente Cr\$ 11.500,00, com um coeficiente de variação equivalente de 0,426. Isso significaria uma redução de 44% na renda esperada do grande proprietário se ele preferisse continuar com um nível de risco equivalente quando os parceiros fossem excluídos como uma fonte alternativa de mão-de-obra.

Quando a produção de algodão é excluída dos planos agrícolas e os proprietários optam por permanecer em níveis de risco semelhantes aos dos modelos básicos, os níveis de renda esperada diminuem de Cr\$ 5.482,00 para Cr\$ 5.300,00; de Cr\$ 10.176,00 para Cr\$ 5.500,00 e de Cr\$ 20.474,00 para Cr\$ 8.900,00, para estabelecimentos pequenos, médios e grandes, respectivamente. Essas alterações implicariam, respectivamente, uma redução de 3,46 e 57% na renda esperada para cada tamanho de estabelecimento. Assim, quanto maior o estabelecimento, maior a redução na renda esperada quando a produção de algodão é excluída dos planos agrícolas e os proprietários optam por continuar com níveis de risco semelhantes aos dos modelos básicos.

Contudo, quando o preço do algodão aumenta 15% e os proprietários preferem continuar com níveis de risco semelhantes aos dos modelos básicos, isto é, com um coeficiente de variação de 0,176, 0,272 e 0,426 para estabelecimentos pequenos, médios e grandes, respectivamente,²⁸ os níveis de renda esperada aumentariam. A renda esperada aumentaria de Cr\$ 5.482,00 para Cr\$ 5.700,00; de Cr\$ 10.176,00 para pouco menos de Cr\$ 11.052,00; e de Cr\$ 20.474,00 para Cr\$ 22.177,00, o que significa aumentos de 4, 9 e 8%, respectivamente, para estabelecimentos pequenos, médios e grandes.

Finalmente, se o crédito for reduzido em 75% e supondo-se que os proprietários mantenham a mesma atitude frente aos riscos, isto é, se escolherem planos agrícolas com coeficientes de variação semelhantes aos do modelo básico em comparação aos planos reais, a renda esperada seria a mesma para estabeleci-

²⁷ Veja Ferreira (1978, op. cit., p. 58, tabela 13).

²⁸ Id. ibid. tabelas 11, 13 e 15.

mentos pequenos e médios. No entanto, para os grandes estabelecimentos, o mesmo nível de risco não seria atingido, pois a máxima solução possível (solução PL), com Cr\$ 13.916,00 de renda esperada, seria obtida a um coeficiente de variação de 0,341, menor do que o de 0,426 atingido no modelo básico. Uma redução de 75% no crédito disponível aos grandes proprietários os forçaria a escolher planos agrícolas com níveis de risco mais baixos do que no modelo básico.

Uma implicação importante dos resultados da análise de sensibilidade, quando os parceiros foram excluídos dos planos, é que, dada a tecnologia tradicional na área de estudo, seria muito difícil para os proprietários médios e grandes conseguirem níveis mais intensivos de utilização da terra na ausência de parceiros. Isso é um resultado da natureza inelástica da oferta de mão-de-obra, especialmente em períodos de pico da demanda de mão-de-obra. Para se garantirem contra a escassez de mão-de-obra e a variabilidade da renda, os proprietários médios e grandes contam com os parceiros. O sistema de parceria que prevalece nessa área, regulamentado pelo contrato de parceria, é um modo racional de os proprietários garantirem oferta de mão-de-obra o ano inteiro e especialmente nos períodos críticos a custos mais baixos. Assim, os parceiros fornecem mão-de-obra para a parte do estabelecimento arrendada em parceria, mão-de-obra para a parte explorada pelo proprietário (trabalho de sujeição) e eventualmente parte da mão-de-obra assalariada temporária de outras propriedades vizinhas. Desse modo, o sistema de parceria está de acordo com teorias recentes sobre a subordinação estrutural da *pequena* produção.²⁹ Por outro lado, os parceiros estão em melhor situação do que se fossem exclusivamente trabalhadores assalariados rurais. De acordo com os dados do levantamento, os parceiros ganhariam, numa base de homem/dia, uma renda média diária de Cr\$ 6,54, enquanto os trabalhadores assalariados temporários ganhariam Cr\$ 7,00. Entretanto, benefícios adicionais, como alimentos básicos, habitação, saúde e bem-estar, proporcionados pelo proprietário compensam essa diferença. Ademais, devido à sazonalidade da demanda de mão-de-obra, os trabalhadores rurais numa base temporária podem não encontrar trabalho para o ano todo. Além disso, os parceiros prezam muito as relações parceiro-proprietário, nas quais os direitos e deveres de cada parte são claramente delimitados. Por outro lado, um proprietário que não cumprir seus deveres pode perder seus trabalhadores e terá dificuldade em substituí-los (Johnson, 1971).

Outra implicação desse estudo, relacionada especialmente com os resultados da simulação em que as terras cultivadas com algodão foram convertidas em pastagem pela exclusão do algodão dos planos agrícolas, é que há muito poucos

²⁹ Essas teorias, partindo do conceito de uma dualidade no sentido empregado por Arthur Lewis, tentam explicar as inter-relações entre duas segmentações básicas observadas na agricultura: *pequena* produção e produção *capitalista*. A primeira caracteriza-se basicamente pela utilização da mão-de-obra familiar e, portanto, sua produção é limitada, enquanto a segunda consiste primordialmente na utilização de mão-de-obra assalariada; assim, não se impõe nenhuma limitação *natural* ao tamanho ou escala da produção (Rezende, 1979).

produtos agrícolas nos quais a região tenha uma vantagem comparativa. Dado que o algodão é a mais importante fonte de renda e emprego na região, qualquer tentativa de abandonar essa cultura resultaria em graves problemas sócio-econômicos que afetariam toda a economia local. Em consequência, os esforços do Governo deveriam ser orientados no sentido de aumentar a produtividade do algodão. A pesquisa agrônômica é altamente recomendada, dado que a produtividade do algodão quase não se alterou em décadas. Além disso, a pesquisa agrônômica e econômica devia ser estimulada de modo a desenvolver culturas alternativas cujas exigências e rentabilidade pudessem competir com o algodão.³⁰ Os dados do levantamento indicam a inexistência de um sistema efetivo de classificação do algodão nessa área. A regulamentação governamental do sistema de comercialização do algodão impondo um sistema de classificação melhoraria a produção de algodão. Preços diferenciais estimulariam os agricultores a cultivar o mocó, que produz mais renda a determinados níveis de risco.

Abstract

The major purpose of this study was to analyze the economic relationships between landowner and sharecropper in the semi-arid region of Northeastern Brazil. Linear and quadratic programming models were used. Given the nature of the uncertainties faced by farmers, risk considerations are explicitly introduced in the models, following concepts developed by Markowitz and Freund. The programming models account for major relationships between sharecroppers and landowners such as production activities on owner-operated and sharecropped parts of the farm, sharecroppers' share of production, market margin on sharecroppers' production, sharecropper labor (*sujeição* labor), and sharecropper consumption.

Activities involving cotton were less risky than other crop activities. Risk-aversion decreased as size of farm increased. Results from the sensitivity analysis of potential agricultural policies are discussed. Opportunities for increasing incomes and reducing risks by reallocating existing resources are very limited.

Bibliografia

Anderson, J. R.; Dillon J. L. & Hardaker, B. *Agricultural decision analysis*. Ames, The Iowa State University Press, 1977.

³⁰ Durante a viagem que o autor fez à área de estudo, visitou a estação experimental de Cruzeta, onde tomou conhecimento de experimentos recentes com sorgo. Segundo agrônomos locais, o sorgo tem 95% do valor nutricional do milho e apresentou bons rendimentos em vários experimentos na área de estudo.

Arrow, Kenneth J. *Essays in the theory of risk-bearing*. Chicago, Markham, 1971.

Barbosa, Túlio. *Dos benefícios e dos custos de mudanças na estrutura fundiária*. Trabalho apresentado à Conferência sobre Problemas de Pobreza Rural no Brasil, Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, ago. 1976. mimeogr.

Bardham, P. K. & Srinivasan, T. N. Cropsharing tenancy in agriculture: a theoretical and empirical analysis. *American Economic Review*, 61 (1): 48-64, Mar. 1971.

Baumol, William J. *Economic theory and operations analysis*. Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall, 1972.

Bell, Cline. Alternative theories of sharecropping: some tests using evidence from Northeast India. *Journal of Development Studies*, 13 (4): 317-46, Jul. 1977.

——— & Zusman, Pinhas. A Bargaining theoretic approach to cropsharing contracts. *American Economic Review*, 66 (4): 578-87, Sept. 1976.

Bettis, Lee W.; Meyer, Richard L. & Walter, Francis E. *The economics of sharecropping in Brazil*. Trabalho apresentado à Reunião Anual da Associação Americana de Economia Agrícola, ago. 1977.

Boxley, Robert F. Cost-share leases revisited . . . again. *American Journal of Agricultural Economics*, 53 (3): 529-32, Aug. 1971.

Cheung, Steven H. S. *The Theory of share tenancy*. Chicago, The University of Chicago Press, 1969.

Dillon, J. & Anderson, J. Allocative efficiency in traditional agriculture and risk. *American Journal of Agricultural Economics*, 53 (1): 26-32, Feb. 1971.

——— & Scandizzo, Pasquale L. Risk attitudes of subsistence farmers in Northeast Brazil, a sampling approach. *American Journal of Agricultural Economics*, 60 (3): 425-35, Aug. 78.

Ferreira, Léo da Rocha. Política econômica e pobreza rural no Brasil. *Revista de Economia Rural*, 16 (3): 159-72, jul./set. 1978.

——— . *Economics of small and sharecropper farms under risk in the sertão of Northeastern Brazil*. Tese de doutorado apresentada à University of Florida, 1978.

——— . *A introdução de novas atividades produtivas para o desenvolvimento de uma região agrícola: a fruticultura na Zona da Mata de Minas Gerais*. Tese de mestrado apresentada à Universidade Federal de Viçosa, 1971.

Freund, Rudolf J. The Introduction of risk into a programming model. *Econometrica*, 24 (3): 253-63, Jul. 1956.

Gauss, Saul J. *Linear programming: methods and applications*. 4. ed. New York, MacGraw-Hill, 1975.

Hardley, G. *Linear programming*. Reading, Mass, Addison-Wesley, 1963.

Heady, Earl O. Economics of farm leasing systems. *Journal of Farm Economics*, 29 (3): 659-78, Aug. 1947.

——— & Candler, W. *Linear programming methods*. Ames, The Iowa State University Press, 1969.

——— & Kehrberg, Earl. Relationship to crop share and cash leasing systems to farming efficiency. *Research Bulletin*, Iowa State College Experiment Station, May, 1952.

Issawi, Charles. Farm output under fixed rents and share tenancy. *Land Economics*, 33 (1): 74-7, Feb. 1957.

Johnson, Allen W. *Sharecroppers of the sertão, economics and dependence on Brazilian plantation*. Stanford, Stanford University Press. 1971.

Kendall, M. G. & Stuart, A. *The Advanced theory of statistics*. Londres, Griffin, 1958.

Kutcher, G. P. & Scandizzo, P. L. A Partial analysis of share tenancy, relationships in Northeast Brazil. *Journal of Development Economics*, 12 (3): 343-54, Aug. 1976.

Lin, W.; Dean, G. & Moore, C. An Empirical test of utility vs. profit maximization in agricultural production. *American Journal of Agricultural Economics*, 56 (3): 497-508, Aug. 1974.

Markowitz, Harry M. *Portfolio selection, efficient diversification of investments*. New York, John Wiley, 1959.

Marshall, Alfred. *Principles of economics*. 8. ed. New York, Macmillan, 1953.

Moscardi, Edgardo & Janvry, Alain de. Attitudes toward risk among peasants: an econometric approach. *American Journal of Agricultural Economics*, 59 (4): 710-16, Nov. 1977.

Ministério da Agricultura. Suplan. *Programa de pesquisas sobre o algodão arbóreo no Nordeste do Brasil*. Relatório do Seminário Especial. Brasília, mar. 1973.

Newbery, D. M. G. Cropsharing tenancy in agriculture: comment. *American Economic Review*, 64 (6): 1.060-6, Dec. 1974.

Oliveira, A. J. *Possibilidades econômicas da atividade florestal na Zona da Mata, Minas Gerais*. Tese de mestrado apresentada à Universidade Federal de Viçosa, 1971.

Panagides, S. S. et alii. *Estudos sobre uma região agrícola, Zona da Mata de Minas Gerais*. Rio de Janeiro, IPEA/Inpes, 1973. (Série Monográfica, 9.)

Patrick, George F. Efeitos de programas alternativos do Governo sobre a agricultura do Nordeste. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 4 (1): 49-82, fev. 1974.

Rao, C. H. Hamumantha. Uncertainty, entrepreneurship and sharecropping in India. *The Journal of Political Economy*, 79 (3): 578-95, May/July 1971.

Rezende, Gervásio Castro de. Estrutura agrária, produção e emprego no Nordeste. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 9 (1): 33-82, abr. 1979.

Rotar, Peter P. & Plucknett, Donald L. Tropical and subtropical forages. In: Heath, M. E.; Metcalfe, D. S. & Barnes, R. F., orgs. *Forages, the science of grassland agriculture*. 3. ed. Ames, Iowa State University Press, 1975.

Roumasset, James. *Rice and risk: decision making among low income farmers*. Amsterdã, North-Holland, 1976.

Sarmiento, Osvaldo M. *Do risco na agricultura: um estudo sobre as atividades agropecuárias dos municípios pernambucanos de Mirandiba e Serrita*. Tese de mestrado apresentada à Universidade Federal de Pernambuco, 1975.

Scandizzo, P. L. & Kutcher, G. P. *Northeast Brazil regional studies project sampling procedures*. Washington, D.C., DRC/IBRD, 1974. (Working Paper RPO 273/XII/1.)

____ & Barbosa, T. Substituição e produtividade dos fatores na agricultura nordestina. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 7 (2): 367-404, ago. 1977.

Schickele, Rainer. Effects of tenure systems on agricultural efficiency. *Journal of Farm Economics*, 23 (1): 185-207, Feb. 1941.

Schulter, M. *Differential rates of adoption of new seed varieties in India: the problem of the small farm*. Department of Agricultural Economics, Cornell University, USAID Research Project, 1971. (Occasional paper, 47.)

Schultz, Theodore W. Capital rationing, uncertainty, and farm tenancy reform. *The Journal of Political Economy*, 48 (3): 309-24, Jun. 1940.

_____. *Transforming traditional agriculture*. New Haven, Yale University Press, 1965.

_____. *Institutions and the rising economic value of man*. Trabalho apresentado na Reunião Anual da Associação Americana de Economia Agrícola, ago. 1968.

Sen, Amartya K. Peasants and dualism with or without surplus labor. *The Journal of Political Economy*, 74 (5): 425-50, Oct. 1966.

Soares, Augusto César Monteiro. *Resource allocation and choice of enterprise under risk on cotton farms in Northeast Brazil*. Tese de doutorado apresentada à Ohio State University, 1977.

Stiglitz, Joseph E. Incentives and risk sharing in sharecropping. *Review of Economic Studies*, 41 (2): 219-55, Apr. 1974.

Sutinern, J. G. The Rational choice of share leasing and implications for efficiency. *American Journal of Agricultural Economics*, 57 (4): 613-21, Nov. 1975.

Takayama, T. & Batterham, R. L. *Portfolio selection and resource allocation for financial and agricultural firms with the Rand QP 360 quadratic programming code*. Urbana-Champaign, Department of Agricultural Economics, University of Illinois, Mar. 1972.

Teixeira, Teotônio D. *Resource efficiency and the market for family labor: small farmers in the sertão of Northeast Brazil*. Tese de doutorado apresentada à Purdue University, 1976.