

ALOCAÇÃO DE RECURSOS E ESCOLHA DE ATIVIDADES SOB CONDIÇÕES DE RISCO EM FAZENDAS COTONICULTORAS DO NORDESTE SEMI-ÁRIDO¹

Augusto César de M. Soares
Richard L. Meyer²

SINOPSE

O presente trabalho pretende contribuir para uma melhor compreensão do compartimento dos produtores de algodão da região semi-árida do Nordeste Brasileiro que, através da adoção do sistema de parceria e de racional diversificação de atividades, conseguem minimizar variações no nível de renda, ao mesmo tempo que procura assegurar renda suficiente para cobrir a despesa familiar, assim como encargos referentes a despesas gerais da propriedade.

SUMMARY

This paper expects to contribute to a better comprehension of the brazilian northeast semi-arid region cotton farmers behaviour. This farmers has obtained some good results with respect to the reduction of the income variations to a minimum, through the adoption of the sharecrop system and the rational diversification of the farm activities. At the same time they try to guarantee an adequate ammount of income to cover the family and farm expenditures.

¹ Este trabalho baseia-se na tese de doutorado do primeiro autor - Resource Allocation and Choice of Enterprise Under Risk on Cotton Farms in Northeast Brazil. The Ohio State University, 1977. Os autores agradecem ao Dr. Francis E. Walker pelas críticas e sugestões apresentadas durante a elaboração desta pesquisa. Agradecimentos são extensivos aos Drs. Paulo F. Cidade de Araújo, Caio T. Yamaguishi e Decio Zylbersztajn que leram a primeira versão deste trabalho e apresentaram sugestões. Esta pesquisa foi realizada em parte com a colaboração financeira do Banco do Nordeste do Brasil. As opiniões expressas neste trabalho são de responsabilidade única de seus autores.

² Economista Pesquisador do Centro de Estudos de Fertilizantes (CEFER) do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) do Estado de São Paulo e Professor da Ohio State University, U.S.A.

ALOCAÇÃO DE RECURSOS E ESCOLHA DE ATIVIDADES SOB CONDIÇÕES DE RISCO EM FAZENDAS COTONICULTORAS DO NORDESTE SEMI-ÁRIDO

Augusto César de M. Soares
Richard L. Meyer

1. INTRODUÇÃO

Vem sendo crescentemente reconhecido que as decisões dos agricultores são muitas vezes tomadas sob condições de muito risco. A produção agrícola é inerentemente estocástica devido a fatores que afetam a produtividade, os quais podem estar relacionados com variações climáticas ou ocorrência de pragas e doenças. Além disso, os agricultores não têm conhecimento perfeito acerca de eventos futuros referentes à tendência dos preços dos produtos e insumos. A combinação de incertezas decorrentes da falta de conhecimento perfeito sobre todos esses fatores pode causar variações significativas na renda dos agricultores ao longo dos anos.¹

Uma compreensão melhor a respeito do fator risco no tocante a seus efeitos sobre a produção e o desenvolvimento agrícolas constitui um ingrediente essencial do planejamento racional da propriedade agrícola e do próprio setor agrícola como um todo. O risco pode constituir um fator altamente inibidor da produção já que muitos agricultores não podem enfrentar situações que possam eventualmente causar privações sérias ou mesmo, para alguns agricultores, impedi-los de satisfazer suas necessidades de subsistência. No entanto, a variável risco está apenas começando a ser adequadamente considerada em estudos e planos relacionados com a produção agrícola nos países em desenvolvimento-HEYER(17), LOW(23), ODERO-OGWEL(26).

Existe uma literatura abundante baseada em estudos de estimativas de função de produção feitos a partir de dados extraídos de cortes transversais no tempo, incluindo estimativas do valor do produto marginal dos fatores. Encontra-se também um número significativo de estudos baseados em preços sombra ("shadow prices") de fatores estimados a partir de modelos determinísticos de maximização de renda utilizando programação linear. Todos esses estudos partem do pressuposto implícito de que os agricultores igualam o custo marginal à receita marginal - pressuposição verdadeira somente em casos de neutralidade quanto ao risco. Mais realista seria estudar o comportamento do agricultor partindo da pressuposição de que ele é avesso ao risco. Estudos vêm mostrando que o impacto

¹ Neste trabalho, risco e incerteza são termos sinônimos. Autores há que se referem à incerteza como uma situação onde os eventos são desconhecidos e não podem ser previstos através de estimativas de probabilidade; já o risco poderia ser visto como uma situação onde "payoffs" de uma tomada de ação, embora incertos, poderiam ser previstos probabilisticamente.

da aversão ao risco no processo decisório, pode ser considerado uma característica não neoclássica importante da agricultura, principalmente da agricultura tradicional como a que hoje ainda se pratica, em larga escala, no nordeste brasileiro. A evidência empírica vem consistentemente indicando desvios substanciais com relação ao critério convencional de otimização, i.e., a igualação dos valores dos produtos marginais aos preços dos fatores correspondentes - WIENS (45). A noção schultziana (35) de que fazendas de agricultura tradicional maximizam a renda e, conseqüentemente, utilizam recursos eficientemente dentro dos limites da tecnologia tradicional existente tem sido submetida a críticas. LIPTON (22), por exemplo, argumenta que agricultores há que escolhem atividades de menor risco ainda que menos lucrativas. Partindo-se da pressuposição de que os agricultores são maximizadores de utilidade, pode-se então admitir que existe uma preocupação em não apenas tentar atingir maiores níveis de renda mas também de incorrer em menores riscos, isto é, evitar grandes variações no nível de renda - DILLON & ANDERSON (8). Esta preocupação certamente não existiria se os agricultores fossem somente maximizadores de renda. Estudos têm demonstrado que os produtores podem não visar somente ao lucro por estarem os mais altos níveis de renda geralmente associados aos mais altos níveis de risco LIPTON (22).

No presente trabalho, propõe-se dar alguma contribuição para uma compreensão melhor do comportamento dos produtores de algodão da região semi-árida do nordeste brasileiro, que, através da adoção do sistema de parceria e de uma racional diversificação de atividades, conseguem minimizar variações no nível de renda, ao mesmo tempo que procuram assegurar renda suficiente para cobrir a despesa familiar, assim como encargos referentes a despesas gerais da propriedade.

2. CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA

Os dados utilizados neste estudo foram, na sua maior parte, coletados no município de Quixadá, localizado na região semi-árida do Estado do Ceará. O levantamento original de dados foi realizado, em 1972 e 1973, por técnicos da Subsecretaria de Planejamento e Orçamento (SUPLAN) do Ministério da Agricultura em cooperação com o Banco do Nordeste do Brasil e Departamento de Economia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará - SUPLAN (42).

Foram entrevistados 62 proprietários e 63 parceiros no levantamento original. Em 1973 mais 15 proprietários e 22 parceiros foram entrevistados para coleta de outros dados necessários para o cálculo de coeficientes técnicos. Em 1976 o primeiro autor deste trabalho visitou a região onde o levantamento original fora efetuado.

Durante esta visita dados adicionais foram coletados junto ao BNB e CEPA/CE para a construção de séries históricas de preços de produtos e rendimentos das principais atividades agrícolas da região. A maior parte desses dados foi utilizada para a incorporação de elementos estocásticos ao modelo analítico de programação quadrática.

3. PRESSUPOSIÇÕES

A pressuposição básica implícita no modelo de risco empregado neste estudo é de que intensidade no uso do fator mão-de-obra, diversificação das atividades agrícolas da fazenda, quantidade de terra alocada às atividades de parceria e porção da produção que cabe ao parceiro são decisões tomadas pelo proprietário.¹ Os parceiros são vistos apenas como uma fonte adicional de mão-de-obra e de renda para o proprietário. Esta percepção do processo decisório sob o regime de parceria pode contrastar com algumas teorias sobre tendência de terra, que argumentam estar o contrato de parceria baseado em negociação entre as partes - REIND (31). Entretanto, duas importantes exigências por parte dos parceiros foram incorporadas ao modelo: uma quantidade mínima de terra e quantidades mínimas do milho e feijão produzidos. Dessa maneira, embora o proprietário seja considerado o principal tomador de decisão, tem ele que preencher certas condições de subsistência exigidas pelo parceiro. A quantidade mínima de terra assegura, em parte, a sobrevivência do parceiro e garante um certo nível mínimo de renda. A exigência quanto ao consumo de milho e feijão é complementar à primeira e garante que, qualquer que seja o grau de diversificação adotado pelo proprietário, o parceiro terá garantida uma parte das suas necessidades básicas de alimentação.

4. OBJETIVOS

São objetivos específicos deste trabalho :a) determinar a alocação ótima de recursos e a combinação ótima de atividades produtivas sob condições de aversão e neutralidade quanto ao risco, respectivamente, em fazendas grandes que utilizam o sistema de parceria na região semi-árida do Nordeste; b) analisar o risco associado aos diferentes planos de atividades; c) comparar o risco associado às atividades de parceria e às atividades somente sob responsabilidade do proprietário; e d) analisar a sensibilidade dos planos ótimos de atividades à mudança no preço do algodão, no nível tecnológico, no salário pago à mão-de-obra fornecida pelo parceiro (sujeição), na oferta de mão-de-obra temporária contratada e no limite de crédito institucional disponível para o proprietário.

¹ Embora as cláusulas do contrato de parceria possam variar na região, o contrato mais comum implica na entrega, pelo parceiro, de 50% da produção do algodão ao proprietário. Este, por sua vez fornece, além da terra, capital de custeio, sementes e alguns defensivos. O parceiro usualmente retém, para consumo doméstico, a produção de milho e feijão.

5. HIPÓTESE CENTRAL

A hipótese central testada neste trabalho é de que um plano de atividades que maximiza a renda, sujeito a um número realístico de restrições ao nível de fazenda, mas ignora o efeito do risco ou variações da renda no processo decisório, não seria, provavelmente, o plano escolhido pela maioria dos agricultores, ou melhor, pelo grande agricultor típico da região. Alternativamente, a hipótese é de que, na realidade, os planos de atividades produtivas adotados pelas propriedades grandes que utilizam o sistema de parceria geram rendas abaixo do máximo possível. Por outro lado, esses planos garantem variações no nível de renda consideravelmente menores comparadas com as variações que corresponderiam aos planos maximizadores de lucro, os quais ignoram o risco associado às variações no nível de preços dos produtos e no rendimento físico das atividades. A inferência da hipótese formulada é de que o critério de decisão adotado pelos agricultores da região é o de, simultaneamente, aumentar a renda e diminuir o risco.

6. O MODELO

O modelo convencional determinístico de maximização da renda determinada através da programação linear ignora o fator risco e pode levar a um plano de atividades considerado inaceitável pelo tomador de decisão, conhecedor da realidade agrícola. A não consideração do fator risco em modelos não-estocásticos de maximização da renda, pode resultar em muito mais especialização do que ocorre na prática e também na possibilidade de uma significativa variação na renda da propriedade. Por outro lado, modelos estocásticos de programação matemática ajudam a analisar melhor o processo de alocação de recursos e combinação de atividades ao nível de fazenda, já que admitem um critério competitivo, qual seja o de tentar aumentar a renda e, ao mesmo tempo, procurar diminuir suas variações. A programação quadrática, por exemplo, vem sendo largamente utilizada para o estudo de problemas relacionados com a agricultura, como abordados por FREUD (12), MCFARQUHAR (25), DASGUPTA & DASGUPTA (7), SCOTT & BAKER (36), ODERO-OGWEL (26), LIN, DEAN & MOORE (21), DILLON & SCADIZZO (9), PERES (29) e BETTIS (4).

No presente trabalho, utilizou-se um modelo de programação quadrática (PQ) que permite considerar a estocasticidade da produção agrícola, isto é, a variação dos rendimentos ou retornos das atividades. O modelo baseia-se na teoria de seleção de "portfolios" desenvolvida por MARKOWITZ (24) e TOBIN (43), que descreve como um investidor pode distinguir "portfolios" eficientes daqueles considerados ineficientes para então escolher o "portfolio" ótimo, apropriado às suas preferências. O problema de selecionar combinações de atividades agrícolas pode ser considerado, na sua natureza, semelhante ao problema de escolha de "portfolio" pelo investidor - FREUD (12), JOHNSON (20), BOUSSARD (5).

6.1. Pressuposições Básicas

O critério da programação quadrática é baseado nas seguintes pressuposições: a) o tomador de decisão considera o resultado de qualquer atividade produtiva em termos probabilísticos, significando que o retorno (preço x rendimento físico) da atividade tem uma distribuição de probabilidade; e b) para avaliar combinações alternativas de atividades produtivas o tomador de decisão define suas preferências entre diferentes planos de atividades somente com base no valor esperado (E) e respectiva variância (V) da renda associada a cada plano. Portanto, suas preferências podem ser representadas pela seguinte função de utilidade:

$$U = f(E, V)$$

A programação quadrática também pressupõe que as curvas de indiferença ou iso-utilidade são convexas com coeficiente angular positivo (figura 1). Isto significa que os agricultores são avessos ao risco, i.e., níveis crescentes de renda esperada são necessários para compensar níveis mais altos de risco.

Outras pressuposições necessárias para garantir que as curvas de iso-utilidade do tomador de decisão mostrem as propriedades expostas na figura 1 são: a) rendas esperadas mais altas são preferíveis às rendas esperadas mais baixas, "ceteris paribus"; b) uma pequena variância é preferível à uma variância alta para um dado nível de renda esperada; e c) existe uma taxa marginal decrescente de substituição entre a renda esperada e sua variância.¹ As duas primeiras pressuposições garantem o coeficiente angular positivo das curvas de iso-utilidade e a última implica em que as curvas de iso-utilidade são convexas. Em termos matemáticos, essas pressuposições significam que

$$\frac{\partial U}{\partial V} < 0 \text{ e } \frac{\partial U}{\partial E} > 0;$$

isto é, ao longo de toda curva de iso-utilidade

$$\frac{\partial E}{\partial V} > 0 \text{ e } \frac{\partial^2 E}{\partial V^2} > 0;$$

significando que o tomador de decisão prefere um plano de atividades com uma V mais alta somente se E for também mais alta e essa compensação teria que aumentar a uma taxa crescente com os aumentos de V. Se a função de utilidade da renda for quadrática e convexa, essas condições prevalecerão - HAZEL (14, p. 53), TOBIN (43, 76-77), SHARPE (37, 427-428). A análise E-V deste trabalho está também baseada na pressuposição de que o retorno por unidade de cada atividade tem uma distribuição normal, i.e., a característica estocástica das atividades de produção é conhecida e representada por uma função de distribuição normal de probabilidades.

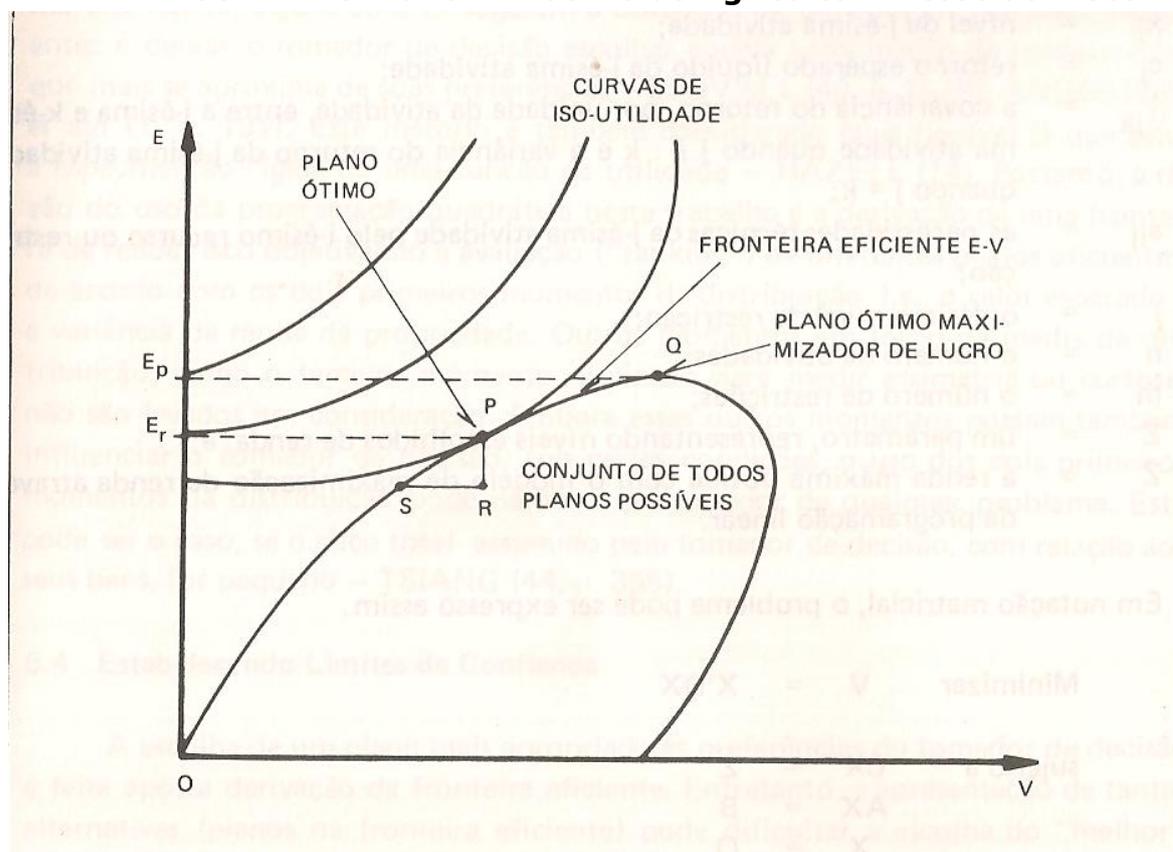
¹ Para uma análise mais detalhada dessas pressuposições, ver os trabalhos de SHARPE (37), JOHNSON (20) e HEADY & CANDLER (16, p. 557).

6.2. O Conjunto de Planos Admissíveis e a Fronteira de Eficiência

O segmento OQ do conjunto de todos os planos admissíveis constitui a fronteira de eficiência (figura 1). O conjunto admissível não se expande acima de OQ porque os retornos das atividades produtivas têm médias e variâncias finitas. Cada ponto localizado sobre OQ corresponde ao mais alto nível de renda esperada atingível para um dado nível de variância.

Com base nas pressuposições concernentes às curvas de iso-utilidade da figura 1, pode-se concluir que somente planos de atividades contendo médias e variâncias que correspondam a pontos localizados na fronteira de eficiência podem constituir escolhas potenciais pelo tomador de decisão. Qualquer outro plano alternativo cuja renda esperada e variância forem dadas por um ponto abaixo de OQ estará dominado por um outro plano alternativo com a mesma variância mais uma renda esperada mais alta ou com a mesma renda esperada e uma variância menor. Por exemplo, o ponto R está dominado pelo ponto P e pelo ponto S. A fronteira de eficiência resume-se, então, ao conjunto de pontos correspondendo às alternativas dominantes ou preferíveis. Essas alternativas dominantes constituem os planos eficientes em relação a todos os outros planos possíveis compreendidos dentro do conjunto admissível.

FIGURA 1. O Plano E-V Ótimo do Agricultor Averso ao Risco



O ponto Q na fronteira de eficiência representa o resultado obtido quando o tomador de decisão está interessado apenas em maximizar o lucro, i.e., quando ele é neutro em relação ao risco. Neste caso, a curva de iso-utilidade do tomador de decisão seria o segmento horizontal EPQ tangente ao conjunto admissível no ponto Q.

6.3. Programação Quadrática

O problema da programação quadrática pode ser assim expresso:

$$\sigma^2 = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n x_j x_k \sigma_{jk}$$

Sujeito a

$$\sum_{j=1}^n c_j x_j = Z \quad (0 \leq Z \leq \widehat{Z})$$

e

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \begin{cases} \geq b_i & (\text{para todo } i, i=1 \text{ a } m) \\ < b_i & (\text{para todo } i, i=1 \text{ a } m) \end{cases}$$

$$\sum_{j=1}^n x_j \geq 0 \quad (\text{para todo } j, j=1 \text{ a } n)$$

onde:

- σ^2 = variância da renda total;
- x_j = nível da j-ésima atividade;
- c_j = retorno esperado líquido da j-ésima atividade;
- Σ_{jk} = a covariância do retorno, por unidade da atividade, entre a j-ésima e k-ésima atividade quando $j \neq k$ e a variância do retorno da j-ésima atividade quando $j = k$;
- a_{ij} = as necessidades técnicas da j-ésima atividade pelo i-ésimo recurso ou restrição;
- i = o i-ésimo nível de restrição;
- n = o número de atividades;
- m = o número de restrições;
- Z = Um parâmetro, representando níveis escolhidos de renda, e;
- \widehat{Z} = a renda máxima obtida com o modelo de maximização de renda através da programação linear.

Em notação matricial, o problema pode ser expresso assim -

Minimizar

$$V = X'DX$$

sujeito a

$$\begin{aligned} CX &= Z \\ AX &= B \\ X &= 0 \end{aligned}$$

onde:

- V = variância da renda total;
- C = vetor dos retornos líquidos esperados das atividades;
- X = vetor dos níveis das atividades;
- A = matriz dos coeficientes técnicos;
- B = vetor dos recursos disponíveis;
- D = matriz de variância e covariância dos retornos das atividades, e
- Z = um parâmetro, representando níveis de renda escolhidos.

O produto CX é a renda esperada total (E), e $X'DX$ é a sua variância (V). Necessário se faz que a matriz D de variância e covariância seja positiva e definida. Problemas podem surgir quando a matriz de variância e covariância for apenas positiva e semidefinida - ANDERSON et alii (1, p. 37), JOHNSON (20, p. 613), HAZELL (14, P. 56).

Fazendo-se variar Z de O a Z, pode-se obter uma série de planos e assim construir a fronteira de eficiência E-V. A aceitação de qualquer uma das soluções ou planos dependerá das preferências do tomador de decisão, de acordo com a sua função de utilidade. Se essa função puder ser estimada, um plano específico poderá ser identificado, oferecendo ao tomador de decisão o mais alto nível de utilidade. Todavia, a especificação de tal função de utilidade pode ser difícil - HAZELL (14, p. 54). Como alternativa, alguns autores sugerem a obtenção de um conjunto de planos eficientes e deixar o tomador de decisão escolher aquela combinação de renda e risco que mais se aproxime de suas preferências -STOVALL (40, p. 1578), ANDERSON, et alii (1, p. 191). Este método é também considerado mais flexível já que evita a especificação rígida de uma função de utilidade - HAZELL (14). Portanto, a razão do uso da programação quadrática neste trabalho é a derivação de uma fronteira de renda-risco objetivando a avaliação ("ranking") de diferentes planos eficientes, de acordo com os dois primeiros momentos da distribuição, i.e., o valor esperado e a variância da renda da propriedade. Outros momentos em torno da média da distribuição, como o terceiro momento, utilizado para medir assimetria ou curtose, não são levados em consideração. Embora esses outros momentos possam também influenciar o tomador de decisão, sob certas condições, o uso dos dois primeiros momentos da distribuição pode isentar o pesquisador de qualquer problema. Este pode ser o caso, se o risco total assumido pelo tomador de decisão, com relação aos seus bens, for pequeno - TSIANG (44, p. 355).

6.4. Estabelecendo Limites de Confiança

A escolha de um plano mais apropriado às preferências do tomador de decisão é feita após a derivação da fronteira eficiente. Entretanto, a apresentação de tantas alternativas (planos na fronteira eficiente) pode dificultar a escolha do

"melhor" plano pelo agricultor. Uma forma de tornar os elementos de risco mais aparentes ao tomador de decisão pode facilitar o trabalho de escolha. Estudo de probabilidade do tipo segurança-primeiro ("safety-first") pode preencher este objetivo e mesmo indicar o plano mais seguro.¹

BAUMOL (3) critica a interpretação de utilidade da análise E-V, afirmando que sua aplicabilidade está limitada a explorar consequências normativas de pequenas variações de risco. De acordo com sua argumentação, a representação de utilidade do comportamento tipo segurança-primeiro pode ser dada por uma função tendo como variáveis a média E e o intervalo de confiança monowudal $E - K\sqrt{V}$, onde K é uma função de probabilidade necessária para que o "payoff" esteja acima do limite inferior. O autor mostra também como o conjunto de planos eficientes, determinados de acordo com este critério, é um subconjunto do conjunto de todos os planos E-V eficientes. Dessa maneira, o critério contribui para reduzir o número de alternativas dentre as quais o tomador de decisão terá que escolher o seu "portfolio".

A abordagem de segurança-primeiro desenvolvida por BAUMOL pode, então, ser definida como um conjunto de intervalos de confiança para se atingirem determinados níveis de renda. O trabalho de se determinarem curvas de confiança torna-se possível com a pressuposição de que a renda correspondente a cada plano eficiente é distribuída normalmente. Se os retornos das atividades forem distribuídos normalmente, a renda esperada também o será. Entretanto, mesmo quando não se possa assumir, uma distribuição normal, este requisito ainda é razoável, pois que, com a desigualdade de TCHEBYCHEV, qualquer valor K pode receber uma interpretação em termos da probabilidade de que as observações cairão fora de $E \pm K\sqrt{V}$.² Outra pressuposição necessária na abordagem de segurança-primeiro é de que o tomador de decisão pode basear a escolha racional de um plano levando em consideração a renda esperada deste plano e o nível mínimo de renda alcançável com um alto grau de probabilidade. Uma vez determinado o nível mínimo de renda desejado pelo tomador de decisão (por exemplo, o agricultor pode desejar assegurar-se de que a renda familiar, depois de descontados despesas com alimentação e encargos referentes a despesas gerais da propriedade, não caia abaixo de um determinado nível), a aceitação de cada plano representado na fronteira pode ser determinada através do exame da renda gerada pelo plano, isto é, de sua probabilidade de cair abaixo do mínimo exigido pelo tomador de decisão. O cálculo do valor crítico Z^* , i.e., $P(Z < Z^*) = 1 - \alpha$, para cada nível de renda, pode ser efetuado com a seguinte equação:

¹ Discussões teóricas relativas à abordagem de segurança-primeiro são encontradas em BAUMOL (3), PYLE & TURNOVSKY (30) e ROY (32).

² A desigualdade de TCHEBYCHEV diz que para qualquer distribuição com média e variância conhecidas, a probabilidade das observações estarem fora do intervalo $E \pm R V$ não será maior do que $1/k^2$, ou probabilidade $(X E - K V) 1/k^2$; ver BAUMOL (3) e DILLON & SCADIZZO (9).

$$Z^* = E - K_a \sqrt{V}$$

onde Z^* é o nível crítico de renda e K é o fator, obtido da função normal de densidade, tomado ao nível a de probabilidade desejada.

O critério de segurança-primeiro utilizado é melhor descrito na figura 2. Os valores esperados da renda (E) dos vários planos eficientes estigo representados no eixo horizontal. O eixo vertical, por sua vez, representa os valores $E + K\sqrt{V}$, E e $E - K\sqrt{V}$ correspondendo aos vários planos. Devido às propriedades de simetria da função normal de densidade, a curva de confiança para $a = 0,5$ é a linha de 45º que também descreve a identidade $E \equiv E$, de tal forma que, adicionando-se ou subtraindo-se $K\alpha\sqrt{V}$ da linha de 45º, obtêm-se as curvas $E + K\alpha\sqrt{V}$ e $E - K\alpha\sqrt{V}$, respectivamente. A figura 2 mostra somente a primeira, já que estamos assumindo aversão ao risco, ou melhor, o tomador de decisão está preocupado somente com a probabilidade de perda.

Embora todos os planos obtidos com a análise E-V sejam eficientes no sentido de Markowitz, alguns poderão ser rejeitados pelo tomador de decisão. Por exemplo, ele certamente preferirá o plano A, ao invés do plano B, porque

$$E_a > E_b \text{ e } (E_a - K\alpha\sqrt{V_a}) > (E_b - K\alpha\sqrt{V_b}).$$

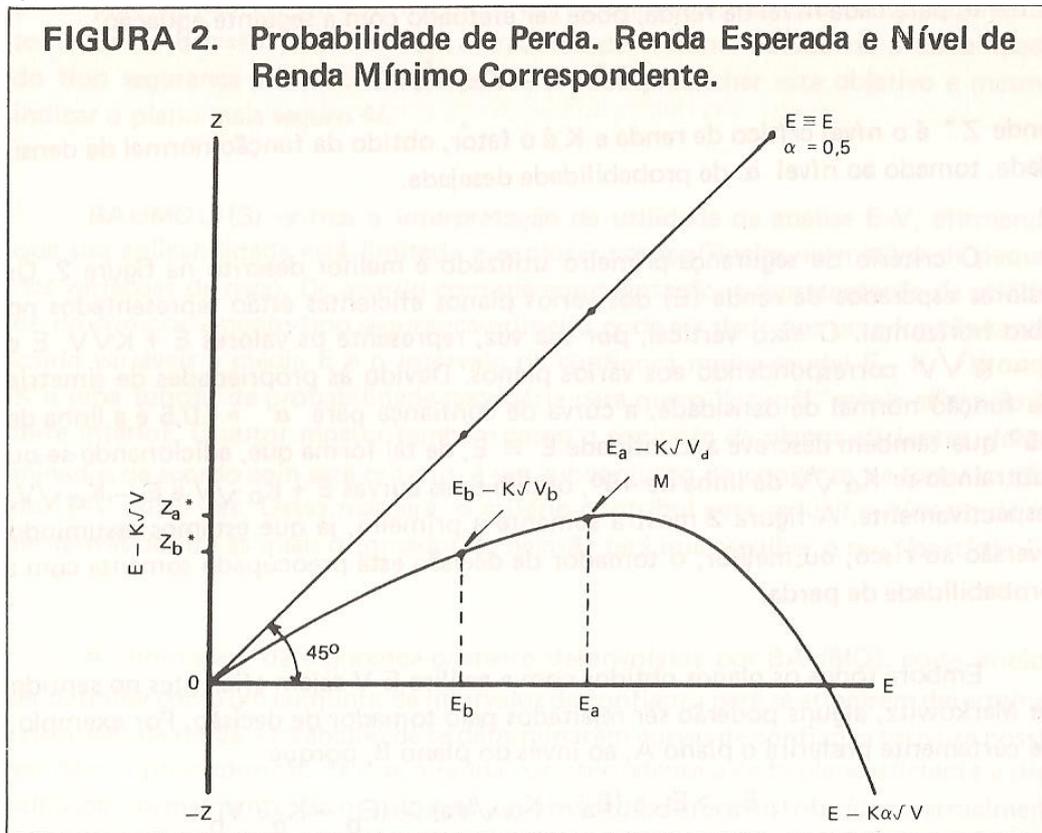
Isto significa que o plano A oferece tanto uma renda mais alta como um limite inferior (renda mínima) também mais alto pois a curva $E - K\alpha\sqrt{V}$ tem um coeficiente angular positivo entre E_b e E_a , e neste intervalo da curva os planos com renda esperada mais alta são também os mais seguros. A direita do ponto M, onde a curva $E - K\alpha\sqrt{V}$ começa a se inclinar para baixo. o tomador de decisão terá que decidir quanto à obtenção de renda esperada mais alta em detrimento de níveis mais altos de segurança. Pode ser sugerido ao agricultor mais avesso ao risco e mais voltado a considerações de segurança que o plano mais seguro é aquele cuja renda mínima está situada no ponto M da curva $E - K\alpha\sqrt{V}$. Além desta sugestão, a apresentação de curvas para alguns pontos selecionados como = (0,01; 0,025; 0,05; 0,50), permitiria ao tomador de decisão, escolher um nível aceitável de renda e, conseqüentemente, uma combinação de atividades que atendesse sua preferência.

7. ANÁLISE INDIVIDUAL DAS ATIVIDADES

A análise do risco relativo das atividades foi feita utilizando-se o coeficiente de variação (CV) dos retornos das atividades incluídas no modelo.¹ O quadro 1

¹ O coeficiente de variação foi calculado utilizando-se a expressão: $CV = S_a / X_a$ onde S_a = desvio padrão dos retornos da atividade a e X_a = retorno esperado da atividade a .

FIGURA 2. Probabilidade de Perda. Renda Esperada e Nível de Renda Mínimo Correspondente.



mostra esses coeficientes. Pecuária de corte e o consórcio constituído das culturas algodão mocó/milho/feijão apresentam os menores coeficientes de variação, indicando que, sem considerar efeitos de covariância, essas atividades apresentam menores riscos para o agricultor.¹ Os altos coeficientes de variação para as atividades de parceria justificam-se pelo fato de que os únicos retornos considerados nessas atividades são os referentes à parte da produção de algodão que cabe ao proprietário (i.e., 50%). Embora milho, feijão e arroz sejam culturas mais sensíveis a variações climáticas, em relação ao algodão, os coeficientes de variação para estas atividades apresentam-se baixos. Isto pode ser justificado pelo fato de que essas atividades não competem com o algodão, em termos de utilização de terra, quando cultivadas isoladamente. Os dados amostrais indicam que quando essas culturas são exploradas isoladamente, geralmente utilizam terras de baixios ou margens dos açudes (vazantes). Na ocorrência de seca, essas

¹ O sistema de consorciação de culturas é muito utilizado na região semi-árida do Nordeste. Consiste no plantio de duas ou mais culturas, na mesma área, com diferentes ciclos de crescimento. Para maiores detalhes sobre o sistema de consorciação na região, ver SOARES (39, 30-32).

Quanto ao algodão, os dois cultivares mais comumente encontrados na região são: mocó e verdão. O primeiro tem um ciclo completo de, aproximadamente, 5 anos e, apesar de apresentar produtividade mais baixa, produz um algodão de fibra longa, sendo também mais resistente aos períodos de estiagem. O segundo surgiu do cruzamento entre mocó e herbáceo; tem um ciclo de apenas 3 anos e, apesar de mais alta produtividade, é menos resistente aos períodos de estiagem, sendo ainda a fibra de qualidade inferior.

culturas chegam mesmo a ser plantadas dentro dos açudes secos. Tudo isto pode, em parte, atenuar o declínio da produtividade dessas culturas, normalmente esperado nos anos de estiagem - JOHNSON (19, p. 71).

Outra explicação para os baixos coeficientes de variação para arroz, feijão e o consórcio milho/feijão pode ser atribuída ao viés causado pela agregação das séries históricas de produtividade e preços, a nível de município. A agregação de dados, causa uma diminuição na variância dos retornos - EISGRUBER (10).

Quadro 1. Retorno Esperado e Desvio Padrão, Coeficientes de Variação dos Retornos e Produtividade Média do Fator Mão-de-Obra das Atividades.

Atividades	Retorno Bruto esperado	Desvio Padrão dos retornos	Coeficiente De variação	Produtividade Média da Mão-de-obra
Atividades Exploradas pelo Proprietário:				
Mocó/Milho/Feijão (pacote tecnológico)	Cr\$ 942/ha	Cr\$ 448	0,476	Cr\$ 19,1 /D. H.
Mocó/Milho/Feijão	Cr\$ 403/ha	Cr\$ 199	0,494	Cr\$ 15,6/D.H.
Mocó/Milho	Cr\$ 482/ha	Cr\$ 254	0,527	Cr\$ 21,6/D.H.
Verdão/Milho/Feijão	Cr\$ 406/ha	Cr\$ 238	0,586	Cr\$ 10,9/D.H.
Verdão/Milho	Cr\$ 391/ha	Cr\$ 247	0,632	Cr\$ 12,4/D.H.
Milho/Feijão	Cr\$ 285/ha	Cr\$ 140	0,491	Cr\$ 5,5/D.H.
Feijão	Cr\$ 382/ha	Cr\$ 189	0,495	Cr\$ 7,4/D.H.
Arroz	Cr\$ 615/ha	Cr\$ 318	0,517	Cr\$ 5,6/D.H.
Pecuária de corte	Cr\$ 324/U.A.	Cr\$ 53	0,164	Cr\$ 113,3/D.H.
Atividades em Parceria:				
Mocó/Milho/Feijão**	Cr\$ 159/ha	Cr\$ 86	0,541	***
Verdão/Milho/Feijão	Cr\$ 145/ha	Cr\$ 96	0,662	***

(*) Define-se como produtividade média da mão-de-obra o retorno médio bruto da atividade (preço x quantidade produzida) por hectare dividido pelo total da mão-de-obra utilizada por hectare, medida em dias-homem (D.H.); para a atividade pecuária de corte, a produtividade média da mão-de-obra refere-se ao retorno bruto médio por unidade-animal (U.A.) dividido pelo total da mão-de-obra utilizada por unidade-animal.

(**) A tendência das séries temporais dos retornos dessas atividades foi retirada com a equação de regressão $y = f(t)$. Portanto, o desvio padrão dos retornos para essas atividades refere-se ao desvio padrão em relação à reta de tendência, isto é, erro padrão da estimativa.

(***) A mão-de-obra utilizada nas atividades em parceria é fornecida inteiramente pelos parceiros.

Finalmente, o baixo coeficiente de variação para a atividade pecuária de corte já era esperado. A exploração da pecuária na região tem sido relativamente estável ao longo dos anos, a despeito do baixo nível tecnológico e perdas durante os anos de seca.

Até aqui a discussão de risco relativo tem girado em torno do coeficiente de variação dos retornos das atividades. Baseado nos resultados desta análise (quadro 1), poder-se-ia concluir que, para o agricultor avesso ao risco, atividades como pecuária de corte e consórcio mocó/milho/feijão seriam preferíveis às atividades envolvendo o algodão verdão em parceria. Entretanto, não é suficiente analisar risco com base somente nos coeficientes de variação dos retornos das atividades. Embora uma atividade tenha eventualmente um baixo coeficiente e, portanto, ser relativamente menos arriscada, pode apresentar baixo nível de produtividade média em relação aos fatores de produção empregados na sua exploração. De acordo com o quadro 1, pode-se observar que, embora os retornos das atividades milho/feijão, feijão e arroz tenham baixos coeficientes de variação, a produtividade média do fator mão-de-obra, correspondendo a essas atividades, é baixa. Dessa maneira, a adoção, em grande escala, de atividades relativamente menos arriscadas, pode-se tornar indesejável, principalmente se o nível mínimo de renda desejado pelo tomador de decisão for alto. É importante observar que as covariâncias entre os retornos devem constituir, também, um fator crucial no processo de escolha de atividades. Se, por exemplo, as atividades *i* e *j* não estiverem correlacionadas, combinando-se as duas pode-se obter uma variância menor para a renda esperada do que seria o caso se ambas estivessem positivamente correlacionadas. A diversificação entre atividades pode causar, portanto, uma redução significativa na variância da renda da propriedade - ANDERSON, et alii (1, 193-195) e HEADY (15). Por exemplo, a matriz de variância-covariância (quadro 2) mostra covariâncias negativas entre os consórcios com mocó e verdão, entre pecuária de corte e os consórcios de algodão e entre feijão cultivado isoladamente e as atividades que incluem a exploração do algodão mocó.

8. ANÁLISE DOS PLANOS EFICIENTES E-V

A fronteira inicial de eficiência E-V (figura 3), denominada de fronteira básica, representa a situação real dos agricultores da região, isto é, os planos ótimos de atividades (quadro 3) realmente possíveis de serem adotados com o atual estado das artes.¹

Para análise das soluções apresentadas no quadro 3, faz-se necessária uma comparação entre os planos de atividades obtidos com o modelo e o plano de atividades representativo de uma grande fazenda típica da região (quadro 4). As

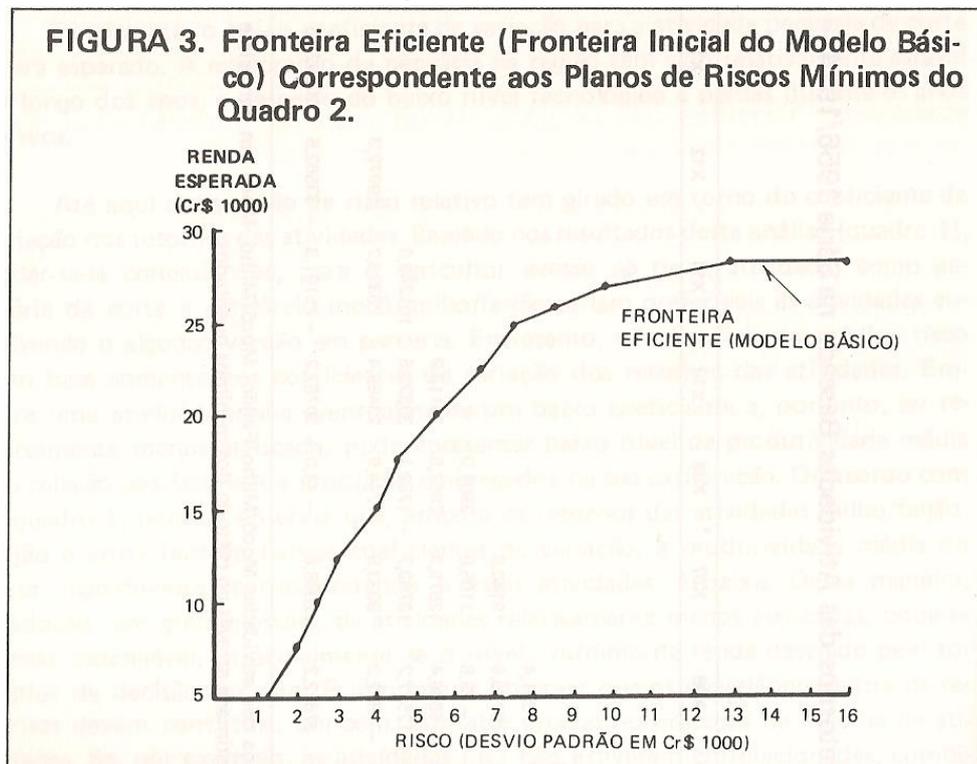
¹ Para maiores detalhes sobre o algoritmo de programação quadrática utilizado, ver CUTLER & PASS (6).

QUADRO 2. Matriz de Variância – Covariância dos retornos das atividades baseada na Série 1956/1974 – Município de Quixadá

		X01	X02	X03	X04	X06	X07	X08	X10	X11	X12	X12	
Proprietário:	Mocó/Milho/Feijão	X01	39663,3										
Proprietário:	Mocó/Milho	X02	50287,0	64309,6									
Proprietário:	Verdão/Milho/Feijão	X03	-29380,9	-33921,6	58603,1								
Proprietário:	Verdão/Milho	X04	-30630,9	-36023,4	58689,7	61116,9							
Parceiro:	Mocó/Milho/Feijão	X06	16959,5	21766,3	-10776,9	-11525,2	7391,4						
Parceiro:	Verdão/Milho/Feijão	X07	-10224,7	-11823,8	22451,5	23438,0	-3736,9	9140,9					
Proprietário:	Pecuária de Corte	X08	-511,0	-261,1	3293,2	3092,5	-28,6	1105,0	2801,0				
Proprietário:	Feijão	X10	-17902,0	-18842,1	36518,1	33494,6	-5836,4	12575,3	2862,5	35118,9			
Proprietário:	Arroz	X11	-32437,8	-38868,6	48785,2	50312,9	-12517,2	18763,7	-1782,1	30323,5	101240,0		
Proprietário:	Milho/Feijão	X12	-16696,6	-18831,0	28822,2	27082,0	-5852,3	9933,5	1744,9	23469,5	26396,2	19972,3	
Proprietário:	Mocó/Milho/Feijão (pacote tecnológico)	X13	87051,5	111507,6	-61319,8	-65532,0	37622,2	-22068,6	-44,0	-30762,2	-75101,3	-33562,5	200924,6

Fonte: Valores Computadores; a tendência das séries históricas dos retornos das atividades Mocó/Milho/Feijão, Mocó/Milho, Mocó em parceria e Pecuária de Corte foi retirada com a equação de regressão $y=f(t)$, estimada através do método dos mínimos quadrados.

FIGURA 3. Fronteira Eficiente (Fronteira inicial do Modelo Básico) Correspondente aos planos de Riscos Mínimos do Quadro 2.



soluções do modelo básico, correspondendo a níveis de renda esperada entre Cr\$ 24,0 mil e Cr\$ 25,0 mil, com um coeficiente de variação em torno de 0,29, correspondem aos planos de atividades que mais se aproximam da realidade (quadro 4). A distribuição de terra entre proprietário e parceiros no plano correspondendo a Cr\$ 24,5 mil é muito semelhante à encontrada no plano típico). Com exceção da atividade mocó/milho/feijão em parceria, a qual entra na solução somente em níveis baixos e altos de risco, as combinações de atividades são razoavelmente bem representadas nas soluções de fronteira ao redor de Cr\$ 24,5 mil. O fato de somente algodão verdão/milho/feijão aparecer nos planos para área da propriedade sob regime de parceria, ao invés de uma combinação de consórcios com mocó e verdão, pode ser interpretado como decorrência do modelo não levar em conta, em termos de diversificação de atividades, as preferências do parceiro. A função-objetivo do modelo PQ utilizado neste estudo refere-se à minimização da variância (risco) da renda pelo proprietário somente e ignora qualquer desejo de diversificação por parte do parceiro. As covariâncias (quadro 2) entre mocó/milho/feijão em parceria e os consórcios com algodão mocó, explorados pelo proprietário, são altamente positivas, significando que o risco entre estes consórcios é bastante correlacionado. Por outro lado, as covariâncias entre os consórcios com mocó explorados pelo proprietário e os consórcios com verdão a cargo dos parceiros são altamente negativas, indicando que os dois tipos de consórcio são complementares, em termos de risco. Se o retorno para um tipo de

QUADRO 3. Desvios Padrão, Coeficientes da Variação e Planos de Atividades com Risco Mínimo da Fronteira de Eficiência do Modelo básico, Figura 3.

ITEM	SOLUÇÃO DA PROGRAMAÇÃO QUADRÁTICA															Solução da Programação linear
	5000	10000	15000	20000	21000	22000	23000	24000	24500	25000	25500	26000	27000	28000	28700	
Renda esperada (Cr\$)	5000	10000	15000	20000	21000	22000	23000	24000	24500	25000	25500	26000	27000	28000	28700	28887,39
Desvio Padrão (Cr\$)	1394	2464	3763	5243	5622	6466	6901	7120	7361	7642	8077	9466	11322	13611	13611	15296
Coeficiente de Variação	0,24	0,25	0,25	0,26	0,27	0,27	0,28	0,29	0,29	0,29	0,3	0,31	0,35	0,4	0,47	0,53
Área Cultivada (hectares)																
Área explorada pelo proprietário	9,2	10,6	12,0	28,9	34,1	32,2	33,7	40,7	44,0	46,9	49,4	50,2	52,0	53,7	54,9	54,9
Mocó/Milho/Feijão	5,9	7,0	7,2	23,6	24,3	9,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mocó/Milho	-	-	-	-	3,8	16,8	26,0	28,4	29,5	30,6	32,2	35,4	42,0	48,6	52,5	52,5
Verdão/Milho/Feijão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Verdão/Milho	-	-	-	-	-	-	1,7	6,2	8,5	10,3	11,2	8,9	5,1	1,2	-	-
Feijão	-	-	-	0,1	0,9	0,5	0,3	0,3	0,3	2,1	3,6	3,5	2,5	1,5	-	-
Arroz	1,0	2,1	2,8	2,8	2,7	3,1	3,3	3,4	3,3	1,5	-	-	-	-	-	-
Milho/Feijão	0,8	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pastagem cultivada	0,5	1,2	2,0	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
Pecuária de corte (U. A.)	6,3	15,0	24,5	29,9	29,9	29,9	29,9	29,9	29,9	29,9	29,9	29,9	29,9	29,9	29,9	29,9
Área em parceria	9,9	30,6	54,2	51,4	47,0	48,7	47,4	40,4	37,0	34,1	31,6	30,7	28,0	25,2	22,5	22,5
Mocó/Milho/Feijão	0,9	12,5	26,2	7,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,1	22,5
Verdão/Milho/Feijão	9,0	18,1	27,9	44,4	47,0	48,7	47,4	40,4	37,0	34,1	31,6	30,7	28,0	25,2	13,4	0,0
Número de parceiros	0,9	3,0	4,8	4,7	4,4	4,5	4,4	3,8	3,4	3,2	3,0	3,0	2,8	2,5	2,3	2,0

Fonte: Valores computados

consórcio for alto num dado período, o retorno para o outro tipo será reduzido. Portanto, a razão pela qual estes dois tipos de consórcios entram nas soluções ao longo da fronteira é, em parte, explicada pelas covariâncias negativas. Entretanto, se o modelo tivesse incorporado as preferências do parceiro, é possível que a área da propriedade explorada sob o regime de parceria tivesse sido melhor distribuída entre mocó e verdão.

Para o fato das soluções de fronteira não terem capturado ainda melhor o padrão de diversificação de atividades na área da propriedade explorada apenas pelo proprietário, algumas razões podem ser enumeradas. Além de possíveis deficiências dos dados utilizados, podem existir outras razões, como: 1) retornos líquidos mais baixos com consórcios incluindo três culturas, ao invés de duas; e 2) alta correlação entre os consórcios mocó/milho/feijão e mocó/milho e entre verdão/milho/feijão e verdão/milho. Razões como estas podem explicar a seleção, no intervalo de Cr\$ 23,0 mil a Cr\$ 28,0 mil, de apenas um tipo de consórcio com mocó e um tipo de consórcio com verdão na área explorada pelo proprietário.

Outro fator importante, que pode ter contribuído para diferenças entre combinações de atividades na fronteira eficiente e para a combinação na fazenda típica, é o fato de que o modelo de PQ empregado no estudo ter considerado apenas os dois primeiros momentos das distribuições dos retornos das atividades.

QUADRO 4. Plano de Atividade Representativo de Uma Grande Fazenda Típica e o Plano de Fronteira para Cr\$ 24.500

ATIVIDADES	Plano Usual de Atividades		Plano de Fronteiras para a Cr\$ 24500	
	Área (ha)	% Área total Cultivada	Área (ha)	% Área total Cultivada
Área Explora pelo proprietário:	42,0	52,50	44,0	54,32
Consórcio com Mocó	24,0	(30,00)	29,5	(36,42)
Consórcio com Verdão	13,0	(16,25)	8,5	(10,49)
Subtotal	37,0	(46,25)	38,0	(46,91)
Arroz-Milho-Feijão	2,5	(3,13)	3,6	(4,44)
Pastagem Cultivada	2,5	(3,13)	2,4	(2,96)
Subtotal	5,0	(6,25)	6,0	(7,41)
Pecuária de corte (U. A.)				
Área em Parceria:	38,0	47,50	37,0	45,68
Consórcio com Mocó	22,0	(27,50)	-	-
Consórcio com Verdão	16,0	(20,00)	37,0	(45,68)
Nº de Parceiros	3,6	-	3,4	-
TOTAL DE ÁREA CULTIVADA	80,0	100,00	81,0	100

Fonte: Dados básicos amostrais e quadro 3.

É possível que a exclusão do terceiro momento, que serve para medir a curtose da distribuição, tenha contribuído para as diferenças encontradas.

Necessidades de consumo podem explicar porque os grandes proprietários na região exploram consórcios não apenas com milho mas também com feijão. Embora o proprietário possa estar mais interessado em atividades comerciais, como algodão e pecuária, existem necessidades de consumo alimentar que precisam ser satisfeitas através da exploração de culturas de subsistência. Feijão, por exemplo, é consumido não-somente pela família do proprietário mas também pela mão-de-obra utilizada na propriedade. De acordo com os dados da amostra, somente duas grandes propriedades haviam vendido feijão, embora todas o tivessem produzido em maior ou menor quantidade naquele ano. Também indicam que a maioria das propriedades havia consumido uma parte significativa da produção de feijão, armazenando o restante. A inclusão de restrições no modelo, garantindo o consumo de determinados produtos, é uma maneira de se chegar a resultados mais próximos da realidade - SINGH (38). Entretanto, isto pode constituir uma representação arbitrária do comportamento decisório. É preferível atribuir as diferenças entre os planos ótimos e o plano típico à possibilidade do modelo não refletir inteiramente o processo decisório utilizado pelo agricultor ou à qualidade dos dados disponíveis.

Quanto à utilização de recursos disponíveis, existem grandes similaridades entre as soluções de fronteira e o padrão típico de utilização de recursos, particularmente dentro do intervalo de Cr\$ 24,0 mil a Cr\$ 25,0 mil. O quadro 5 mostra o padrão médio de utilização de recursos numa grande fazenda típica, assim como os resultados obtidos com o modelo para o intervalo de renda esperada acima. As quantidades médias de terra I e II e mão-de-obra familiar, permanente e temporária, utilizadas pela fazenda típica constituíram restrições no modelo. Essas restrições são, em parte, responsáveis pelas similaridades encontradas na utilização de recursos. Entretanto, a quantidade de terra III, a quantidade de mão-de-obra fornecida por parceiros e utilizada na área explorada pelo proprietário, a força animal e a distribuição de terra e recursos financeiros entre proprietário e parceiros foram livremente determinadas pelo modelo. Os resultados indicam que o modelo de programação quadrática desenvolvido neste estudo é capaz de fornecer boas aproximações da situação real. Por exemplo, o padrão de utilização de recursos, correspondendo ao plano de atividades cuja renda esperada é de Cr\$ 24,5 mil, aproxima-se muito do padrão existente na fazenda típica. É importante observar ainda que o nível de renda esperada deste plano é apenas 15% menor do que o nível atingível com o plano maximizador de renda (i.e., o plano gerado através da programação linear), mas o seu coeficiente de variação é 45% menor (quadro 3).

Observa-se também no quadro 5 que uma quantidade considerável de mão-de-obra fornecida pelos parceiros é absorvida pelas atividades exploradas pelo

QUADRO 5. Padrão de Utilização de recursos: O caso usual e os resultados obtidos para alguns planos escolhidos.

Recursos	Quantidade Disponível	Padrão usual da utilização de recursos	20000	23000	24000	24500	25000	27000	28887,39
			Planos de fronteiras						
(*)									
Terra I	6,0	6,0	5,3	6,0	6,0	6,0	6,0	4,9	2,4
Terra II	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0
Terra III	235,0	171,0	170,5	170,5	170,7	170,6	170,7	170,6	170,6
Mão-de-obra familiar (H/D)	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0
Mão-de-obra Permanente (H/D)	172,0	172,0	96,7	143,3	172,0	172,0	172,0	172,0	172,0
Mão-de-obra Temporária contratada (H/D)	570,0	570,0	138,5	246,2	440,1	570,0	570,0	570,0	570,0
Mão-de-obra fornecida p/ Parceiros (H/D) (**)	sem limite	362,0	474,5	451,6	385,5	352,2	324,5	266,4	214,5
Força animal (D/A)	1600,0	155,0	173,3	170,1	169,8	169,3	164,6	145,9	113,5
Capital operacional do proprietário (Cr\$)	≥0	10396,0	7359,0	7713,0	8538,0	8942,0	8843,0	8651,0	8481,0
Capital operacional p/ parceiros (Cr\$)	≥0	2594,0	3844,0	3599,0	3072,0	2808,0	2587,0	2267,0	1593,0
Total (Cr\$)	≤12980,0	12980,0	11203,0	11312,0	11610,0	11745,0	11430,0	10918,0	10074,0

Fonte: Dados básicos da amostra e resultados do modelo

(*) A fazenda grande típica considerada neste estudo cobre uma área de 417 hectares; 25 hectares correspondem a terras não apropriadas para agricultura e 76 hectares correspondem a terras usualmente não utilizadas para exploração agrícola.

Terra I =terras úmidas (baixios, várzeas e vazantes)

Terra II =terras apropriadas para exploração do algodão e seus consórcios.

Terra III =pastagem natural.

(**) Inclui mão de obra de sujeição e também mão de obra temporária contratada.

proprietário. Este resultado sugere que uma das razões pelas quais a parceria constitui alternativa vantajosa para o proprietário pode ser a grande quantidade de mão-de-obra oferecida pelos parceiros. Outra razão parece estar relacionada com a diminuição no nível de risco, como se verá mais adiante.

A área de terra com pastagens naturais (terra III), a força animal e os recursos financeiros não chegaram a constituir fatores limitantes em nenhum ponto da fronteira eficiente. Mesmo no plano de Cr\$ 24,5 mil, onde os recursos financeiros são mais utilizados, foi encontrado um excedente de recursos financeiros correspondendo a 9% do total disponível.

8.1. Os Valores Duais das Atividades Não-básicas

Os valores duais das atividades não-básicas apresentados no quadro 6 podem ser interpretados como contribuições da j -ésima atividade à função objetivo, neste caso à minimização da variância. Como em programação linear, os valores duais são válidos somente enquanto a solução primal (dual) for ótima. Em programação linear o valor dual é uma constante, válida dentro do intervalo de variação da base. Em programação quadrática, o valor dual, embora também válido dentro do intervalo de variação da base, é uma função não-linear do nível da atividade. Isto pode tornar o intervalo, dentro do qual a solução permanece ótima, menor do que em programação linear. Por exemplo, o valor dual do consórcio mocó/milho/feijão é 18547 para a solução ótima correspondendo ao nível de renda esperada em Cr\$ 24,5 mil. Este valor mostra o aumento da variância resultante da adição de um hectare deste consórcio, mas não significa, necessariamente, que a adição de 10 hectares adicionaria (18547×10) ao valor da função-objetivo. Somente conhecendo-se o intervalo dentro do qual a solução permanece ótima poder-se-ia determinar quantos hectares daquela atividade poderiam ser adicionados sem aumentar o valor da função-objetivo mais do que n vezes o valor dual da atividade.

O risco associado a alguns planos de atividades não sofreria aumento significativo, se unidades marginais de certas atividades fossem forçadas a entrar em alguns planos. Por exemplo, tomando-se o plano correspondente ao nível de renda esperada de Cr\$ 24,5 mil. verifica-se que este plano inclui consórcios explorados pelo proprietário como mocó/milho, e verdão/milho, mas não inclui consórcios com feijão, comumente encontrados nas grandes fazendas da região. Essa discrepância torna-se menos importante quando os valores duais dos consórcios mocó/milho/feijão e verdão/milho/feijão são analisados. Por exemplo, para o plano de Cr\$ 24,5 mil, o valor mostra que, se o proprietário adicionasse um hectare desta atividade ao seu plano, a variância (risco) que ele teria que enfrentar seria acrescida somente de 18547, isto é, o nível total da variância da renda

QUADRO 6. Valores das Atividades Não-básicas

Nível de renda esperada	Valor de funções objetivo	Mocó/ Milho/ Feijão	Mocó/ Milho	Verdão/ Milho/ Feijão	Verdão/ Milho	Feijão	Arroz	Milho/ Feijão	Pastagem Cultivada	Pecuária de corte	Mocó/ Milho/ Feijão	Verdão/ Milho/ Feijão
15000	14386124	Bs*	100408 (0,0070)**	66371 (0,0046)	69105 (0,0048)	61347 (0,0043)	Bs	39912 (0,0028)	Bs	Bs	Bs	Bs
17000	18782011	Bs	114531 (0,0061)	82188 (0,0044)	82327 (0,0048)	80980 (0,0043)	Bs	45341 (0,0024)	Bs	Bs	Bs	Bs
18000	212239909	Bs	109455 (0,0052)	88840 (0,0042)	89403 (0,0042)	66704 (0,0031)	Bs	51992 (0,0024)	Bs	Bs	Bs	Bs
20000	27486040	Bs	59797 (0,0022)	77039 (0,0028)	88256 (0,0032)	Bs	Bs	43022 (0,0016)	Bs	Bs	Bs	Bs
22000	36493009	Bs	Bs	22565 (0,0003)	11050	Bs	Bs	118989 (0,0033)	Bs	Bs	42360 (0,0012)	Bs
23000	41810391	1160 (0,00003)	Bs	19457 (0,0005)	Bs	Bs	Bs	124740 (0,0030)	Bs	Bs	52272 (0,0013)	Bs
24000	47619740	13692 (0,0003)	Bs	22384 (0,0005)	Bs	Bs	Bs	157966 (0,0033)	Bs	Bs	62404 (0,0013)	Bs
24500	50699410	18547 (0,0004)	Bs	24750 (0,0005)	Bs	Bs	Bs	168474 (0,0033)	Bs	Bs	66905 (0,0013)	Bs
25000	54186702	120907 (0,0022)	Bs	69143 (0,0013)	Bs	Bs	Bs	256522 (0,0047)	Bs	Bs	121435 (0,0022)	Bs
25500	58399750	332840 (0,0060)	Bs	141311 (0,0024)	Bs	Bs	310834 (0,0053)	464881 (0,0080)	Bs	Bs	227908 (0,0039)	Bs
26000	65243608	990431 (0,0152)	Bs	325141 (0,0050)	Bs	Bs	1888607 (0,0289)	1164347 (0,0178)	Bs	Bs	545321 (0,0084)	Bs
26500	75644884	1647823 (0,0218)	Bs	505527 (0,0067)	Bs	Bs	3472798 (0,0459)	1868209 (0,0247)	Bs	Bs	861788 (0,0114)	Bs
27000	107113318	2962606 (0,0277)	Bs	866298 (0,0081)	Bs	Bs	6641179 (0,0620)	3275934 (0,0306)	Bs	Bs	1178255 (0,0131)	Bs
28000	128180477	3619998 (0,0282)	Bs	1046683 (0,0082)	Bs	Bs	8225370 (0,0642)	3979796 (0,0310)	Bs	Bs	1811190 (0,0141)	Bs
28500	152809056	4287550 (0,0281)	Bs	12242116 (0,0081)	17228 (0,0001)	Bs	9860595 (0,0645)	4699315 (0,0308)	Bs	Bs	2124926 (0,0139)	Bs
28700	185269760	28574398 (0,1542)	Bs	48206413 (0,2602)	38544398 (0,2080)	44659971 (0,2411)	146198172 (0,7891)	68526306 (0,3699)	Bs	Bs	Bs	Bs
28887	233963436	34269133 (0,1465)	Bs	57783947 (0,2470)	46197000 (0,1975)	53567724 (0,2290)	175399722 (0,7497)	82162636 (0,3512)	Bs	Bs	Bs	Bs

Fonte: Valores computados

(*) Bs = (básica) indica que a atividade entrou na solução.

(**) Valores entre parenteses representam a relação (valor dual/variância)

aumentaria apenas de 0,04%. Este aumento pode ser considerado irrisório, especialmente quando comparado a um aumento de 15%, caso fosse adicionado um hectare deste mesmo consórcio ao plano correspondente à solução de maximização da renda (quadro 6). Da mesma forma, se o tomador de decisão tivesse de adicionar um hectare de verdão/milho/feijão ao plano de Cr\$ 24,5 mil, o aumento no nível de risco também seria muito pequeno. Portanto, se o proprietário quisesse explorar esses consórcios com o fim de garantir parte do consumo de produtos alimentares na sua propriedade, poderia fazê-lo incorrendo em aumentos de risco relativamente pequenos.

Outro aspecto interessante sobre os valores duais apresentados no quadro 6 é que, até o nível Cr\$ 25,0 mil de renda esperada, a adição de atividades não-básicas aos planos resultaria em pequenos aumentos no nível de risco. Além de Cr\$ 25,0 mil, qualquer mudança nos planos acarretaria aumentos significativos no nível de risco e aumentos ainda maiores no ponto da fronteira E-V onde a renda é maximizada. Isto constitui um resultado lógico, já que níveis mais altos de renda devem estar, teoricamente, associados a um menor grau de diversificação e a riscos maiores.

8.2. Probabilidade de Perda e Escolha de Planos "Mais Seguros"

Muitos dos planos ao longo da fronteira eficiente estão associados a níveis elevados de risco. Planos que não garantem, com um alto grau de probabilidade, a realização de um nível mínimo de renda, provavelmente, serão rejeitados pelo tomador de decisão. A pressuposição de que custos fixos e outras despesas gerais da propriedade não pesam nas decisões de curto prazo não é realista, se o tomador de decisão está sempre a enfrentar grandes variações na renda esperada. A análise de probabilidade de perda discutida acima pode, portanto, ser aplicada aqui com o fim de se analisarem as possíveis reações do tomador de decisão às alternativas de combinação de atividades e respectivos níveis de risco.

Com o objetivo de se determinar o nível mínimo de renda aceitável, foram considerados os itens contidos no quadro 7. Assume-se, então, como renda mínima aceitável, a quantia de Cr\$ 10,0 mil. Somente planos que podem, com um alto grau de probabilidade, gerar este nível mínimo de renda devem ser considerados.

O quadro 8 fornece as probabilidades quanto à realização de níveis mínimos de renda para níveis específicos de renda esperada. A representação gráfica das probabilidades associadas a todos planos eficientes é apresentada na figura 4. O gráfico mostra as características de cada plano eficiente apresentado no quadro 3. Se um nível específico de renda esperada for identificado no eixo horizontal, os correspondentes níveis mínimos de renda abaixo da renda esperada escolhida que poderão ser obtidos a níveis de probabilidade de 1%, 2,5%, 5% e 50% podem ser encontrados no eixo vertical. Por exemplo, tomemos o plano cuja renda esperada é Cr\$ 25,0 mil e suponhamos que o tomador de decisão esteja interessado em

determinar o nível de renda abaixo do qual a renda esperada cairá 2,5 vezes num total de 100 vezes. Primeiramente, os Cr\$ 25,0 mil deverão ser localizados no eixo horizontal e depois uma linha vertical poderá ser traçada até a curva de probabilidade de 2 5% e, finalmente, outra linha poderá ser traçada até o eixo vertical onde se obterá a quantia de Cr\$ 10,572 mil. Dessa maneira, se o plano com renda esperada de Cr\$ 25,0 mil for escolhido, existirá uma chance de 2,5% de que a renda da propriedade num ano específico será menor do que Cr\$ 10,572 mil. O segundo eixo vertical do gráfico mostra os níveis de renda acima e abaixo do nível mínimo aceitável (Cr\$ 10,0 mil). Portanto, para o plano de Cr\$ 25,0 mil existirá uma chance de 2,5% de que a renda da propriedade, depois de descontados os encargos especificados no quadro 7, será menor do que Cr\$ 0,572 mil, valor este que pode ser encontrado no eixo vertical intitulado 'Renda Acima do Mínimo Aceitável'.

Quadro 7. Custos Médios Familiares, Custo de Manutenção de Implementos Agrícolas e outras Despesas Gerais da Propriedade, Município de Quixadá, 1972.

ITEM	Valor (Cr\$)	% do Total
Custos de Manutenção Familiar:		
Despesas com Alimentação	4379	43,79
Vestuário	1311	13,11
Saúde	705	7,05
Viagens	529	5,29
Educação	228	2,28
Subtotal	7152	(71,52)
Custos de Manutenção de Equipamento		
Agrícola (Combustível, Lubrificantes, Acessórios & Consertos)	1535	15,35
Água & Eletricidade	590	5,9
Custos de Comercialização	362	3,62
Impostos	268	2,68
Despesas com Obtenção de Empréstimos	65	0,65
Conservação de Estradas	28	0,28
Subtotal	2848	(28,48)
TOTAL	10000	100

Fonte: Dados Básicos.

Seguindo o critério desenvolvido por BAUMOL (3), o plano mais seguro de cada curva de probabilidade pode ser identificado. Esses planos correspondem aos níveis de renda esperada de Cr\$ 23,0 mil, Cr\$ 25,0 mil e Cr\$ 25,5 mil, a níveis de probabilidade de 1%, 2,5% e 5%, respectivamente.

Uma outra maneira de se analisar o grau de segurança associado a cada plano de atividades seria através do cálculo da probabilidade da renda (I_a) gerada

Quadro 8. Limites Inferiores para Níveis de Renda Esperada em Diferentes Graus de Probabilidade

Renda esperada (Cr\$)	Nível de Probabilidade			
	1%	2,50%	5%	50%
15000,00	6177	7566	8761	15000
17000,00	6919	8505	9871	17000
18000,00	7282	8968	10420	18000
19500,00	7700	9557	11155	19500
20000,00	7805	9724	11375	20000
21000,00	7923	9981	11752	21000
22000,00	7949	10160	12063	22000
23000,00	7960	10327	12363	23000
24000,00	7948	10474	12648	24000
24500,00	7939	10545	12788	24500
25000,00	7878	10572	12891	25000
25500,00	7725	10522	12929	25500
26000,00	7213	10169	12713	26000
26500,00	6271	9454	12193	26500
27000,00	4982	8447	11428	27000
27500,00	3426	7214	10474	27500
28000,00	1665	5809	9375	28000
28500,00	-254	4270	8164	28500
28700,00	-2959	2022	6310	28700
28887,39 (Solução P.L.)	-6691	-1093	3725	28887

Fonte: Dados da pesquisa.

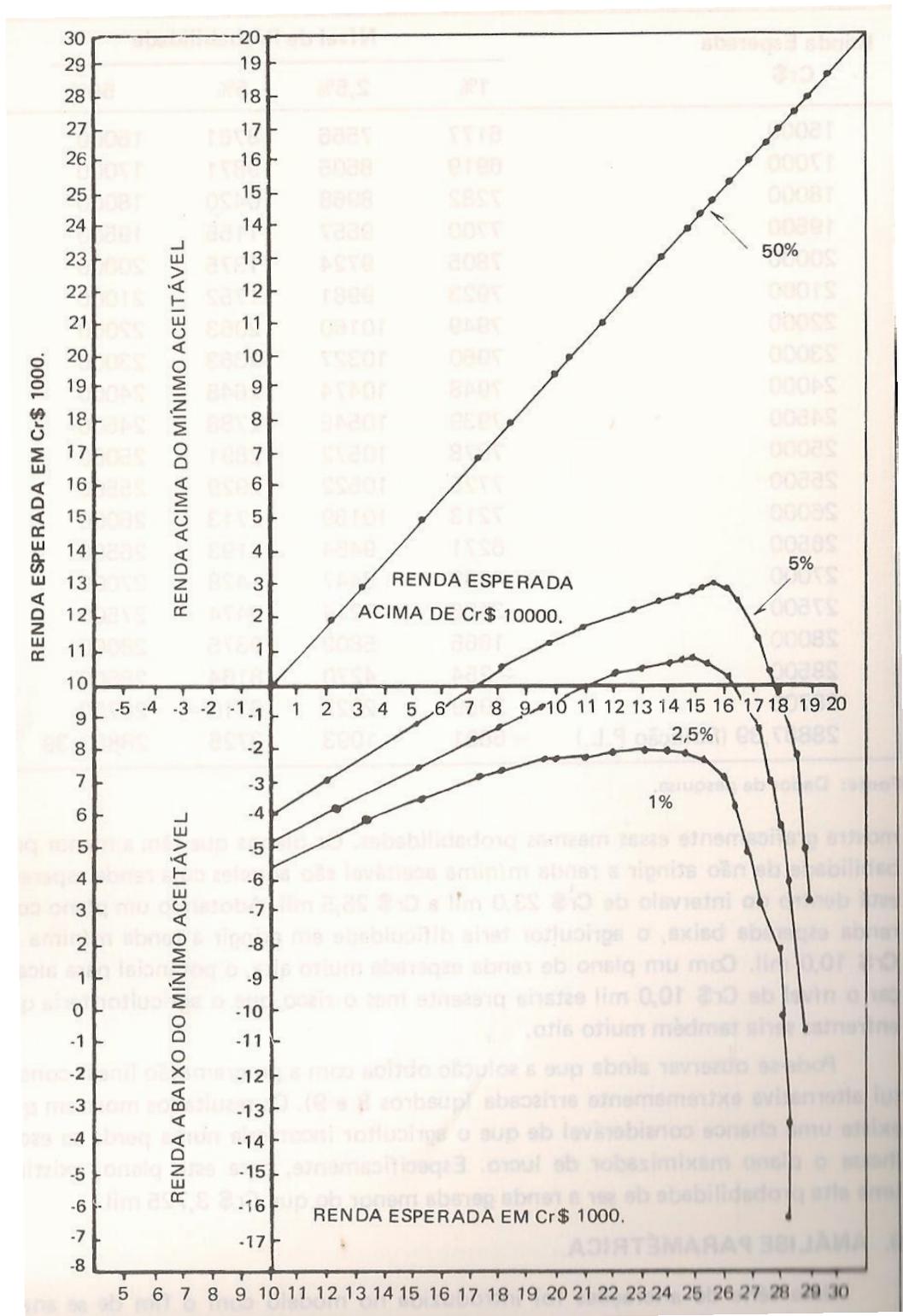
pelo plano ser menor do que a renda mínima aceitável (I_m). Utilizando-se o quadro de valores da distribuição normal, a probabilidade $P(I_a I_m)$ para cada plano pode ser calculada - HOGG (18, p. 370). O quadro 9 fornece essas probabilidades e a figura 5 mostra graficamente essas mesmas probabilidades. Os planos que têm a menor probabilidade de não atingir a renda mínima aceitável são aqueles cuja renda esperada está dentro do intervalo de Cr\$ 23,0 mil a Cr\$ 25,5 mil. Adotando um plano com renda esperada baixa, o agricultor teria dificuldade em atingir a renda mínima de Cr\$ 10,0 mil. Com um plano de renda esperada muito alta, o potencial para alcançar o nível de Cr\$ 10,0 mil estaria presente mas o risco que o agricultor teria que enfrentar seria também muito alto.

Pode-se observar ainda que a solução obtida com a programação linear constitui alternativa extremamente arriscada (quadros 8 e 9). Os resultados mostram que existe uma chance considerável de que o agricultor incorreria numa perda se escolhesse o Plano maximizador de lucro. Especificamente, para este plano, existiria uma alta probabilidade de ser a renda gerada menor do que Cr\$ 3,725 mil.

9. ANÁLISE PARAMÉTRICA

Uma série de alterações foi introduzida no modelo com o fim de se analisarem os efeitos sobre o risco, alocação de recursos e combinação de

FIGURA 4. Probabilidade de Perda



atividades. As alterações permitiram a análise de: a) exploração da área agricultável da propriedade sem a contribuição das atividades de parceria; b) redução do crédito institucional disponível para o proprietário; c) expansão da oferta de mão-de-obra temporária contratada; d) aumento do salário pago à mão-de-obra fornecida pelos parceiros (sujeição); e) aumento no preço do algodão mocó; e f) produção do consórcio mocó/milho/feijão, de acordo com o pacote tecnológico sugerido pela EMBRAPA (11).¹

9.1. Exploração da Área Cultivada sem Atividades de Parceria

Com o fim de se comparar a exploração da área cultivada com e sem atividades de parceria, foram retiradas do modelo básico as restrições e atividades referentes ao sistema de parceria. Duas fronteiras de eficiência foram então estimadas. A primeira, com a mesma disponibilidade de mão-de-obra temporária existente no modelo básico; a segunda, com a oferta de mão-de-obra temporária perfeitamente

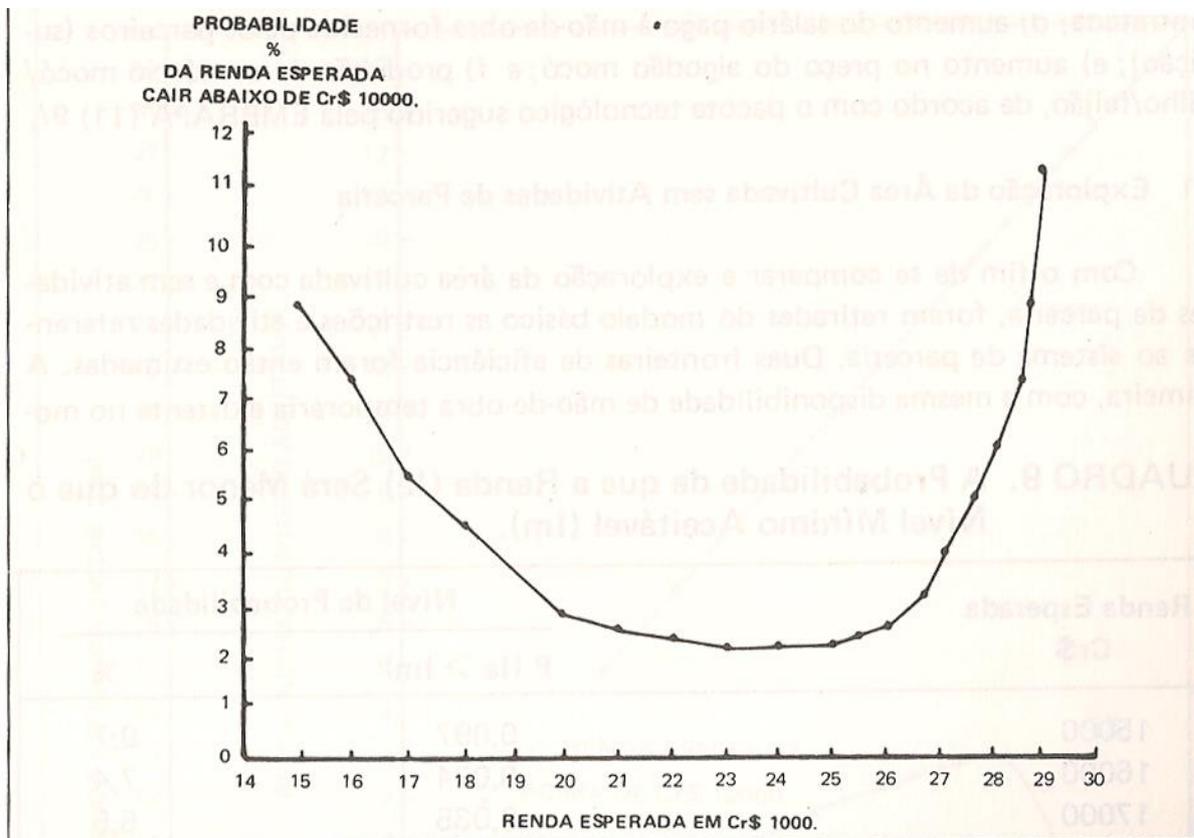
Quadro 9. A Probabilidade de que a Renda (I_a) Será Menor do que o Nível Mínimo Aceitável (I_m).

Renda esperada (Cr\$)	Nível de produtividade	
	P ($I_a > I_m$)	%
15000,00	0,097	9,7
16000,00	0,074	7,4
17000,00	0,035	5,5
18000,00	0,045	4,5
19500,00	0,032	3,2
20000,00	0,029	2,9
21000,00	0,026	2,6
22000,00	0,025	2,5
23000,00	0,023	2,3
24000,00	0,023	2,3
24500,00	0,023	2,3
25000,00	0,023	2,3
25500,00	0,023	2,3
26000,00	0,025	2,5
26500,00	0,032	3,2
27000,00	0,04	4
27500,00	0,049	4,9
28000,00	0,061	6,1
28500,00	0,074	7,4
28700,00	0,089	8,9
28887,30 (Solução P.L.)	0,115	11,5

Fonte: Dados da pesquisa.

¹ Para maiores detalhes sobre os resultados da análise paramétrica, ver SOARES (39).

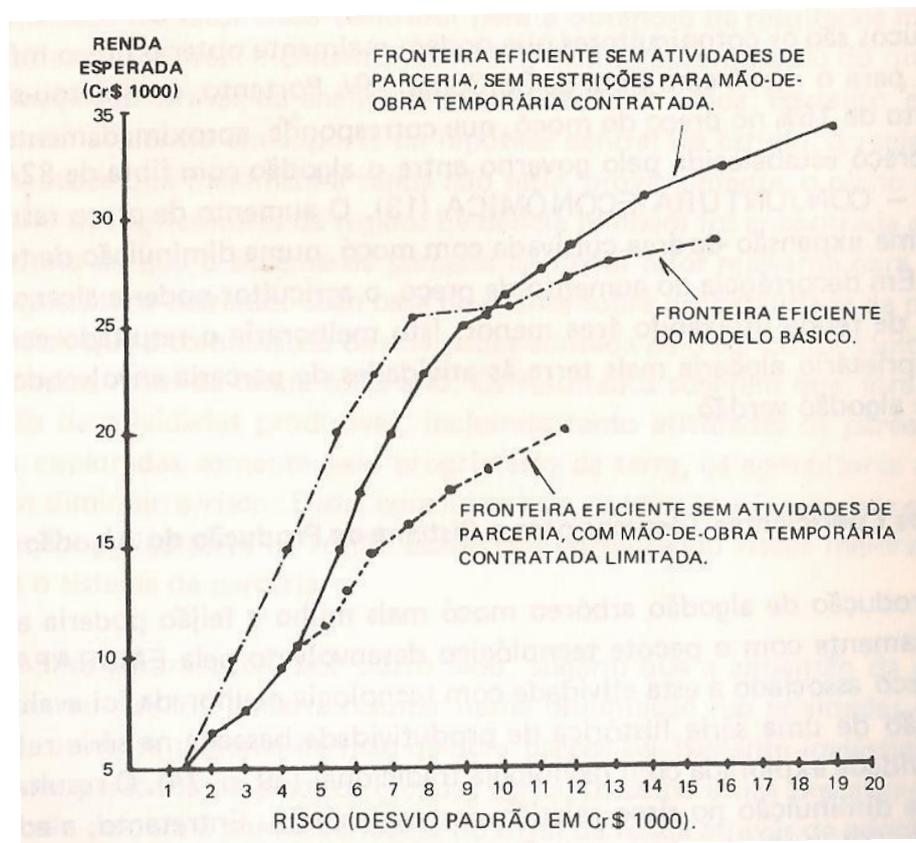
FIGURA 5. Probabilidade de que o Nível de Renda Esperada (Ia) Será Menor do que o Nível Mínimo Aceitável (Im).



elástica (figura 6). Os resultados obtidos com a primeira fronteira indicaram que o maior nível de renda esperada não ultrapassaria Cr\$ 20,588 mil. As variâncias encontradas foram também mais altas do que aquelas correspondentes aos planos de fronteira do modelo básico que mais se aproximaram do plano da fazenda típica. Resultado, também, interessante foi obtido com a segunda fronteira. Apesar da oferta de mão-de-obra perfeitamente elástica, o proprietário teria ainda que enfrentar riscos mais altos para que pudesse atingir níveis de renda até Cr\$ 26,0 mil.

9.2. Redução do Crédito Institucional

Com a redução de 50% do crédito institucional disponível para o proprietário, obteve-se um decréscimo no número de parceiros na propriedade e uma mudança no sentido de exploração mais intensiva dos consórcios com algodão sob responsabilidade do proprietário. O número de unidades-animal foi também diminuído. Outro efeito foi a menor utilização das terras úmidas da propriedade, geralmente empregadas na exploração de atividades com uso intensivo de mão-de-obra (arroz, milho, feijão) e de pastagem cultivada.

FIGURA 6. Fronteiras Eficientes com e sem Atividades de Parceria

9.3. Expansão da Oferta de Mão-de-Obra Temporária

O aumento da oferta de mão-de-obra temporária causou uma redução no número de parceiros utilizados nos planos de atividades com renda esperada acima de Cr\$ 25,0 mil. O ponto de renda potencial máximo passou também a ser 16% mais alto, comparado com o mesmo ponto no modelo básico. Entretanto, o efeito de redução de risco, com oferta de mão-de-obra temporária perfeitamente elástica, ocorreu somente sobre uma porção da fronteira E-V, onde os planos de atividades estavam associados a um coeficiente de variação maior do que 0,31. Portanto, a despeito da oferta ilimitada de mão-de-obra, é provável que os agricultores preferissem utilizar um certo número de parceiros no sentido de alcançar, em detrimento de rendas potenciais maiores, rendas com menor grau de risco.

9.4. Aumento do Salário Pago à Mão-de-Obra Fornecida pelos Parceiros

A elevação do salário pago à mão-de-obra fornecida pelos parceiros, ao mesmo nível salarial pago à mão-de-obra temporária contratada, tenderia a aumentar o risco em todos os planos de fronteira e reduziria o número de parceiros empregados, causando uma transferência de terra com atividades de parceria para explorações a cargo do proprietário. Entretanto, os resultados mostraram que o proprietário manteria ainda parceiros em sua propriedade.

9.5. Aumento do Preço do Algodão Mocó

Devido ao baixo grau de pureza entre as variedades de algodão cultivadas na região, poucos são os cotonicultores que podem realmente obter o preço mínimo estabelecido para o mocó com fibra de 36/38mm.¹ Portanto, considerou-se apenas um aumento de 15% no preço do mocó, que corresponde, aproximadamente, à diferença de preço estabelecida pelo governo entre o algodão com fibra de 32/34mm e 28/30mm - CONJUNTURA ECONÔMICA (13). O aumento de preço resultou, ao invés de uma expansão da área cultivada com mocó, numa diminuição de terra com a cultura. Em decorrência do aumento de preço, o agricultor poderia alcançar níveis mais altos de renda utilizando área menor. Isto melhoraria o resultado econômico pois o proprietário alocaria mais terra às atividades de parceria envolvendo consórcios com o algodão verdão.

9.6. Novos Coeficientes Técnicos para o Sistema de Produção do Algodão Arbóreo

A produção de algodão arbóreo mocó mais milho e feijão poderia aumentar significativamente com o pacote tecnológico desenvolvido pela EMBRAPA (11). O nível de risco associado a esta atividade com tecnologia melhorada foi avaliado com a construção de uma série histórica de produtividade baseada na série referente à mesma atividade explorada com tecnologia tradicional (39, p. 74). O resultado obtido foi uma diminuição no risco relativo deste consórcio. Entretanto, a adoção do pacote é discutível. Ocorreria somente se o agricultor pudesse ter acesso a uma oferta de mão-de-obra muito maior do que a atual, já que o pacote exige maior quantidade de mão-de-obra por hectare do que a utilizada nos consórcios explorados com a tecnologia tradicional. O problema tende a se agravar, considerando que os grandes agricultores da região vêm enfrentando problemas sérios quanto à aquisição de mão-de-obra - SANDER, et alii (33, p. 139). Além disto, grande parte da exploração do algodão na região é feita sob o sistema de parceria. O proprietário cede a terra disponível e, com isto, ganha o direito de receber parte do que é produzido pelo parceiro. Este sistema pode causar obstáculos à agricultura mais moderna. Além de ter uma baixa capacidade de capitalização, o parceiro, não sendo dono da terra, pode não ter interesse em realizar investimentos numa propriedade que nunca será sua. O pacote tecnológico desenvolvido pela EMBRAPA exige inversões iniciais relativamente altas em relação ao plantio tradicional, em operações de destocamento e mecanização, além de posteriores tratos culturais. Portanto, somando-se a isto os problemas de escassez de mão-de-obra, a possibilidade de implantação deste pacote tecnológico, em larga escala, parece chocar-se com a estrutura agrária da região.

¹ No Nordeste, de modo geral, diante da baixa produtividade das espécies herbáceo e mocó, os agricultores começaram a intensificar o plantio do algodão verdão, que pode atingir o dobro da produtividade dos outros. O resultado, porém, é uma pluma disforme, com fibras de pouca espessura, curto comprimento e de pouca resistência.

10. CONCLUSÕES

A inclusão do fator risco contribui para a obtenção de resultados mais representativos da situação real e constitui, também, melhor aproximação do que a usualmente encontrada através da análise de maximização da renda. Portanto, os resultados fornecem evidência em suporte da hipótese central do estudo, ou seja, um plano de atividades que maximiza a renda não seria, provavelmente, o plano escolhido pela maioria dos agricultores da região. Evidência também foi encontrada em suporte da hipótese de que o sistema de parceria constitui fator relevante para reduzir o risco na agricultura cearense. Com base na análise sobre probabilidade de perda, pode-se concluir que a combinação de atividades adotada pelo agricultor típico assegura-lhe um certo nível de renda todo ano. Os resultados sugerem que, através da diversificação de atividades produtivas, incluindo tanto atividades de parceria como atividades exploradas somente pelo proprietário da terra, os agricultores da região conseguem diminuir o risco. Disto conclui-se que, com os atuais recursos e tecnologia em uso, os agricultores da região acabariam enfrentando riscos maiores, se não adotassem o sistema de parceria.

A análise paramétrica, por outro lado, sugeriu que a expansão da oferta de mão-de-obra temporária poderia resultar numa diminuição das atividades de parceria. Já que a oferta regional de mão-de-obra parece ser bastante inelástica, principalmente nos períodos de pico, os grandes agricultores parecem precaver-se contra a falta de mão-de-obra e contra variações no nível de renda através da adoção do sistema de parceria. Este resultado contribui, em parte, para explicar porque o sistema de parceria é comumente encontrado na região. Como é sabido, os parceiros contribuem para aliviar o problema da falta de mão-de-obra de duas maneiras. Eles fornecem a mão-de-obra utilizada na área da propriedade explorada sob o sistema de parceria. Além disso, representam parte da mão-de-obra temporária contratada pelo proprietário, e o que é importante, a um custo mais baixo.

Convém salientar que, embora os grandes proprietários de terra possam minimizar o problema da falta de mão-de-obra através do aumento do número de parceiros, muitos agricultores preferem não fazê-lo, devido, talvez, a expectativas com relação a eventuais mudanças na legislação agrária. Alguns trabalhos chegam mesmo a afirmar que existem proprietários na região preferindo diminuir a produção do que contratar parceiros em substituição aos que saem - SUPLAN (41, p. 15). Mais de 25% dos proprietários entrevistados afirmaram que estavam planejando diminuir o número de parceiros em suas propriedades por razões legais. Ademais, mais de 50% dos proprietários aumentaram a utilização de mão-de-obra temporária contratada durante o ano.

Para se evitar que os agricultores da região negro iniciem um processo, já encontrado em outras regiões do Nordeste, de conversão de áreas plantadas com algodão em áreas para pastagens, é necessário que políticas sejam criadas visando ao aumento da produtividade do algodão na região. Existem poucos produtos agrícolas com vantagem comparativa no Nordeste semi-árido. O mais importante deles é o algodão mocó e, se os agricultores abandonassem esta cultura,

ocorreriam certamente graves problemas de distribuição de renda na região, já que outras atividades produtivas, como a pecuária, podem não constituir alternativas viáveis para parceiros e pequenos produtores de algodão.

Também relacionado com o problema da produção algodoeira está uma aparente indiferença quanto à escolha entre plantar mocó ou verdão, por parte dos agricultores da região. Este problema parece, em parte, ser decorrente da falta de um diferencial de preços que beneficie aqueles que optam pela produção do algodão mocó¹. Os resultados obtidos com o modelo indicam que, mesmo que o preço pago pelo mocó fosse 15% acima do preço do verdão, esta "indiferença" continuaria. Portanto, é necessário que a diferença entre os dois preços pagos seja superior a 15%, para constituir um incentivo e induzir os agricultores a aumentar a produção de algodão mocó.

Outra importante implicação deste estudo é que, se o risco fosse totalmente eliminado, o grande proprietário, com as atividades e tecnologia tradicionais, aumentaria a renda da propriedade por não mais que 15%. Isto parece indicar quão limitados são os meios para aumentar a renda agrícola da região, sem mudanças substanciais no sistema de comercialização do algodão, na tecnologia de produção, sem novas atividades, e mudanças estruturais mais profundas². O resultado acima pode explicar porque muitos dos esforços governamentais falharam no passado.

Finalmente, procurou-se explicar melhor com este estudo que, com a tecnologia tradicional empregada na região, combinações de atividades que diferem significativamente daquelas encontradas nos planos atuais de produção das fazendas podem resultar em perdas muito grandes para o agricultor.

Como sugestões para pesquisa, pode-se sugerir o desenvolvimento de modelos estocásticos de programação matemática tentando incorporar explicitamente as preferências dos parceiros; estudos sobre o mecanismo de comercialização do algodão entre proprietários e parceiros; avaliação de outras tecnologias e alternativas de produção; e, finalmente, estudos sobre risco e produção agrícola incluindo diferentes tamanhos de propriedade e tipos de exploração agrícola.

¹ Os dados da amostra indicaram que nenhum dos proprietários e parceiros entrevistados recebeu, no ano de 1972, preço maior pelo algodão mocó produzido.

² Com relação a novas atividades, estudos preliminares indicaram que a introdução do sorgo na região poderá aumentar significativamente o potencial econômico do Nordeste semi-árido. Ver, por exemplo, PATRICK (27) e SANDERS & HOLANDA (34)

11. LITERATURA CITADA

1. ANDERSON, Jock L. & DILLON, John D. Agricultural Decision Analysis. **The Iowa State University Press, 1977.**
2. BANCO DO NORDESTE DO BRASIL S.A., ETENE. Perspectivas da Cultura do Algodão no Nordeste. Fortaleza, 1973.
3. BALMOL, William J. An Expected Gain-Confidence Limit Criterion For Portfolio Selection. **Management Science.** 10 (1963): 174-182.
4. BETTIS, L. W. The Choice of Land Tenure Arrangements Under Risk - A Study of Economic Behavior in the Sertão of Northeast Brazil. **The Ohio State University, 1978.** (dissertação de Ph.D.): no prelo.
5. BOUSSARD, J. M. The Introduction of Risk Into a Programming Model: Different Criteria and the Actual Behavior of Farmers. **European Economic Review.** 1 (1969): 92-121.
6. CUTLER, L. & PASS, D. S. A Computer Program for Quadratic Mathematical Models to be Used for Aircraft Design and Other Applications Involving Linear Constraints. The Rand Corporation, 1971.
7. DASGUPTA, A. & DASGUPTA, S. Crop-Planning in a Risky Environment, A Case-study. *Econometrica.* 35 (1967): 25-26.
8. DILLON, John L. & ANDERSON, J. R. Allocative Efficiency, Traditional Agriculture, and Risk. **American Journal of Agricultural Economics.** 53 (1971): 26-32.
9. DILLON, John L. & SCANDIZZO, P. L. Atitudes dos Agricultores Nordestinos, De Subsistência, Em Relação ao Risco: **Abordagem Amostral.** Revista de Economia Rural. 16 (1978): 8-25.
10. EISGRUBER, L. M. & SCHUMAN, L. S. The Usefulness of Aggregated Data in the Analysis of Farm Income Variability and Resource Allocation. **Journal of Farm Economics.** 45 (1963): 587-591.
11. EMBRAPA. Sistema de Produção para Algodão Arbóreo - Ceará. Circular Nº 68, outubro 1975.
12. FREUD, Rudolf. J. The Introduction of Risk Into a Programming Model. *Econometrica.* 24 (1956): 253-263.
13. FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Conjuntura Econômica. 31 (1977).
14. HAZELL, Peter B. R. A Linear Alternative to Quadratic and Semivariance Programming for Farm Planning Under Uncertainty. **American Journal of Agricultural Economics.** 53 (1971): 53-62.
15. HEADY, Earl O. Diversification in Resource Allocation and Minimization of Income Variability. **Journal of Farm Economics,** 1952.
16. HEADY, E. O. & CANDLER, W. **Linear Programming Methods.** The Iowa State University Press, 1958.
17. HEYE R, J. An Analysis of Peasant Farm Production Under Conditions of Uncertainty. **Journal of Agricultural Economics.** 13 (1972): 135-146.
18. HOGG, R. V. & CRAIG, A. T. Introduction to Mathematical Statistics. Mcmillan Press, 1965.

19. JOHNSON, Alien W. Sharecroppers of the Sertão: Economics and Dependence on a Brazilian Plantation. **Stanford University Press**, 1971.
20. JOHNSON, S. R. A Re-Examination of the Farm Diversification Problem. **Journal of Farm Economics**. 49 (1967):610-621.
21. LIN, W., DEAN, G. W., & MOORE, C. V. An Empirical Test of Utility vs. Profit Maximization in Agricultural Production. **American Journal of Agricultural Economics**. 56 (1974):497-508.
22. LIPTON, M. The Theory of the Optimizing Peasant. *Journal of Development Studies*. 4 (1968): 327-351.
23. LOW, A. R. C. Decision Taking Under Uncertainty: A Linear Programming Model of Peasant Farm Behavior. **Journal of Agricultural Economics**. 25 (1974): 311-320.
24. MARKOWITZ, H. Portfolio Selection. **Journal of Finance**. 7 (1952):77-91.
25. MCFARQUHAR, A. M. M. Rational Decision Making and Risk in Farm Planning – An Application of Quadratic Programming in British Arable Land. **Journal of Agricultural Economics**. 14 (1961):552-563.
26. ODERO-OGWEL, L. A. Economic Planning for Peasant Agricultural Development Under Risk Constraints. **Eastern Africa Journal of Rural Development**. 7 (1974): 61-75.
27. PATRICK, G. F. Efeitos de Programas Alternativos do Governo Sobre a Agricultura do Nordeste. **Pesquisa e Planejamento Econômico**. 4 (1974):49-82.
28. PEIXOTO, Heverton. Determinação de "Portfolios" de Venda Para Soja, Face ao Risco de Mercado, **Revista de Economia Rural**. 15 (1977): 105-119.
29. PERES, Fernando C. Derived Demand for Credit Under Conditions of Risk. **The Ohio State University**, 1976. (dissertação de Ph.D.).
30. PYLE, D. H. & TURNOVSKY, S. J. Safety-First and Expected Utility Maximization in Mean-Standard Deviation Portfolio Analysis. **Review of Economics and Statistics**. 52 (1970): 75-81.
31. REID, Joseph D., Jr. Sharecropping in History and Theory. **Agricultural History**. 69(1975):426-440.
32. ROY, A. D. Safety-First and the Holding of Assets. **Econometrica**. 20 (1952):431-449.
33. SANDERS, John, et alii Mudança Tecnológica e Desenvolvimento Agrícola no Estado do Ceará, in Alternativas de Desenvolvimento para Grupos de Baixa Renda na Agricultura Brasileira - Teoria e Metodologia. **EMBRAPA**. Vol. 1, 1974.
34. SANDERS, J. D. & HOLANDA, A. D. Designing New Technology for Small Farmers: A Case Study in a Semi-Arid Area of the Brazilian Northeast. Departamento de Economia Agrícola, **Universidade Federal do Ceará**, 1975, mimeo.
35. SCHULTZ, T. W. Transforming Traditional Agriculture. **Yale University Press**, 1964.

36. SCOTT, J. T. & BAKER, C. B. A Practical Way to Select an Optimum Farm Plan Under Risk. **American Journal of Agricultural Economics**. 54 (1972): 657-660.
37. SHARP, W. F. Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk. **The Journal of Finance**. 19 (1964): 425-442.
38. SINGH, I. J. The Transformation of Traditional Agriculture: A Case Study of Punjab, India. **American Journal of Agricultural Economics**. 53 (1971): 275-284.
39. SOARES, Augusto César de M. Resource Allocation and Choice of Enterprise Under Risk on Cotton Farms in Northeast Brazil. **The Ohio State University**, 1977. (dissertação de Ph.D.).
40. STOVALL, J. G. Income Variation and Selection of Enterprises. **Journal of Farm Economics**. 48 (1966):1575-1579.
41. SUPLAN, Ministério da Agricultura. Aspectos Sócio-Econômicos da Cultura de Algodão Arbóreo. Primeiro Relatório. Brasília, 1972.
42. SUPLAN, Ministério da Agricultura. Programa de Pesquisas Sobre Algodão Arbóreo no Nordeste do Brasil. Relatório, Brasília, 1973.
43. TOBIN, J. Liquidity Preference as Behaviour Toward Risk. **Review of Economic Studies**. 15 (1958):65-86.
44. TSIANG, S. C. The Rationale of the Mean-Standard Deviation Analysis, Skewness Preference, and the Demand for Money. **The American Economic Review**. 62 (1972): 354-371.
45. WIENS, Thomas B. Uncertainty and Factor Allocation in a Peasant Economy. **University of Oregon Working Papers in Economics**. Nº 2, 1973.