

"SELEÇÃO E AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE NOVA TECNOLOGIA SOB
CONDIÇÕES DE RISCO: O CASO DA CANA-DE-AÇÚCAR".

Ac 21408
B7000004114

Pedro Felizardo Adeodato de Paula Pessoa

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ECONOMIA RURAL, COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

UFC/BU/BEA 04/05/1998



R804932 Selecao e avaliacao economica de
C406260 nova te
T633.61 P346s



Fortaleza - Ceará
1985

Aos meus pais

À minha esposa COINHA

Aos meus filhos THIAGO e ISABELI,

D E D I C O

AGRADECIMENTOS

O autor expressa seu reconhecimento e gratidão a todos que colaboraram, direta ou indiretamente, na realização deste trabalho e, de forma especial, agradece:

- À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, instituição de origem;
- à Universidade Federal do Ceará - UFC;
- ao Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, representado por seus professores e funcionários;
- à Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará - EPACE;
- ao professor José Valdeci Biserra, pela amizade, apoio e eficiente orientação;
- aos professores Izairton Martins do Carmo e Ahmad Saeed Khan, pela dedicação e valiosas críticas e sugestões;
- aos colegas da EPACE, em especial a Hilton Luiz Leite Cruz e Neile Gomes Lima Verde, pelas informações prestadas;
- aos colegas pós-graduados, pelo incentivo e convivência amigável.

ÍNDICE

	Página
LISTA DAS TABELAS	vi
LISTA DAS FIGURAS	vii
TABELAS DOS APÊNDICES	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	1
1.1 - <u>O Problema e sua Importância</u>	1
1.2 - <u>Objetivos</u>	2
1.2.1 - <u>Objetivo geral</u>	2
1.2.2 - <u>Objetivos específicos</u>	3
2 - <u>MATERIAL E MÉTODOS</u>	4
2.1 - <u>Área de Estudo</u>	4
2.2 - <u>Fonte dos Dados</u>	6
2.3 - <u>Métodos</u>	7
2.3.1 - <u>Métodos de decisão em condição de risco</u>	7
2.3.2 - <u>O método de HANNOCH & LEVY</u>	11
2.3.3 - <u>Critérios de avaliação econômica de investimen</u> <u>tos</u>	13
2.3.3.1 - <u>Valor presente líquido (VPL)</u>	13
2.3.3.2 - <u>Taxa interna de retorno (TIR)</u>	14
2.3.3.3 - <u>Razão benefício/custo (B/C)</u>	14
2.3.4 - <u>Taxa de retorno de Fisher (TRF)</u>	15
2.3.5 - <u>Critérios e dados utilizados na estimativa dos</u> <u>fluxos de caixa</u>	17
2.4 - <u>Definição das Alternativas Tecnológicas</u>	17
3 - <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	19
3.1 - <u>Dominância das Alternativas Tecnológicas</u>	19
3.1.1 - <u>Tecnologia eficiente para a variedade CO 419</u> ...	19
3.1.2 - <u>Tecnologia eficiente para a variedade CB 45-3</u> ...	19
3.1.3 - <u>Tecnologia eficiente para a variedade CP 60-1</u> ...	22

3.1.4 - Tecnologia eficiente para a variedade NA 56-79...	22
3.1.5 - Análise conjunta e seleção de variedade e respectiva tecnologia em condições de risco	23
3.2 - <u>Avaliação Econômica das Alternativas Tecnológicas Dominantes</u>	24
3.2.1 - Tecnologia economicamente viável para a variedade CO 419	25
3.2.2 - Tecnologia economicamente viável para a variedade CB 45-3	25
3.2.3 - Tecnologia economicamente viável para a variedade CP 60-1	27
3.2.4 - Tecnologia economicamente viável para a variedade NA 56-79	27
3.2.5 - Considerações sobre a taxa de retorno de Fisher (TRF)	28
3.2.6 - Análise conjunta e seleção da variedade e respectiva tecnologia economicamente viável	30
4 - <u>CONCLUSÕES E SUGESTÕES</u>	32
4.1 - <u>Conclusões</u>	32
4.2 - <u>Sugestões</u>	33
5 - <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	35
<u>APÊNDICES</u>	38
APÊNDICE A	39
APÊNDICE B	56
APÊNDICE C	60

LISTA DE TABELAS

TABELAS		Página
1	Médias e desvio padrão das receitas líquidas das alternativas tecnológicas sob comparação	20
2	Dominância das alternativas tecnológicas comparadas duas a duas pelo método de HANNOCH E LEVY ...	21
3	Valor presente líquido (VPL) para diferentes taxas de desconto, taxa interna de retorno (TIR) e razão benefício/custo (B/C), para as tecnologias dominantes	26
4	Taxas de retorno de Fisher (TRF)	29
5	Ordenação das alternativas tecnológicas, segundo sua viabilidade econômica	30

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Mapa do Ceará indicando a região em estudo	5
2	Aversão ao risco	12
3	Propensão ao risco	12
4	Ilustração da taxa de retorno de Fisher	16

TABELAS DOS APÊNDICES

TABELA	Página
A.1 Custos da cultura da cana-de-açúcar (variedade CO 419). Município de Barbalha - Estado do Ceará, em Cr\$ de junho/1984	40
A.2 Custos da cultura da cana-de-açúcar (variedade de CB 45-3). Município de Barbalha - Estado do Ceará, em Cr\$ de junho/1984	44
A.3 Custos da cultura da cana-de-açúcar (variedade de CP 60-1). Município de Barbalha - Estado do Ceará, em Cr\$ de junho/1984	48
A.4 Custos da cultura da cana-de-açúcar (variedade de NA 56-79). Município de Barbalha - Estado do Ceará, em Cr\$ de junho/1984	52
B.1 Valores dos fluxos líquidos - variedade CO 419 (tecnologia B)	57
B.2 Valores dos fluxos líquidos - variedade CO 419 (tecnologia D)	57
B.3 Valores dos fluxos líquidos - variedade CB 45-3 (tecnologia E)	58
B.4 Valores dos fluxos líquidos - variedade CP 60-1 (tecnologia L)	58
B.5 Valores dos fluxos líquidos - variedade NA 56-79 (tecnologia N)	59
B.6 Valores dos fluxos líquidos - variedade NA 56-79 (tecnologia O)	59
B.7 Fluxos líquidos diferenciais entre alternativas tecnológicas	61

RESUMO

O presente estudo objetivou selecionar entre várias alternativas tecnológicas para variedades de cana-de-açúcar, aquelas menos vulneráveis ao risco e de melhores perspectivas econômicas para a Região do Cariri-Ceará.

O estudo foi realizado no município de Barbalha, localizado na zona do Cariri que se situa no sul do Estado do Ceará.

As alternativas tecnológicas analisadas foram assim definidas:

A - Variedade CO 419	tratamento 1	(0-0-0)
B - " "	"	2 (40-45-30)
C - " "	"	3 (80-90-60)
D - " "	"	4 (120-135-90)
E - " CB 45-3	"	1 (0-0-0)
F - " "	"	2 (40-45-30)
G - " "	"	3 (80-90-60)
H - " "	"	4 (120-135-90)
I - " CP 60-1	"	1 (0-0-0)
J - " "	"	2 (40-45-30)
K - " "	"	3 (80-90-60)
L - " "	"	4 (120-135-90)
M - " NA 56-79	"	1 (0-0-0)
N - " "	"	2 (40-45-30)
O - " "	"	3 (80-90-60)
P - " "	"	4 (120-135-90)

Para selecionar tecnologias dominantes sob condições de risco empregou-se o método de HANNOCH & LEVY. Posteriormente, utilizaram-se os critérios de valor presente líquido, taxa interna de retorno, razão benefício/custo e taxa de retorno de Fisher, para identificar qual das tecnologias dominantes é a mais viável economicamente.

Através da aplicação dos métodos supracitados foi possível identificar, dentro do conjunto analisado, a variedade

NA 56-79, associada à tecnologia O, como a opção que oferece maior proteção contra o risco e maior rentabilidade.

As principais conclusões foram:

- O método proposto por HANNOCH & LEVY revelou-se extremamente apropriado para avaliar e selecionar tecnologias em condições de risco.

- Com a aplicação do método de HANNOCH & LEVY foi possível identificar, para cada variedade, as tecnologias mais eficientes: B e D para a variedade CO 419, E para a variedade CB 45-3, L para a variedade CP 60-1 e N e O para a variedade NA 56-79.

- Ao analisarem-se conjuntamente todas as variedades e respectivas tecnologias, em termos de renda-risco, constatou-se uma acentuada superioridade da NA 56-79 sobre as demais, principalmente quando associada às tecnologias N e O.

- Os resultados obtidos com a avaliação econômica reafirmaram a superioridade da variedade NA 56-79, com as tecnologias N e O, sobre as demais; entretanto, a O foi mais rentável no intervalo representativo de custo de oportunidade do capital.

As principais sugestões foram:

- Objetivando a incorporação de riscos, as pesquisas agrícolas devem ser conduzidas durante vários anos.

- Na avaliação econômica de dados experimentais, devem-se considerar as possíveis perdas de rendimento, quando de seu deslocamento para as condições de produção comercial.

- Empregar a metodologia proposta, em pesquisas posteriores.

- Identificar tecnologia que ofereça máxima satisfação ao produtor rural e máximo rendimento industrial.

- Quantificar os benefícios incrementais para a região cariense, provenientes da possível introdução da variedade NA 56-79 com a tecnologia O.

ABSTRACT

This study aims at selecting, from the various technological alternatives applicable to different varieties of sugar cane, those which are less vulnerable to risk and offer the best economic perspective for the Cariri region of Ceará.

The information used was obtained of the experiments realized by EPACE in the county of Barbalha, in the Cariri area, south of the state of Ceará.

The technological alternatives were classified as following:

A -	Variety	CO 419	treatment	1 (0-0-0)
B -	"	"	"	2 (40-45-30)
C -	"	"	"	3 (80-90-60)
D -	"	"	"	4 (120-135-90)
E -	"	CB 45-3	"	1 (0-0-0)
F -	"	"	"	2 (40-45-30)
G -	"	"	"	3 (80-90-60)
H -	"	"	"	4 (120-135-90)
I -	"	CP 60-1	"	1 (0-0-0)
J -	"	"	"	2 (40-45-30)
K -	"	"	"	3 (80-90-60)
L -	"	"	"	4 (120-135-90)
M -	"	NA 56-79	"	1 (0-0-0)
N -	"	"	"	2 (40-45-50)
O -	"	"	"	3 (80-90-60)
P -	"	"	"	4 (120-135-90)

The HANNOCH and LEVY method was used to select the prevalent technologies under risk conditions. Later on, the criteria of net value, present internal rate of return, cost/benefit ratio and Fisher's rate of return were used, to determine the economic feasibility of each of the prevalent technologies.

Through the use of the methods quoted above it was possible to establish that the technology "O" of variety NA 56-79 offers greater protection against risk and large profit, among all the alternatives considered.

Main conclusions were:

- The HANNOCH & LEVY method is extremely appropriate to evaluate and select technologies under risk conditions.

- The use of the HANNOCH & LEVY method made it possible to determine which was the most efficient technology for each variety: B and D for variety CO 419, E for variety CB 45-3, L for variety CP 60-1 and N and O for variety NA 56-79.

- The analysis of all the varieties and respective technologies considering profit/risk relation, pointed out a considerable superiority of technologies N and O of variety NA 56-79.

- The results of economic evaluation reaffirmed the superiority of these technologies. Technology O proved to be more profitable, in the interval of 6 and 12% rate of interest.

Main suggestions were:

- In order to incorporate risk, research in agriculture should be done over a period of several years.

- In the economic evaluation of experimental data, possible loss of income when technology are transferred to larger areas should be taken into account.

- The proposed methodology should be afterwards used in other research projects.

- One should try to determine which technology offers maximum satisfaction to the rural producer and maximum industrial profit.

- One should quantify the advantages that the Cariri region may have, in terms of development, if technology O is introduced in the area.

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - O Problema e sua Importância

Na dinâmica do mundo atual, as atividades agrícolas não mais suportam processos produtivos ultrapassados. A crise econômico-financeira, que se alastra sobre todos os ramos da economia, tem induzido os produtores rurais a adotarem novas técnicas, visando um maior retorno do capital investido.

No Nordeste brasileiro é fato notório a resistência dos agricultores à adoção de novas tecnologias, principalmente envolvendo o uso de fertilizantes. O pouco uso desta prática é atribuído a fatores, tais como: o alto preço relativo dos fertilizantes; a instabilidade dos preços dos produtos agrícolas; a ausência de uma política de seguro agrícola, capaz de atenuar os danos causados pelas irregularidades climáticas; enfim, ao grande risco que este insumo agrega às atividades agrícolas.

Segundo LANGONI⁽¹⁷⁾, a rentabilidade dos investimentos no setor rural brasileiro é, em média, comparável à que se obtém no setor industrial. Porém, enfatiza que o risco é uma característica que se revela com acentuada frequência na agricultura. Diante de tal constatação, fica ainda mais evidenciado que o risco é o fator que tem inibido maiores aplicações de capital no setor rural nordestino.

Por outro lado, MOUTINHO⁽²¹⁾ afirma que o risco atua como um fator limitante na adoção de tecnologias melhoradas pelos agricultores, os quais consideram indicações tecnológicas originárias de trabalhos experimentais mais arriscadas; sendo pois de fundamental importância a consideração deste elemento nas pesquisas agrícolas. Conforme DILLON⁽⁰⁸⁾, "os resultados da pesquisa agrícola são geralmente apresentados em termos de estatísticas sumárias (médias e teste de significância segundo o culto do asterisco), as quais não informam virtualmente nada

aos agricultores e órgãos de extensão sobre as características de risco das tecnologias investigadas".

A produtividade do setor agrícola brasileiro tem se apresentado baixa em relação a outros países. Especificamente, segundo informações do PLANALSUCAR⁽²¹⁾, o Brasil ocupa atualmente a posição de maior produtor mundial de açúcar. Em que pese esta sua destacada posição, seus índices de eficiência nesse setor apresentam-se bastante inferiores em comparação com outros países. Por exemplo: a produção da África do Sul em um hectare é igual à do Brasil em dois. Tal ineficiência decorre da produção canavieira do Nordeste e, por extensão a açucareira, estar calcada, principalmente, sobre o fator terra, que é utilizado em quantidade extensivas, visando compensar o baixo nível tecnológico adotado.

O Estado do Ceará, segundo dados de ALMEIDA & ALVES⁽⁰¹⁾ apresentou, entre os anos de 1976 e 1981, um rendimento médio de 32,75 t/ha, o que lhe conferiu, no contexto nordestino, a penúltima posição em termos de produtividade.

Diante de tais fatos, surgiu a preocupação deste trabalho em considerar o risco, além da rentabilidade, na seleção de novas tecnologias agrícolas relacionadas à cana-de-açúcar, atividade de fundamental importância econômica e social para o Nordeste e para o Brasil.

Deste modo, o emprego de variedades mais produtivas, associadas a níveis de fertilizantes recomendáveis sob a ótica de rentabilidade e risco, podem vir a ser elementos estratégicos para ganhos em rendimento agroindustrial, estabilizando a produção e, sobretudo, a renda dos produtores rurais.

1.2 - Objetivos

1.2.1 - Objetivo geral

O presente estudo tem como objetivo geral selecionar entre várias alternativas tecnológicas para variedades de ca

na-de-açúcar, aquelas menos vulneráveis ao risco e de melhores perspectivas econômicas para a Região do Cariri-Ceará.

1.2.2 - Objetivos específicos

- Selecionar, para cada uma das quatro variedades de cana-de-açúcar, a melhor tecnologia em termos de risco e rentabilidade;

- indicar, através do valor presente líquido, taxa interna de retorno, razão benefício/custo e taxa de retorno de Fisher, a variedade e respectiva tecnologia mais viável, economicamente, para a região;

- fornecer subsídios para que os agricultores tomem decisões menos arriscadas, proporcionando-lhes um aumento de renda e uma maior estabilidade sócio-econômica.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Área de Estudo

O estudo foi realizado no município de Barbalha, localizado na zona do Cariri que se situa no sul do Estado do Ceará (Figura 1). O município é equidistante dos dois maiores mercados regionais, Recife e Fortaleza. A região, como um todo, abrange 26 municípios, cuja infra-estrutura básica conta com rodovias asfaltadas, ferrovias, rede de comunicações, etc.

Produção Agrícola

A área plantada com cana-de-açúcar na região do Cariri representa, aproximadamente, 21% da área plantada com esta cultura em todo o Estado do Ceará. Em termos de produção, a região participa com 22% da produção canavieira cearense, conforme dados do IBGE⁽¹¹⁾ de 1982. Segundo a mesma fonte, a cana-de-açúcar destaca-se como uma das atividades agrícolas de maior expressão regional, visto que participa com aproximadamente 21% na formação do valor bruto da produção agrícola. Além da cana-de-açúcar, destacam-se o algodão, o feijão, o milho, o arroz e a mandioca, que contribuem com cerca de 30%, 16%, 8%, 7,5% e 7%, respectivamente, na formação do valor bruto da produção agrícola.

Aspectos Climáticos

Quando aos aspectos climáticos, principalmente no que



FIGURA 1 - Mapa do Ceará indicando a região em estudo.

se refere à distribuição pluviométrica, a região apresenta uma faixa de variação da ordem de 1000 a 1250mm, o que assegura um bom potencial hídrico ao desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar⁽¹⁰⁾.

De modo geral, a região apresenta um período seco de 3 meses, compreendido entre julho à setembro, e uma estação chuvosa de 4 meses, que se concentra nos meses de janeiro a abril⁽⁰³⁾.

A insolação média foi estimada entre 2.600 a 2.900 horas, correspondendo à duração, aproximadamente, de 8 horas por dia⁽⁰⁴⁾.

Estrutura Fundiária

Da área cadastrada pelo INCRA⁽¹⁶⁾, em 1972, na região do Cariri, a terra apresenta-se com 91,6% aproveitável, 7,0% inaproveitável e 1,4% com reservas florestais.

Através de pesquisa de campo, realizado pela CEPA em 1978, verificou-se que os estabelecimentos inferiores a 100 ha representam 92,6% do total e cobrem 94,6% da superfície da região, enquanto que os estabelecimentos superiores a 100 ha (7,4%) cobrem apenas 5,4% da área total da região⁽⁰⁵⁾.

2.2 - Fonte dos Dados

Os dados de produção são provenientes de experimento realizado pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará - EPACE, em Barbalha-Ceará.

A pesquisa teve seu início em junho de 1981 e foi concluída em junho de 1984.

O delineamento utilizado foi um fatorial 4 x 4 com quatro repetições, onde foram testadas quatro variedades (NA 56-79, CP 60-1, CB 45-3, CO 419).

Os níveis de adubação NPK utilizados para cada variedade

de foram:

$T_1 = 0 - 0 - 0$ (Testemunha)

$T_2 = 40 - 45 - 30$ (50% da dosagem recomendada pelo sistema de extensão rural aos agricultores da região)

$T_3 = 80 - 90 - 60$ (dosagem recomendada pela extensão rural aos agricultores da região)

$T_4 = 120 - 135 - 90$ (150% da dosagem recomendada pelo sistema de extensão rural aos agricultores da região).

As aplicações das dosagens de nitrogênio foram realizadas em duas épocas, sendo a primeira no plantio, equivalente à metade da dosagem total e a segunda 120 dias após, correspondendo à metade restante.

O plantio foi feito em sulcos com profundidade de 25cm, utilizando-se rebolos de três gemas que foram colocados sobre o adubo e cobertos com cerca de 8cm de terra.

As colheitas da cana-planta, soca e ressoca foram feitas em junho de cada ano.

A área total foi de $7.389,2m^2$, sendo subdividida em:

- área de cada bloco: $1.444,8m^2$

- área total da parcela: $336,0m^2$

- área útil de cada sub-parcela: $36,0m^2$.

As informações sobre os preços do produto e dos insumos, a nível de fazenda da região, referem-se a junho de 1984 e foram obtidos junto à Comissão Estadual de Planejamento Agrícola - CEPA, Companhia de Desenvolvimento Agropecuário - CODAGRO, Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará - EPACE e outras fontes secundárias. Com referência ao fator trabalho, considerou-se o valor médio da diária na região, em junho de 1984.

2.3 - Métodos

2.3.1 - Métodos de decisão em condição de risco

Segundo ANDERSON et alii⁽⁰³⁾, um problema de decisão

existe quando surge a insegurança devido às possíveis consequências em se escolher uma, entre duas ou mais alternativas. Quando o indivíduo não tem conhecimento perfeito das consequências de sua decisão, diz-se que está diante de uma escolha com risco.

Dentre os vários métodos que podem ser utilizados, destacam-se a dominância estocástica (D.E) e a média-variância (E.V.), que têm sido bastante utilizados na tomada de decisão em condições de risco.

(a) O método de dominância estocástica (D.E)

A estimativa de funções de utilidade de cada agricultor é um empreendimento extremamente oneroso. Consequentemente, são poucos os lugares do mundo onde estas funções foram estimadas. Objetivando superar tal dificuldade, desenvolveu-se o método de dominância estocástica que considera toda a distribuição cumulativa de probabilidade dos retornos^{1/}.

Para se distinguir o domínio de uma alternativa sobre outra, torna-se necessária às vezes, a aplicação do método em suas 3 (três) etapas: primeiro, segundo e terceiro graus de dominância estocástica. Em cada etapa do método são feitas pressuposições sobre o comportamento do tomador de decisão:

1^a Etapa (primeiro grau de dominância estocástica)

- Presume que o tomador de decisão prefere mais renda a menos renda;

2^a Etapa (segundo grau de dominância estocástica)

- Incorpora a pressuposição que o tomador de decisão é averso ao risco;

^{1/}Para detalhes sobre dominância estocástica, ver: ANDERSON et alii (03), MENEZES (19) e MOUTINHO (21).

3^a Etapa (terceiro grau de dominância estocástica)

- Pressupõe que o tomador de decisão é cada vez menos averso ao risco, à medida em que é mais rico.

MENEZES⁽¹⁹⁾ afirma que a grande vantagem deste método consiste em suas pressuposições, simples e gerais, sobre a forma algébrica da função de utilidade.

Verifica-se, contudo, um baixo poder de discriminação do método em pesquisas que analisam poucas alternativas tecnológicas. MOUTINHO⁽²¹⁾, estudando 6 alternativas para o feijoeiro, constatou que 5 são eficientes, obtendo assim um poder de discriminação igual a 16,7%.

ANDERSON⁽⁰³⁾, GARCIA & CRUZ⁽¹²⁾ e PORTER⁽²³⁾, utilizando um elevado número de alternativas em suas análises, obtiveram um poder de discriminação em torno de 80%.

Uma outra desvantagem da dominância estocástica, segundo ANDERSON⁽⁰³⁾, reside na demasiada importância atribuída às extremidades das distribuições que estão sendo comparadas, ou seja, ênfase excessiva aos reduzidos valores extremos das quantidades esperadas. Por exemplo: não é possível identificar a alternativa dominante, quando ocorre interseção das distribuições em uma das extremidades, ao proceder-se a análise do primeiro para o segundo e terceiro graus de dominância estocástica.

(b) O método média-variância (E.V.)

Este critério, comumente empregado nas análises de risco, foi proposto por Markowitz, em 1952. Baseia-se nos conceitos de renda esperada (E) e de variância na renda (V). Segundo o modelo, rendas mais altas associam-se a maiores variações nas rendas. Diante de tal situação, os tomadores de decisão podem ser considerados aversos, indiferentes ou propensos ao risco. Os aversos ao risco investem em alternativas, cuja rentabilidade é baixa, porém com menor variância; exibem uma curva de utilidade total côncava. Os propensos ao risco investem em alterna

tivas que apresentam maior variância na renda; apresentam uma curva de utilidade total convexa. Os indiferentes ao risco caracterizam-se por uma curva de utilidade total linear, isto é, apresentam, no plano E.V, uma renda média esperada constante para qualquer nível de variância.

Segundo PORTO et alii⁽²⁵⁾, o método E.V presume que o tomador de decisão opta pela alternativa que apresente menor risco (variância) para uma mesma média (renda), ou por aquela com maior média para um igual nível de variância. Este método, em algumas situações, pode exibir resultados inconclusivos, ou seja, se uma alternativa X_1 apresentar um retorno médio bem superior à alternativa X_2 , entretanto com pequeno acréscimo de variância em relação a X_2 , não se tem subsídios para indicar qual das duas alternativas é a melhor. Diante desta indefinição, a escolha da alternativa fica a cargo do tomador de decisão, em função do seu grau de aversão ou propensão ao risco.

PORTO et alii⁽²⁵⁾ aplicaram este método visando selecionar tecnologias, sob condições de risco, para o arroz irrigado. Observaram que de 20 alternativas analisadas, o método apresentou um poder de discriminação de 55%, considerado muito baixo para o setor agrícola, onde os agricultores não estão dispostos a escolher uma alternativa dentro de um leque de opções muito grande.

Contudo, PORTER⁽²⁴⁾ afirma que o método média-variância tende a apresentar um maior poder de discriminação que as regras de dominância estocástica, já que é mais restritivo em suas hipóteses. Para um conjunto de 893 portfólios de ações da Bolsa de Chicago, PORTER selecionou 67 alternativas pela análise E.V enquanto, mesmo utilizando o terceiro grau de dominância estocástica, selecionou 146 alternativas.

Mesmo sendo o poder discriminatório da análise média-variância superior ao das regras de dominância estocástica, para a pesquisa agropecuária precisa-se de um método que considere o risco e apresente uma maior eficácia discriminatória na seleção de alternativas tecnológicas. Foi diante desta necessidade que PORTO et alii⁽²⁵⁾ utilizaram o método de Hannotch & Levy.

2.3.2 - O método de Hannotch & Levy

O método utilizado neste trabalho para incorporar riscos foi o sugerido por HANNOCH & LEVY que considera as seguintes hipóteses:

- a função de utilidade do tomador de decisão é quadrática;

- a função de distribuição de probabilidade dos retornos é simétrica.

Com a presença das hipóteses mencionadas, o critério de HANNOCH & LEVY torna-se um caso especial das regras de dominância estocástica^{2/}.

A representação da função de utilidade quadrática pode ser feita do seguinte modo:

$$U(X) = b_1X + b_2X^2$$

onde:

X = variável aleatória que representa a rentabilidade da alternativa;

$$U'(X) = b_1 + 2b_2X;$$

$$U''(X) = 2b_2 < 0 \text{ (aversão ao risco);}$$

$$U''(X) = 2b_2 > 0 \text{ (propensão ao risco).}$$

A aversão e a propensão ao risco estão representadas nas Figuras 2 e 3, respectivamente.

Nestas condições, dadas duas alternativas tecnológicas X_1 e X_2 , onde:

$$E(X_1) = \text{rentabilidade esperada da alternativa } X_1;$$

$$E(X_2) = \text{rentabilidade esperada da alternativa } X_2;$$

$$V(X_1) = \text{variância na rentabilidade da alternativa } X_1;$$

$$V(X_2) = \text{variância na rentabilidade da alternativa } X_2, \text{ o}$$

critério de simetria desenvolvida por HANNOCH & LEVY⁽¹⁴⁾ assegura o domínio de X_1 sobre X_2 , quando:

$$i - E(X_1) > E(X_2),$$

$V(X_1) < V(X_2)$ e a dominância de X_1 sobre X_2 fica automaticamente evidenciada pela regra de MARKOWITZ⁽¹⁸⁾.

^{2/}Para detalhes adicionais, ver HANNOCH & LEVY⁽¹⁴⁾.

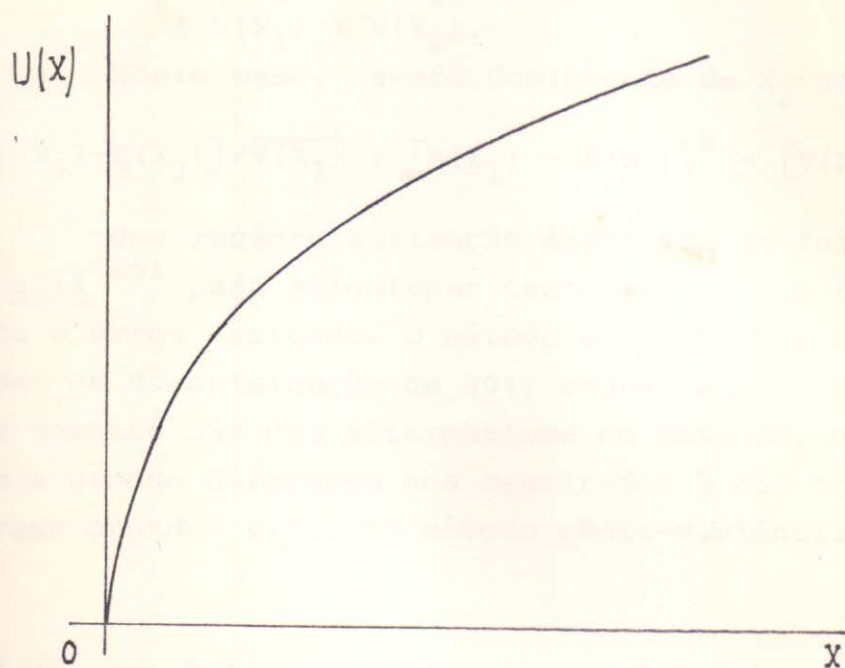


FIGURA 2 - Aversão ao risco.

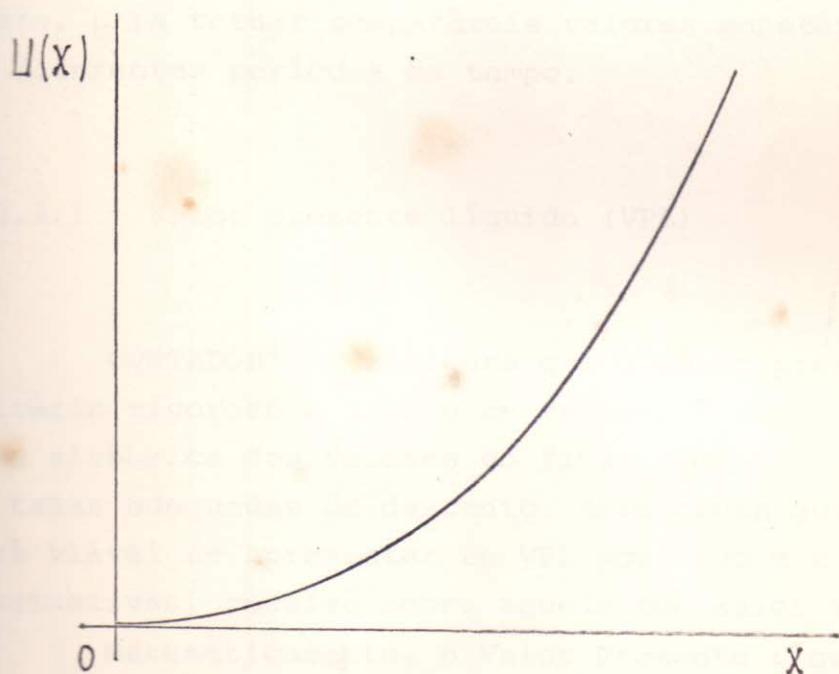


FIGURA 3 - Propensão ao risco.

$$\begin{aligned} \text{ii} - E(X_1) &> E(X_2) \\ V(X_1) &> V(X_2). \end{aligned}$$

Neste caso, haverá dominância de X_1 sobre X_2 se,

$$2[E(X_1) - E(X_2)]\sqrt{V(X_1)} + [E(X_1) - E(X_2)]^2 - [V(X_1) - V(X_2)] > 0$$

Uma recente aplicação deste método foi feita por PORTO et alii⁽²⁵⁾ para selecionar tecnologias, sob condição de risco, para o arroz irrigado. O método de HANNOCH & LEVY apresentou um poder de discriminação de 90%, enquanto o critério E.V descartou somente 55% das alternativas em análise. Os autores atribuíram a grande diferença nos resultados à não compensação entre margem bruta e risco no método média-variância.

2.3.3 - Critérios de avaliação econômica de investimentos

Serão exibidos, nesta parte do trabalho, os principais métodos de seleção e avaliação econômica de alternativas de investimentos. Os métodos a serem expostos utilizam taxas de desconto, para tornar comparáveis valores monetários que ocorrem em diferentes períodos de tempo.

2.3.3.1 - Valor presente líquido (VPL)

CONTADOR⁽⁰⁶⁾ assegura que o valor presente líquido é um critério rigoroso e isento de falhas. É determinado através da soma algébrica dos valores do fluxo líquido, atualizados à taxa ou taxas adequadas de desconto. Acrescenta que uma alternativa será viável se apresentar um VPL positivo e a escolha, entre alternativas, recairá sobre aquela com maior VPL positivo.

Matematicamente, o Valor Presente Líquido é expresso pela seguinte fórmula.

$$VPL = \sum_{t=0}^N \frac{L_t}{(1+\rho)^t} = \sum_{t=0}^N \frac{R_t - C_t}{(1+\rho)^t}$$

onde:

VPL = valor presente líquido;

L_t = valor do fluxo líquido definido como receita (R_t) menos o custo (C_t), a preços constantes do ano base, para $t = (0, 1, 2, 3, \dots, N)$;

ρ = taxa de desconto considerada.

Conforme HOFFMANN et alii⁽¹⁵⁾ a taxa de desconto empregada deve ser aquela que corresponda ao custo de oportunidade do capital, isto é, a taxa de juros máxima que poderia ser obtida investindo-se em outros empreendimentos.

Como esperado, NORONHA⁽²²⁾, derivando o VPL em relação a ρ , demonstrou que maiores taxas de desconto refletem menores valores presentes líquidos.

2.3.3.2 - Taxa interna de retorno (TIR)

NORONHA⁽²²⁾ define a taxa interna de retorno como o valor da taxa de desconto, que torna o valor presente líquido igual a zero, ou seja:

$$\sum_{t=0}^N \frac{L_t}{(1+\rho^*)^t} = \sum_{t=0}^N L_t (1+\rho^*)^{-t} = 0$$

onde:

L_t = valor do fluxo líquido tal como definido anteriormente;

ρ^* = taxa interna de retorno.

Afirma-se que uma alternativa é viável se a sua taxa interna de retorno é igual ou maior que o custo de oportunidade do capital. Portanto, quanto maior a TIR, melhor a viabilidade econômica da alternativa considerada.

2.3.3.3 - Razão benefício/custo (B/C)

Este critério consiste na relação entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos.

Uma alternativa tecnológica para ser viável, economicamente, deve apresentar uma relação B/C maior que a unidade; acrescente-se que quanto maior for esta relação, mais atraente é a alternativa tecnológica.

Matematicamente, a razão benefício/custo pode ser estimada pela fórmula

$$B/C = \frac{Ra}{Ca}$$

onde:

B/C = razão benefício custo;

Ra = valor presente das rendas a serem obtidas;

Ca = valor presente dos custos, incluindo os investimentos necessários.

2.3.4 - Taxa de retorno de Fisher (TRF)

A taxa de retorno de Fisher corresponde ao ponto de interseção de duas curvas de valor presente líquido (Figura 4). Identificado o ponto em que as curvas se interceptam, podem-se estabelecer os limites de taxas de desconto, para as quais uma alternativa de investimento é superior a outra.

Matematicamente, a taxa de retorno de Fisher pode ser estimada pela seguinte expressão:

$$\sum_{t=0}^N \frac{L_t^A - L_t^B}{(1+\rho^{**})^t} = \sum_{t=0}^N L_t^A - L_t^B (1+\rho^{**})^{-t} = 0$$

onde,

$L_t^A - L_t^B$ = valor do fluxo líquido da alternativa A menos o valor do fluxo líquido da alternativa B, para

$t = (0, 1, 2, 3, \dots, N)$;

ρ^{**} = taxa de retorno de Fisher.

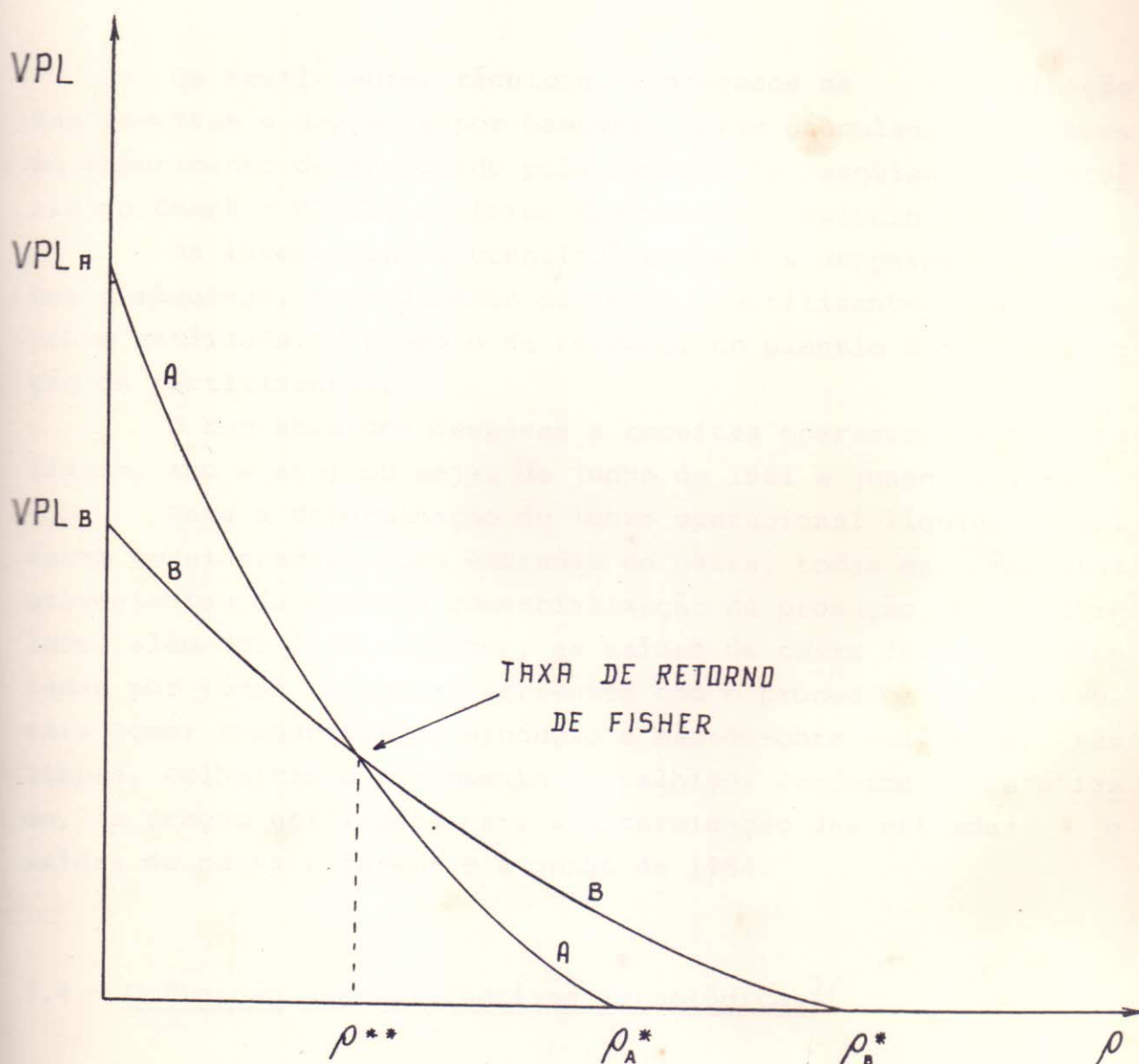


FIGURA 4 - Ilustração da taxa de retorno de Fisher.

2.3.5 - Critérios e dados utilizados na estimativa dos fluxos de caixa

Os coeficientes técnicos, empregados na determinação das receitas e despesas por hectare, foram calculados com base no experimento desenvolvido pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará - EPACE, conforme descrito no Capítulo 2.

Os investimentos constituíram-se das despesas referentes a máquinas, arrendamento de terra, fertilizantes e à mão-de-obra utilizada no preparo do terreno, no plantio e na aplicação de fertilizantes.

O registro das despesas e receitas operacionais foi realizado, ano a ano; ou seja, de junho de 1981 a junho de 1984.

Para a determinação do lucro operacional líquido anual foram consideradas, como entradas de caixa, todas as receitas provenientes da suposta comercialização da produção. Por outro lado, além dos investimentos, as saídas de caixa foram representadas por todos os gastos correntes com o processo produtivo, tais como: transporte da produção e mão-de-obra utilizada nas limpas, colheitas e tratamento do palhiço. Conforme já enfatizado, os preços utilizados para a determinação das entradas e saídas de caixa referem-se a junho de 1984.

2.4 - Definição das Alternativas Tecnológicas^{3/}

O desenho experimental proposto que, como se viu, testou 4 variedades e 4 níveis de adubação, apresentou as seguintes alternativas tecnológicas:

^{3/}Para detalhes, ver o item 2.2 do capítulo 2.

A - Variedade	CO 419	Tratamento	1	(0-0-0)
B - "	"	"	2	(40-45-30)
C - "	"	"	3	(80-90-60)
D - "	"	"	4	(120-135-90)
E - "	CB 45-3	"	1	(0-0-0)
F - "	"	"	2	(40-45-30)
G - "	"	"	3	(80-90-60)
H - "	"	"	4	(120-135-90)
I - "	CP 60-1	"	1	(0-0-0)
J - "	"	"	2	(40-45-30)
K - "	"	"	3	(80-90-60)
L - "	"	"	4	(120-135-90)
M - "	NA 56-79	"	1	(0-0-0)
N - "	"	"	2	(40-45-30)
O - "	"	"	3	(80-90-60)
P - "	"	"	4	(120-135-90)

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - Dominância das Alternativas Tecnológicas

Objetivando oferecer uma maior riqueza de detalhes sobre os resultados obtidos, indicar-se-á, inicialmente, para cada variedade, a tecnologia mais eficiente em condições de risco. Ainda na primeira parte deste capítulo, proceder-se-á uma análise conjunta de todas as tecnologias testadas, quando então, será selecionada a dominante.

3.1.1 - Tecnologia eficiente para a variedade CO 419

Através da aplicação do método proposto por HANNOCH & LEVY, foi possível identificar a alternativa tecnológica D como eficiente (Tabela 2), apresentando uma receita líquida média ao ano de Cr\$ 1.171.088,20 (Tabela 1). Como opção, a tecnologia B também apresentou-se como eficiente (Tabela 2), tendo uma receita líquida média ao ano de Cr\$ 1.244.363,20 (Tabela 1). Deste modo, para os agricultores da região que preferirem o emprego de reduzidas quantidades de fertilizantes, a tecnologia B, isto é, a variedade CO 419 com 50% da dosagem de adubos recomendada pelo sistema de extensão rural, seria uma opção tecnológica adequada.

3.1.2 - Tecnologia eficiente para a variedade CB 45-3

Os resultados obtidos para esta variedade apontaram a alternativa tecnológica E como a que proporciona, ao agricultor

TABELA 1 - Médias e desvio padrão das receitas líquidas das al
ternativas tecnológicas sob comparação.

Alternativas Tecnológica	Cr\$ de junho/1984)	
	Receita Líquida Média	Desvio Padrão
A	1.110.552,10	220.137,79
B	1.244.363,20	341.559,57
C	1.051.284,20	125.864,70
D	1.171.088,20	179.889,08
E	1.254.754,00	183.123,29
F	1.141.962,20	152.623,36
G	1.142.768,30	111.323,39
H	1.132.153,50	191.362,20
I	1.192.281,90	199.860,77
J	1.057.373,20	179.016,07
K	1.215.750,80	151.435,32
L	1.273.863,80	175.309,19
M	1.634.910,80	331.701,19
N	1.562.473,30	158.242,02
O	1.635.561,20	285.363,20
P	1.464.446,60	202.303,25

ONTE: APÊNDICE A.

NOTA 1 - O preço da tonelada de cana-de-açúcar a nível de fazen
da da região, referente a junho de 1984, foi de
Cr\$ 20.212,75, segundo a Empresa de Pesquisa Agropecuá
ria do Ceará - EPACE.

TABELA 2 - Dominância das alternativas tecnológicas comparadas, duas a duas, pelo método de HANNOCH & LEVY.

29 AT		Alternativas Tecnológicas (AT)																
		Variedade CO 419				Variedade CB 45-3				Variedade CP 60-1				Variedade NA 56-79				
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
19 AT	Variedade CO 419	-	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variedade CB 45-3	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
	Variedade CP 60-1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Variedade NA 56-79	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

FONTE: Tabela 1.

NOTA 2: A leitura deverá ser procedida no sentido horizontal, sendo que 0 revela a dominância da segunda alternativa sobre a primeira alternativa; 1 expressa dominância da primeira alternativa sobre a segunda; 2 significa dupla eficiência, isto é, a dominância de uma alternativa sobre a outra é inconclusiva.

tor, maior proteção contra o risco (Tabela 2), oferecendo uma receita líquida média ao ano de Cr\$ 1.254.754,00 (Tabela 1). Acrescente-se que a variedade CB 45-3, associada à tecnologia E, mostrou-se pouco exigente por solos férteis, constituindo-se em uma boa opção para os produtores resistentes ao uso de fertilizantes.

3.1.3 - Tecnologia eficiente para a variedade CP 60-1

Os resultados apresentados na Tabela 2 revelaram a alternativa tecnológica L como a de maior eficiência, apresentando uma receita líquida média ao ano de Cr\$ 1.273.863,40 (Tabela 1). Registre-se que esta tecnologia, para ser viável sob o ponto de vista renda-risco, necessitou de altos níveis de fertilizantes (150% da dosagem aconselhada pela extensão rural), peculiaridade que poderá dificultar, em muito, a sua adoção pelos pequenos produtores rurais da região.

3.1.4 - Tecnologia eficiente para a variedade NA 56-79

Com o emprego do método de HANNOCH & LEVY, identificaram-se as alternativas tecnológicas N e O como eficientes (Tabela 2), que proporcionam, respectivamente, uma receita líquida média ao ano de Cr\$ 1.562.473,30 e Cr\$ 1.635.521,00 (Tabela 1).

A tecnologia O revelou-se como uma excelente opção tecnológica, pois além de ser eficiente em termos de renda-risco, utiliza os níveis de fertilizantes aconselhadas pela extensão rural aos agricultores da região. Já a tecnologia N mostrou-se altamente adequada para os pequenos produtores, visto que emprega apenas 50% da dosagem recomendada pelos extensionistas rurais.

3.1.5 - Análise conjunta e seleção da variedade e respectiva tecnologia eficiente em condições de risco

Através da aplicação do método sugerido por HANNOCH & LEVY foi possível separar, para cada variedade, as tecnologias eficientes. Como eficientes, identificaram-se as seguintes alternativas tecnológicas: B e D (variedade CO 419), E (variedade CB 45-3), L (variedade CP 60-1) e N e O (variedade NA 56-79).

Ficou evidenciado, pelos resultados obtidos, que o método de HANNOCH & LEVY é adequado para pesquisas que consideram, em suas análises, um número reduzido de alternativas tecnológicas, visto que, na escolha de quatro tecnologias para cada variedade, obteve-se um poder de discriminação mínimo de 50%.

Ao considerarem-se todas as variedades com suas respectivas tecnologias, constatou-se uma acentuada superioridade da variedade NA 56-79 sobre as demais, principalmente quando se empregaram as alternativas tecnológicas N e O (Tabela 2). Ressalte-se que a tecnologia O, que representou os níveis de fertilizantes sugeridos pela extensão rural aos agricultores da região, revelou-se recomendável para a variedade NA 56-79; já para a variedade CO 419, que é a usualmente utilizada na região, os níveis de fertilizantes recomendados pelos extensionistas (tecnologia C) mostraram-se bastante inferiores em condições de risco.

Observando-se o desempenho da variedade CO 419, através da Tabela 2, verificou-se uma alarmante inferioridade desta variedade com suas eficientes tecnologias B e D dentro do conjunto analisado.

A variedade CB 45-3 com a tecnologia E, conforme Tabela 2, mostrou um razoável poder de competição, já que foi superada pelas tecnologias M, N, O, P e L. Entretanto, registre-se que a tecnologia E caracterizou-se por não requerer fertilizantes, o que poderá torná-la uma opção tecnológica atraente, para aqueles agricultores com alguma resistência ao uso deste insumo.

Avaliando-se a variedade CP 60-1, através da Tabela 2,

constatou-se um bom desempenho da alternativa tecnológica L, a qual foi apenas superada pelas tecnologias associada à variedade NA 56-79. Saliente-se que a tecnologia L, para se tornar competitiva sob a ótica de renda-risco, exigiu elevados níveis de fertilizantes, que poderá obstacular a sua adoção pelos agricultores da região com alguma resistência ao uso de insumos modernos.

Tendo-se selecionado, para cada variedade, as tecnologias mais eficientes e observado o desempenho destas, conjuntamente, chegou-se à seguinte ordem decrescente de eficiência, sob condições de risco:

- | | |
|-------------|------------------|
| 1ª NA 56-79 | [- Tecnologia O |
| | [- Tecnologia N |
| 2ª CP 60-1 | [- Tecnologia L |
| 3ª CB 45-3 | [- Tecnologia E |
| 4ª CO 419 | [- Tecnologia D |
| | [- Tecnologia B |

Para concluir esta etapa do estudo, é válido destacar que o método proposto por HANNOCH & LEVY reafirmou o seu alto poder discriminatório, visto que, das 16 alternativas tecnológicas consideradas, apenas O e N revelaram-se eficientes, obtendo-se, deste modo, um poder de discriminação de 87,5%.

3.2 - Avaliação Econômica das Alternativas Tecnológicas Dominantes

Já tendo sido selecionadas as tecnologias mais eficientes para cada variedade e identificado dentro do conjunto aquelas menos vulneráveis ao risco, procurar-se-á agora identificar, através de uma avaliação econômica, a tecnologia mais rentável. Decidiu-se, primeiramente, avaliar cada variedade com suas respectivas tecnologias selecionadas como dominantes, posteriormente, efetuou-se uma análise conjunta de todas as variedades e respectivas tecnologias menos arriscadas, de onde se es

colheu a de melhor viabilidade econômica para a região.

3.2.1 - Tecnologia economicamente viável para a variedade CO 419

Através da análise de risco, procedida anteriormente, selecionaram-se as alternativas tecnológicas B e D como as de maior eficiência.

Através da aplicação do critério do valor presente líquido, a diferentes taxas de desconto (Tabela 3), foi possível identificar a tecnologia B como a mais rentável.

Segundo SILVA & BISERRA⁽²⁶⁾, a rentabilidade oferecida pelas Cadernetas de Poupança e os Certificados de Depósitos Bancários (CDB), que historicamente têm sido de 6,0 e 12% a.a., respectivamente, pode ser utilizada como parâmetro representativo do custo de oportunidade do capital. Então, ao confrontarem-se as taxas internas de retorno obtidas para as tecnologias B e D, com a suposta taxa de desconto representativa do custo de oportunidade do capital, constatou-se que ambas as tecnologias são opções de elevada atratividade de investimento. Porém, a escolha entre B ou D recaiu sobre a primeira, devido apresentar taxa interna de retorno e valor presente líquido superiores à tecnologia D (Tabela 3).

O critério da razão benefício/custo reafirmou a superioridade da alternativa tecnológica B, visto que apresentou um maior retorno para cada unidade monetária gasta (Tabela 3).

3.2.2 - Tecnologia economicamente viável para a variedade CB 45-3

Com emprego do método de HANNOCH & LEVY, selecionou-se a alternativa tecnológica E como a única eficiente.

O valor presente líquido para taxas de desconto, variando no intervalo de zero a 101,3% a.a., foi positivo (Tabela 3), indicando que entre estas duas taxas de desconto o valor dos be

TABELA 3 - Valor presente líquido (VPL) para diferentes taxas de desconto, taxa interna de retorno (TIR) e razão benefício/custo (B/C), para as tecnologias dominantes.

Taxas de Descontos (ρ)	VPL (B)	VPL (D)	VPL (E)	VPL (L)	VPL (N)	VPL (O)
	Cr\$ de junho/1984					
0	2.823.543,70	2.603.718,70	2.854.716,00	2.912.045,50	3.777.874,50	3.997.137,50
6	2.425.140,20	2.192.268,30	2.433.580,40	2.465.196,20	3.251.530,40	3.442.047,30
12	2.088.810,70	1.845.939,40	2.081.181,40	2.090.006,10	2.811.599,90	2.977.088,10
15	1.939.790,40	1.692.866,30	1.926.042,10	1.924.412,70	2.618.080,70	2.772.248,50
30	1.339.347,00	1.078.461,70	1.307.989,40	1.261.652,50	1.848.135,00	1.955.201,00
45	908.770,56	640.431,66	872.827,22	791.361,50	1.307.064,60	1.378.846,60
60	586.890,03	314.525,34	552.767,59	442.938,06	909.690,50	954.277,88
75	338.212,00	63.710,91	309.056,31	175.826,66	607.443,03	630.514,88
90	140.905,00	-134.656,47	118.183,06	-34.692,22	370.921,47	376.756,19
105	-19.112,11	-295.108,00	-34.822,63	-204.432,25	181.440,30	173.112,16
120	-151.286,72	-427.348,66	-159.884,63	-343.924,16	26.633,11	6.528,84
135	-262.170,67	-538.082,44	-263.808,66	-460.421,84	-101.969,02	-131.991,58
TIR (ρ*)	103,04	79,46	101,30	87,29	122,89	120,65
B/C						
ρ= 6%a.a	1,717	1,599	1,776	1,696	1,975	1,969
ρ= 12%a.a	1,651	1,531	1,703	1,621	1,892	1,886

FONTE: APÊNDICE B.

nefícios monetários atualizados da tecnologia E é superior aos seus custos, também atualizados.

A razão benefício/custo na Tabela 3 revela altos retornos por unidade monetária gasta, na tecnologia E.

3.2.3 - Tecnologia economicamente viável para a variedade CP 60-1

Utilizando-se o método proposto, foi possível escolher a tecnologia L como a única superior em condições de risco.

Através do valor presente líquido, pode-se afirmar que esta alternativa tecnológica apresentou-se lucrativa no intervalo de taxas de desconto compreendido entre zero e 87.29% a.a. (Tabela 3).

A taxa interna de retorno obtida (Tabela 3) assegurou uma extrema superioridade, em rentabilidade, desta opção de investimento sobre a rentabilidade oferecida pelas Cadernetas de Poupança e Certificados de Depósitos Bancários (CDB).

O método da razão benefício/custo que invoca a idéia central de qualquer análise econômica, revelou altos retornos para as unidades monetárias desembolsadas na tecnologia L (Tabela 3).

3.2.4 - Tecnologia economicamente viável para a variedade NA 56-79

Para esta variedade separaram-se, como eficientes, as tecnologias N e O.

Com o emprego do valor presente líquido, taxa interna de retorno e razão benefício/custo constatou-se que nem sempre estes critérios de avaliação levam aos mesmos resultados. Observou-se tal fato na Tabela 3, onde os resultados apresentados pelo valor presente líquido ($\rho = 6\%$ a.a. e $\rho = 12\%$ a.a.) apontaram a alternativa tecnológica O como a mais rentável; já a taxa

interna de retorno e a razão benefício/custo indicaram a tecnologia N.

3.2.5 - Considerações sobre a taxa de retorno de Fisher (TRF)

A taxa de retorno de Fisher foi estimada visando superar as dificuldades apresentadas, tanto na identificação da tecnologia, economicamente viável para a variedade NA 56-79; como no ordenamento das alternativas tecnológicas dominantes, em função de sua viabilidade econômica para diferentes intervalos de taxas de desconto.

Com base nas Tabelas 3 e 4, pode-se afirmar que:

- a tecnologia B apresentou maior valor presente líquido que as tecnologias E e L para taxas superiores a 8,887% a.a. e 12,206% a.a., respectivamente. Por outro lado, as tecnologias E e L são mais lucrativas que a B, para taxas inferiores a 8,887% a.a. e 12,206 a.a., respectivamente. Saliente-se que as taxas de retorno de Fisher ($\rho^{**} = 8,887\%$ a.a. e $\rho^{**} = 12,206\%$ a.a.), conforme esperado, tornaram iguais os valores presentes líquidos da tecnologia B, com relação a E, e B com relação a L;

- para taxas de desconto iguais a 14,521% a.a., as tecnologias L e E apresentaram a mesma lucratividade; porém a L é superior a E, para taxas menores que 14,521% a.a.; enquanto que para taxas de desconto superiores à taxa de retorno de Fisher (14,521 a.a.) a E é mais rentável que a tecnologia L;

- as tecnologias N e O apresentaram o mesmo valor presente líquido para taxas iguais a 95,835% a.a. (TRF); entretanto, a O é superior a N para taxas de desconto inferiores à taxa de retorno de Fisher; já para taxas maiores, a tecnologia N é a mais rentável. Deste modo, pode-se assegurar que para a variedade NA 56-79 a tecnologia O é a mais recomendável, visto que é improvável uma taxa de rentabilidade, isenta de riscos, superior a 95,835% a.a.

TABELA 4 - Taxas de retorno de Fisher (TRF).

Taxa de Retorno de Fisher (ρ^{**})	VPL (E) ($\rho^{**} = 8,887$)	VPL (L) ($\rho^{**} = 12,206$)	VPL (L) ($\rho^{**} = 14,521$)	VPL (O) ($\rho^{**} = 95,835$)
VPL (B) ($\rho^{**} = 8,887$)	2.256.437,00			
VPL (B) ($\rho^{**} = 12,206$)		2.078.202,00		
VPL (E) ($\rho^{**} = 14,521$)			1.949.471,00	
VPL (N) ($\rho^{**} = 95,835$)				295.411,00

FONTE: APÊNDICE C.

3.2.6 - Análise conjunta e seleção da variedade e respectiva tecnologia economicamente viável

Visando oferecer uma exposição concisa sobre a viabilidade econômica das tecnologias menos vulneráveis ao risco, elas foram classificadas em ordem de preferência, dentro de intervalos de variação das taxas de desconto (Tabela 5). Para se adotar este procedimento foram imprescindíveis as estimações das taxas de retorno de Fisher e o valor presente líquido para diferentes taxas de desconto.

TABELA 5 - Ordenação das alternativas tecnológicas, segundo sua viabilidade econômica.

Intervalo (ρ)	Ordem de Preferência					
	I	II	III	IV	V	VI
0 - 8,887	O	N	L	E	B	D
8,887 - 12,206	O	N	L	B	E	D
12,206 - 14,521	O	N	B	L	E	D
14,521 - 95,835	O	N	B	E	L	D
95,835 - 135	N	O	B	E	L	D

FONTE: Tabelas 3 e 4.

Ao se examinar a Tabela 5, que ordena as tecnologias mais viáveis economicamente dentro de intervalos de taxas de desconto, ficou definitivamente evidenciada a inferioridade da variedade CO 419, padrão da região, dentro do conjunto analisado, já que a tecnologia D ocupou a última posição em todos os intervalos de taxas de desconto, já a tecnologia B só veio mostrar algum destaque nos intervalos de taxas de desconto acima do suposto custo de oportunidade do capital.



Através da ordenação das alternativas tecnológicas, segundo sua viabilidade econômica, nota-se uma superior rentabilidade da alternativa tecnológica O sobre as demais, exceto em relação a tecnologia N, para taxas superiores a 95,835% a.a.. Desse modo, é a tecnologia O a de melhor viabilidade econômica dentro conjunto analisado, pois dificilmente as oportunidades de investimento mais atrativas e de menor risco venham a oferecer uma taxa de rentabilidade superior a 95.835% a.a..

4 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Serão apresentadas neste capítulo, algumas conclusões e sugestões, que se constituíram nas observações mais relevantes deste trabalho.

4.1 - Conclusões

Os resultados obtidos permitiram alinhar as seguintes conclusões:

- O método proposto por HANNOCH & LEVY revelou-se extremamente apropriado para avaliar e selecionar tecnologias em condições de risco; tendo-se constatado nas análises procedidas uma excelente eficácia discriminatória, mesmo quando se consideraram poucas opções de escolha. O método mostrou-se de fácil aplicação, não requerendo a estimação de funções de utilidade para cada agricultor.

- Avaliando-se, através das informações experimentais e opiniões de peritos o desempenho agrônômico de cada variedade, no que concerne a produtividade e aos recursos físicos utilizados, foi possível identificar a NA 56-79 como a mais produtiva e a que requer menores quantidades de mão-de-obra nas suas operações de campo, tais como: plantio, replantio, limpas e colheitas.

Com a aplicação do método proposto por HANNOCH & LEVY, foi possível separar, para cada variedade, as tecnologias mais eficientes. Como eficientes, identificaram-se as seguintes alternativas tecnológicas: B e D para a variedade CO 419, E para a variedade CB 45-3, L para a variedade CP 60-1 e N e O para a variedade NA 56-79.

- Ao analisarem-se conjuntamente todas as variedades e respectivas tecnologias em termos de renda-risco, observou-se

uma acentuada superioridade da NA 56-79 sobre as demais, principalmente quando associada as tecnologias N e O. Por outro lado, o desempenho da variedade CO 419, que é a comumente utilizada na região, revelou uma baixa eficiência dentro do conjunto analisado, principalmente quando não se empregou fertilizantes, ou os utilizou de acordo com os níveis aconselhados pela extensão rural.

- Os resultados obtidos com a avaliação econômica reafirmaram a superioridade da variedade NA 56-79 com as tecnologias N e O sobre as demais, entretanto a escolha entre N ou O recaiu sobre a segunda, visto que foi mais rentável no intervalo representativo do custo de oportunidade do capital. Com a obtenção de altas taxas internas de retorno, para as tecnologias N e O, pode-se assegurar que são menores as possibilidades de retornos negativos para estas opções de investimento.

- Através da avaliação econômica ficou ainda mais evidenciada a inferioridade da variedade CO 419, padrão da região, dentro do conjunto analisado, visto que a tecnologia D foi superada por todas as outras opções de investimento, já a alternativa B só veio mostrar algum destaque quando consideraram-se taxas de desconto acima do suposto custo de oportunidade do capital.

4.2 - Sugestões

Fundamentando-se nos resultados e conclusões, foi possível listar as seguintes sugestões:

- Objetivando a incorporação de riscos nas pesquisas agrícolas, experimentos devem ser conduzidos durante vários anos para obter resultados que levem em conta variações de clima.

- Sugere-se, que as avaliações econômicas de dados experimentais levem em conta as possíveis perdas de rendimento, quando de sua transferência, para as condições de produção em escala comercial.

- Empregar o método proposto por HANNOCH & LEVY em pesquisas posteriores, já que se trata de um método bastante apropriado para estudar a agricultura em termos de renda-risco. Além disso, prescinde do conhecimento das funções de utilidade dos agricultores.

- Utilizar os critérios de avaliação econômica, ou seja: valor presente líquido, taxa interna de retorno, razão benefício/custo e taxa de retorno de Fisher; já que expressam claramente em seus resultados a viabilidade ou inviabilidade econômica de alternativas de investimento.

- Determinar, através de funções de resposta, tecnologias para cana-de-açúcar dentro do estágio racional de produção, inclusive o ponto de máxima eficiência econômica, objetivando verificar o desempenho destas sob a ótica de renda-risco, dentro do conjunto analisado.

- Realizar pesquisas tentando identificar a época ótima de plantio de cana-de-açúcar, em função dos seus rendimentos e da disponibilidade de mão-de-obra da região.

- Desenvolver pesquisas visando selecionar tecnologia eficiente em condições de risco, e que ofereça, tanto quanto possível, máxima satisfação ao produtor rural e máximo rendimento industrial.

- Pesquisas devem ser realizadas no sentido de quantificar os benefícios incrementais, para a região caririense, provenientes da possível introdução da variedade NA 56-79 com a tecnologia O.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. ALMEIDA, F.A. de & ALVES, S.M.M.M. Área, Produção, Rendimen
to e Valor da Produção das Dez Principais Culturas Agrí-
colas, por Estado. Brasília, EMBRAPA-DID, 1982. 60p.
02. ANDERSON, J.R. "Risk Efficiency in the Interpretation of
Agricultural Production Research". IN: Review of
Marketing and Agricultural Economics. New South Wales,
42 (3):131-84. September 1974.
03. ANDERSON, J.R.; DILLON, J.L. & HARDAKER, J.B. Agricultural
Decision Analysis - Ames. Iowa State University Press.,
1977. 344p.
04. BISERRA, J.V. Uncertainty and Decision Analysis an Large
Sharecropped Farms in Northeast Brasil. Dissertation
Presented in Partial Fulfillment of the requeriments
for the Graduate School of the Ohio State, University.
Ohio State University, 1980. 232p.
05. CEARÁ. Comissão Estadual de Planejamento Agrícola (CEPA) -
Projeto de Desenvolvimento Rural Integrado do Ceará.
Fortaleza, 1979, 2v.
06. CONTADOR, C.R. Avaliação Social de Projetos. São Paulo,
Atlas, 1981. 30lp.
07. DILLON, J.L. Agricultura, Pesquisa e Probabilidade.
Fortaleza, U.F.C., Centro de Ciências Agrárias 1976.
(Série Pesquisa nº 13). 25p.
08. DILLON, J.L. Avaliação de Tecnologia Alternativas Sob Risco.
Fortaleza, U.F.C., Centro de Ciências Agrárias, 1975
(Série Pesquisa nº 05). 22p.
09. DUARTE, P.A. Análise Econômica da Cultura Pura e Consorciada
do Feijoeiro Sob Condições de Risco. Fortaleza, U.F.C.,
Centro de Ciências Agrárias, 1975. 72p. (Tese M.S.).

10. EMBRATER/EMBRAPA. Sistema de Produção para Cana-de-Açúcar: Região do Cariri. Fortaleza, 1976. 32p.
11. FUNDAÇÃO IBGE. Produção Agrícola Municipal - 1982 - Culturas Temporárias e Permanentes. Rio de Janeiro, V. 6, t. 2, 1980.
12. GARCIA, J.C. & CRUZ, J.C. Seleção pela Dominância Estocástica, de Práticas Agrícolas Eficientes com Respeito ao Risco - Uma Aplicação para a Cultura de Milho. IN: Revista de Economia Rural, Brasília, 17(2): 131-142. 1979.
13. GITTINGER, J.P. Economic Analysis of Agricultural Projects. The Johns H. University Press. Baltimore 1974. 221p.
14. HANNOCH & LEVY, H. "Efficient Portfolio Selection with Quadratic and Cubic Utility. IN: Journal of Business. 43(2): 181-89, 1970.
15. HOFFMANN, R.; ENGLER, J.J. de C.; SERRANO, O.; THAME, A. C. de & NEVES, E.M. Administração da Empresa Agrícola. 2. Ed. São Paulo, Pioneira, 1978. 325p.
16. INCRA. Estatística Cadastrais - 1. Brasília, 1979. v. 1.
17. LANGONI, C.G. A Economia da Transformação, 2. Ed. Rio de Janeiro, J. Olímpio, 1979. 212p.
18. MARKOWITZ, H. "Portfolio Selection". IN: Journal of Finance, 7(1):77-91, March 1952.
19. MENEZES, A.H. Critérios de Decisão sob Condições de Risco sem o Conhecimento das Preferências dos Agricultores - Sertões dos Inhamuns e Salgado, CE. Fortaleza, U.F.C., Centro de Ciências Agrárias, 1980. 107p. (Tese MS).
20. MORENO, F. Avaliação de Riscos na Fertilização da Cana-Soca. Viçosa, U.F.V., 1974. 74p. (Tese de MS).
21. MOUTINHO, D.A. Escolha de Nova Tecnologia sob Condições de Risco. O Caso do Feijão-de-Corda em Quixadá. Fortaleza, U.F.C., Centro de Ciências Agrárias, 1977. 118p. (Tese de MS).

22. NORONHA, J.F. Projetos Agropecuários - Administração Financeira, Orçamentação e Avaliação Econômica. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. São Paulo, 1981. 274p.
23. PLANALSUCAR. Informes Econômicos e Estatísticos. Piracicaba. 1979. 27p.
24. PORTER, R.B. "An Empirical Comparison of Stochastic Dominance and Mean - Variance Portfolio Choice Criteria". IN: Journal of Financial and Quantitative Analysis. September, p. 587-608, 1973.
25. PORTO, V.H. da F.; CRUZ, E.R. da & INFELD, J.A. Metodologia para Incorporação de Risco em Modelos de Decisão Usados na Análise Comparativa entre Alternativa: O Caso da Cultura do Arroz Irrigado. IN: Revista de Economia Rural, Olinda, 20(2): 193-211, 1982.
26. SILVA, P.R. & BISERRA, J.V. O Crédito Rural como Instrumento de Viabilização de uma Unidade Típica de Produção no Semi-Árido. Apresentado no XXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia Rural (SOBER) - São Paulo S.P., 06/08/85.

A P Ê N D I C E S

APÊNDICE A

Custos das Alternativas Tecnológicas

Alternativa	Tecnologia	Valor	Custo	Benefício
Alternativa 1	H/D	54	3.000,00	100.000,00
Alternativa 2	H/D	80	3.000,00	200.000,00
Alternativa 3	H/D	91,02	3.000,00	300.000,00
Alternativa 4	H/D	111,77	3.000,00	400.000,00
Alternativa 5	H/D	130,31	3.000,00	500.000,00
Alternativa 6	H/D	139,38	3.000,00	600.000,00
Alternativa 7	CSA	122,875	200,00	100.000,00
Alternativa 8	CSA	150,900	200,00	200.000,00
Alternativa 9	CSA	139,422	200,00	300.000,00
Alternativa 10	CSA	149,825	200,00	400.000,00
Alternativa 11	CSA	122,875	1.000,00	200.000,00
Alternativa 12	CSA	150,900	1.000,00	300.000,00

TABELA A.1 - Custos da cultura da cana-de-açúcar (variedade CO 419). Município de Barbalha - Estado do Ceará, em Cr\$ de junho/1984.

Discriminação	Unidade	Quantidade	1º Ano (Cana-Planta) - lha	
			Valor Cr\$	
			Unitário	Total
<u>1. MÁQUINAS</u>				
1.1. Trator	h/tr	08	14.000,00	112.000,00
<u>2. MÃO-DE-OBRA</u>				
2.1. Preparo do terreno	H/D	05	3.000,00	15.000,00
2.2. Plantio e replantio	H/D	105	3.000,00	315.000,00
2.3. Adubação				
. tratamento 1	H/D	-	-	-
. tratamento 2	H/D	1,5	3.000,00	4.500,00
. tratamento 3	H/D	1,5	3.000,00	4.500,00
. tratamento 4	H/D	1,5	3.000,00	4.500,00
2.4. Limpas				
. tratamento 1	H/D	80	3.000,00	240.000,00
. tratamento 2	H/D	80	3.000,00	240.000,00
. tratamento 3	H/D	80	3.000,00	240.000,00
. tratamento 4	H/D	80	3.000,00	240.000,00
2.5. Colheita				
. tratamento 1	H/D	91,02	3.000,00	273.060,00
. tratamento 2	H/D	111,77	3.000,00	335.310,00
. tratamento 3	H/D	100,31	3.000,00	300.930,00
. tratamento 4	H/D	110,98	3.000,00	332.940,00
<u>3. TRANSPORTE</u>				
3.1. Dentro da fazenda				
. tratamento 1	ton	122,875	280,00	34.405,00
. tratamento 2	ton	150,900	280,00	42.252,00
. tratamento 3	ton	134,425	280,00	37.639,00
. tratamento 4	ton	149,825	280,00	41.951,00
3.2. Para a usina				
. tratamento 1	ton	122,875	1.860,83	228.649,49
. tratamento 2	ton	150,900	1.860,83	280.799,25

Continuação

2º Ano (Cana-Soca) - lha

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor Cr\$	
			Unitário	Total
. tratamento 3	ton	134,425	1.860,83	250.142,07
. tratamento 4	ton	149,825	1.860,83	278.798,85
4. INSUMOS				
4.1. Adubação				
. tratamento 2:				
sulfato de amônia	kg	200	280,00	56.000,00
superfosfato triplo	kg	100	540,00	54.000,00
cloreto de potássio	kg	50	450,00	22.500,00
. tratamento 3:				
sulfato de amônia	kg	400	280,00	112.000,00
superfosfato triplo	kg	200	540,00	108.000,00
cloreto de potássio	kg	100	450,00	45.000,00
. tratamento 4:				
sulfato de amônia	kg	600	280,00	168.000,00
superfosfato triplo	kg	300	540,00	162.000,00
cloreto de potássio	kg	150	450,00	67.500,00

Continuação

2º Ano (Cana-Soca) - lha

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor Cr\$	
			Unitário	Total
<u>1. MÃO-DE-OBRA</u>				
1.1. Limpas				
. tratamento 1	H/D	70	3.000,00	210.000,00
. tratamento 2	H/D	70	3.000,00	210.000,00
. tratamento 3	H/D	70	3.000,00	210.000,00
. tratamento 4	H/D	70	3.000,00	210.000,00
1.2. Colheita				
. tratamento 1	H/D	70,43	3.000,00	211.290,00
. tratamento 2	H/D	76,04	3.000,00	228.120,00
. tratamento 3	H/D	62,52	3.000,00	187.560,00
. tratamento 4	H/D	72,24	3.000,00	216.720,00
1.3. Tratamento palhiço	H/D	10	3.000,00	30.000,00
<u>2. TRANSPORTE</u>				
2.1. Dentro da fazenda				
. tratamento 1	ton	95,075	280,00	26.621,00
. tratamento 2	ton	102,650	280,00	28.742,00
. tratamento 3	ton	84,400	280,00	23.632,00
. tratamento 4	ton	97,525	280,00	27.307,00
2.2. Para a usina				
. tratamento 1	ton	95,075	1.860,83	176.918,41
. tratamento 2	ton	102,65	1.860,83	191.014,20
. tratamento 3	ton	84,40	1.860,83	157.054,05
. tratamento 4	ton	97,525	1.860,83	181.477,45

Continuação

Discriminação	Unidade	Quantidade	3º Ano (Ressoca) - lha	
			Valor Cr\$	
			Unitário	Total
1. MÃO-DE-OBRA				
1.1. Limpas				
. tratamento 1	H/D	70	3.000,00	210.000,00
. tratamento 2	H/D	70	3.000,00	210.000,00
. tratamento 3	H/D	70	3.000,00	210.000,00
. tratamento 4	H/D	70	3.000,00	210.000,00
1.2. Colheita				
. tratamento 1	H/D	48,56	3.000,00	145.600,00
. tratamento 2	H/D	47,36	3.000,00	142.080,00
. tratamento 3	H/D	52,31	3.000,00	156.930,00
. tratamento 4	H/D	54,06	3.000,00	162.180,00
1.3. Tratamento palhiço	H/D	10	3.000,00	30.000,00
2. TRANSPORTE				
2.1. Dentro da fazenda				
. tratamento 1	ton	65,562	280,00	18.357,36
. tratamento 2	ton	63,937	280,00	17.902,36
. tratamento 3	ton	70,617	280,00	19.772,76
. tratamento 4	ton	72,987	280,00	20.436,36
2.2. Para a usina				
. tratamento 1	ton	65,562	1.860,83	121.999,74
. tratamento 2	ton	63,987	1.860,83	118.975,89
. tratamento 3	ton	70,617	1.860,83	131.406,23
. tratamento 4	ton	72,987	1.860,83	135.816,40

FONTE: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará - EPACE.
 Companhia de Desenvolvimento Agropecuário do Ceará -
 CODAGRO.

TABELA A.2 - Custos da cultura da cana-de-açúcar (variedade CB 45-3). Município de Barbalha - Estado do Ceará, em Cr\$ de junho/1984.

Discriminação	Unidade	Quantidade	1º Ano (Cana-Planta) - lha	
			Valor Cr\$	
			Unitário	Total
<u>1. MÁQUINAS</u>				
1.1. Trator	h/tr	08	14.000,00	112.000,00
<u>2. MÃO-DE-OBRA</u>				
2.1. Preparo do terreno	H/D	05	3.000,00	15.000,00
2.2. Plantio e replantio	H/D	98	3.000,00	294.000,00
2.3. Adubação				
. tratamento 1	H/D	-	-	-
. tratamento 2	H/D	1,5	3.000,00	4.500,00
. tratamento 3	H/D	1,5	3.000,00	4.500,00
. tratamento 4	H/D	1,5	3.000,00	4.500,00
2.4. Limpas				
. tratamento 1	H/D	78	3.000,00	234.000,00
. tratamento 2	H/D	78	3.000,00	234.000,00
. tratamento 3	H/D	78	3.000,00	234.000,00
. tratamento 4	H/D	78	3.000,00	234.000,00
2.5. Colheita				
. tratamento 1	H/D	86,62	3.000,00	259.860,00
. tratamento 2	H/D	85,41	3.000,00	256.230,00
. tratamento 3	H/D	87,77	3.000,00	263.310,00
. tratamento 4	H/D	92,32	3.000,00	276.960,00
<u>3. TRANSPORTE</u>				
3.1. Dentro da fazenda				
. tratamento 1	ton	121,270	280,00	33.955,60
. tratamento 2	ton	119,575	280,00	33.481,00
. tratamento 3	ton	122,875	280,00	34.405,00
. tratamento 4	ton	129,250	280,00	36.190,00
3.2. Para a usina				
. tratamento 1	ton	121,270	1.860,83	225.662,85
. tratamento 2	ton	119,575	1.860,83	222.508,75

Continuação

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor Cr\$	
			Unitário	Total
. tratamento 3	ton	121,270	1.860,83	225.662,85
. tratamento 4	ton	129,25	1.860,83	240.512,28
4. INSUMOS				
4.1. Adubação				
. tratamento 2:				
sulfato de amônia	kg	200	280,00	56.000,00
superfosfato triplo	kg	100	540,00	54.000,00
cloreto de potássio	kg	50	450,00	22.500,00
. tratamento 3:				
sulfato de amônia	kg	400	280,00	112.000,00
superfosfato triplo	kg	200	540,00	108.000,00
cloreto de potássio	kg	100	450,00	45.000,00
. tratamento 3:				
sulfato de amônia	kg	600	280,00	168.000,00
superfosfato triplo	kg	300	540,00	162.000,00
cloreto de potássio	kg	150	450,00	67.500,00

Continuação

2º Ano (Cana-Soca) - lha

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor Cr\$	
			Unitário	Total
1. MÃO-DE-OBRA				
1.1. Limpas				
. tratamento 1	H/D	68	3.000,00	204.000,00
. tratamento 2	H/D	68	3.000,00	204.000,00
. tratamento 3	H/D	68	3.000,00	204.000,00
. tratamento 4	H/D	68	3.000,00	204.000,00
1.2. Colheita				
. tratamento 1	H/D	76,28	3.000,00	228.840,00
. tratamento 2	H/D	70,66	3.000,00	211.980,00
. tratamento 3	H/D	71,96	3.000,00	215.880,00
. tratamento 4	H/D	73,39	3.000,00	220.170,00
1.3. Tratamento palhiço	H/D	10	3.000,00	30.000,00
2. TRANSPORTE				
2.1. Dentro da fazenda				
. tratamento 1	ton	106,800	280,00	29.904,00
. tratamento 2	ton	98,925	280,00	27.699,00
. tratamento 3	ton	100,750	280,00	28.210,00
. tratamento 4	ton	102,750	280,00	28.770,00
2.2. Para a usina				
. tratamento 1	ton	106,80	1.860,83	198.736,64
. tratamento 2	ton	98,925	1.860,83	184.082,61
. tratamento 3	ton	100,75	1.860,83	187.478,62
. tratamento 4	ton	102,750	1.860,83	191.200,28

Continuação

Discriminação	Unidade	Quantidade	3º Ano (Pessoca) - lha	
			Valor Cr\$	
			Unitário	Total
1. MÃO-DE-OBRA				
1.1. Limpas				
. tratamento 1	H/D	68	3.000,00	204.000,00
. tratamento 2	H/D	68	3.000,00	204.000,00
. tratamento 3	H/D	68	3.000,00	204.000,00
. tratamento 4	H/D	68	3.000,00	204.000,00
1.2. Colheita				
. tratamento 1	H/D	56,24	3.000,00	168.720,00
. tratamento 2	H/D	54,05	3.000,00	162.120,00
. tratamento 3	H/D	56,43	3.000,00	169.020,00
. tratamento 4	H/D	54,97	3.000,00	164.910,00
1.3. Tratamento palhiço	H/D	10	3.000,00	30.000,00
2. TRANSPORTE				
2.1. Dentro da fazenda				
. tratamento 1	ton	78,742	280,00	22.047,00
. tratamento 2	ton	75,670	280,00	21.187,60
. tratamento 3	ton	79,000	280,00	22.120,00
. tratamento 4	ton	76,960	280,00	21.548,00
2.2. Para a usina				
. tratamento 1	ton	78,742	1.866,83	146.525,48
. tratamento 2	ton	75,67	1.860,83	140.809,01
. tratamento 3	ton	79,00	1.860,83	147.005,57
. tratamento 4	ton	76,960	1.860,83	143.209,48

FONTE: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará - EPACE.

Companhia de Desenvolvimento Agropecuário do Ceará -
CODAGRO.

TABELA A.3 - Custos da cultura da cana-de-açúcar (variedade CP 60-1). Município de Barbalha - Estado do Ceará, em Cr\$ de junho/1984.

Discriminação	Unidade	Quantidade	1º Ano (Cana-Planta) - lha	
			Valor Cr\$	
			Unitário	Total
1. MÁQUINAS				
1.1. Trator	h/tr	08	14.000,00	112.000,00
2. MÃO-DE-OBRA				
2.1. Preparo do terreno	H/D	05	3.000,00	15.000,00
2.2. Plantio e replantio	H/D	91	3.000,00	273.000,00
2.3. Acúbação				
. tratamento 1	H/D	-	-	-
. tratamento 2	H/D	1,5	3.000,00	4.500,00
. tratamento 3	H/D	1,5	3.000,00	4.500,00
. tratamento 4	H/D	1,5	3.000,00	4.500,00
2.4. Limpas				
. tratamento 1	H/D	72	3.000,00	216.000,00
. tratamento 2	H/D	72	3.000,00	216.000,00
. tratamento 3	H/D	72	3.000,00	216.000,00
. tratamento 4	H/D	72	3.000,00	216.000,00
2.5. Colheita				
. tratamento 1	H/D	86,86	3.000,00	260.580,00
. tratamento 2	H/D	83,45	3.000,00	250.350,00
. tratamento 3	H/D	95,36	3.000,00	286.080,00
. tratamento 4	H/D	101,28	3.000,00	303.840,00
3. TRANSPORTE				
3.1. Dentro da fazenda				
. tratamento 1	ton	125,950	280,00	35.266,00
. tratamento 2	ton	121,000	280,00	33.880,00
. tratamento 3	ton	138,275	280,00	38.717,00
. tratamento 4	ton	146,850	280,00	41.118,00
3.2. Para a usina				
. tratamento 1	ton	125,950	1.860,83	234.371,54
. tratamento 2	ton	121,000	1.860,83	225.160,43

Continuação

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor Cr\$	
			Unidade	Total
. tratamento 3	ton	138,275	1.860,83	257.306,27
. tratamento 4	ton	146,850	1.860,83	273.262,89
4. INSUMOS				
4.1. Adubação				
. tratamento 2:				
sulfato de amônia	kg	200	280,00	56.000,00
superfosfato triplo	kg	100	540,00	54.000,00
cloreto de potássio	kg	50	450,00	22.000,00
. tratamento 3:				
sulfato de amônia	kg	400	280,00	112.000,00
superfosfato triplo	kg	200	540,00	108.000,00
cloreto de potássio	kg	100	450,00	45.000,00
. tratamento 4:				
sulfato de amônia	kg	600	280,00	168.000,00
superfosfato triplo	kg	300	540,00	162.000,00
cloreto de potássio	kg	150	450,00	67.500,00

Continuação

2ª Anc. (Cana-Planta) - lha

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor Cr\$	
			Unitário	Total
1. MÃO-DE-OBRA				
1.1. Limpas				
. tratamento 1	H/D	62	3.000,00	186.000,00
. tratamento 2	H/D	62	3.000,00	186.000,00
. tratamento 3	H/D	62	3.000,00	186.000,00
. tratamento 4	H/D	62	3.000,00	186.000,00
1.2. Colheita				
. tratamento 1	H/D	49,21	3.000,00	147.630,00
. tratamento 2	H/D	44,03	3.000,00	132.090,00
. tratamento 3	H/D	52,48	3.000,00	157.440,00
. tratamento 4	H/D	53,96	3.000,00	161.880,00
1.3. Tratamento palhiço	H/D	10	3.000,00	30.000,00
2. TRANSPORTE				
2.1. Dentro da fazenda				
. tratamento 1	ton	71,350	280,00	19.978,00
. tratamento 2	ton	63,840	280,00	17.875,20
. tratamento 3	ton	76,090	280,00	21.305,20
. tratamento 4	ton	78,240	280,00	21.907,20
2.2. Para a usina				
. tratamento 1	ton	71,35	1.860,83	132.770,22
. tratamento 2	ton	63,84	1.860,83	118.795,39
. tratamento 3	ton	76,09	1.860,83	141.590,55
. tratamento 4	ton	78,24	1.860,83	145.591,34

FONTE: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará - EPACE.
 Companhia de Desenvolvimento Agropecuário do Ceará -
 CODAGRO.

Continuação

3º Ano (Pessoca) - lha

Valor Cr\$

				Unitário	Total
<u>1. MÃO-DE-OBRA</u>					
1.1. Limpas					
. tratamento 1	H/D	62	3.000,00	186.000,00	
. tratamento 2	H/D	62	3.000,00	186.000,00	
. tratamento 3	H/D	62	3.000,00	186.000,00	
. tratamento 4	H/D	62	3.000,00	186.000,00	
1.2. Colheita					
. tratamento 1	H/D	64,02	3.000,00	192.060,00	
. tratamento 2	H/D	60,28	3.000,00	180.840,00	
. tratamento 3	H/D	66,12	3.000,00	198.360,00	
. tratamento 4	H/D	71,95	3.000,00	215.850,00	
1.3. Tratamento palhiço	H/D	10	3.000,00	30.000,00	
<u>2. TRANSPORTE</u>					
2.1. Dentro da fazenda					
. tratamento 1	ton	92,825	280,00	25.991,00	
. tratamento 2	ton	87,400	280,00	24.472,00	
. tratamento 3	ton	95,875	280,00	26.845,00	
. tratamento 4	ton	104,325	280,00	29.211,00	
2.3. Para a usina					
. tratamento 1	ton	92,825	1.860,83	172.731,54	
. tratamento 2	ton	87,40	1.860,83	162.636,54	
. tratamento 3	ton	95,875	1.860,83	178.407,08	
. tratamento 4	ton	104,325	1.860,83	194.131,09	

TABELA A.4 - Custos da cultura da cana-de-açúcar (variedade NA 56-79). Município de Barbalha - Estado do Ceará, em Cr\$ de junho/1984.

Discriminação	Unidade	Quantidade	1º Ano (Cana-Planta) - lha	
			Valor Cr\$	
			Unitário	Total
1. MÁQUINAS				
1.1. Trator	h/tr	08	14.000,00	112.000,00
2. MÃO-DE-OBRA				
2.1. Preparo do terreno	H/D	05	3.000,00	15.000,00
2.2. Plantio	H/D	84	3.000,00	252.000,00
2.3. Adubação				
. tratamento 1	H/D	-	-	-
. tratamento 2	H/D	1,5	3.000,00	4.500,00
. tratamento 3	H/D	1,5	3.000,00	4.500,00
. tratamento 4	H/D	1,5	3.000,00	4.500,00
2.4. Limpas				
. tratamento 1	H/D	70	3.000,00	210.000,00
. tratamento 2	H/D	70	3.000,00	210.000,00
. tratamento 3	H/D	70	3.000,00	210.000,00
. tratamento 4	H/D	70	3.000,00	210.000,00
2.5. Colheita				
. tratamento 1	H/D	105,2	3.000,00	315.600,00
. tratamento 2	H/D	97,2	3.000,00	291.600,00
. tratamento 3	H/D	102,8	3.000,00	308.400,00
. tratamento 4	H/D	102,05	3.000,00	306.150,00
3. TRANSPORTE				
3.1. Dentro da fazenda				
. tratamento 1	ton	156,300	280,00	43.764,00
. tratamento 2	ton	145,800	280,00	40.824,00
. tratamento 3	ton	154,250	280,00	43.190,00
. tratamento 4	ton	153,075	280,00	42.861,00
3.2. Para a usina				
. tratamento 1	ton	156,300	1.860,83	290.847,73
. tratamento 2	ton	145,800	1.860,83	271.309,00

Continuação

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor Cr\$	
			Unitário	Total
. tratamento 3	ton	154,250	1.860,83	287.033,03
. tratamento 4	ton	153,075	1.860,83	284.846,85
4. INSUMOS				
4.1. Adubação				
. tratamento 2:				
sulfato de amônia	kg	200	280,00	56.000,00
superfosfato triplo	kg	100	540,00	54.000,00
cloreto de potássio	kg	50	450,00	22.500,00
. tratamento 3:				
sulfato de amônia	kg	400	280,00	112.000,00
superfosfato triplo	kg	200	540,00	108.000,00
cloreto de potássio	kg	100	450,00	45.000,00
. tratamento 4:				
sulfato de amônia	kg	600	280,00	168.000,00
superfosfato triplo	kg	300	540,00	162.000,00
cloreto de potássio	kg	150	450,00	67.500,00

Continuação

2º Ano (Cana-Soca) - lha

Valor Cr\$

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor Cr\$	
			Unitário	Total
1. MÃO-DE-OBRA				
1.1. Limpas				
. tratamento 1	H/D	60	3.000,00	180.000,00
. tratamento 2	H/D	60	3.000,00	180.000,00
. tratamento 3	H/D	60	3.000,00	180.000,00
. tratamento 4	H/D	60	3.000,00	180.000,00
1.2. Colheita				
. tratamento 1	H/D	86,00	3.000,00	258.000,00
. tratamento 2	H/D	80,18	3.000,00	240.540,00
. tratamento 3	H/D	91,35	3.000,00	274.050,00
. tratamento 4	H/D	79,63	3.000,00	238.890,00
1.3. Tratamento palhiço	H/D	10	3.000,00	30.000,00
2. TRANSPORTE				
2.1. Dentro da fazenda				
. tratamento 1	ton	126,325	280,00	35.371,00
. tratamento 2	ton	120,270	280,00	33.675,60
. tratamento 3	ton	137,025	280,00	38.367,00
. tratamento 4	ton	119,450	280,00	33.446,00
2.2. Para a usina				
. tratamento 1	ton	126,325	1.860,83	235.069,35
. tratamento 2	ton	120,270	1.860,83	223.802,02
. tratamento 3	ton	137,025	1.860,83	254.980,23
. tratamento 4	ton	119,450	1.860,83	222.276,14

Continuação

3º Ano (Ressoca) - lha

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor Cr\$	
			Unitário	Total
1. MÃO-DE-OBRA				
1.1. Limpas				
. tratamento 1	H/D	60	3.000,00	180.000,00
. tratamento 2	H/D	60	3.000,00	180.000,00
. tratamento 3	H/D	60	3.000,00	180.000,00
. tratamento 4	H/D	60	3.000,00	180.000,00
1.2. Colheita				
. tratamento 1	H/D	60,90	3.000,00	182.700,00
. tratamento 2	H/D	64,59	3.000,00	193.770,00
. tratamento 3	H/D	62,37	3.000,00	187.110,00
. tratamento 4	H/D	59,08	3.000,00	177.240,00
1.2. Tratamento palhico	H/D	10	3.000,00	30.000,00
2. TRANSPORTE				
2.1. Dentro da fazenda				
. tratamento 1	ton	86,347	280,00	24.177,16
. tratamento 2	ton	96,887	280,00	27.128,36
. tratamento 3	ton	93,562	280,00	26.197,36
. tratamento 4	ton	88,622	280,00	24.814,16
2.2. Para a usina				
. tratamento 1	ton	86,347	1.860,83	160.677,04
. tratamento 2	ton	96,887	1.860,83	180.290,24
. tratamento 3	ton	93,562	1.860,83	174.102,98
. tratamento 4	ton	88.622	1.860,83	164.910,48

FONTE: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará - EPACE.
 Companhia de Desenvolvimento Agropecuário do Ceará -
 CODAGRO.

APÊNDICE B

Valores dos Fluxos Líquidos das Alternativas Tecnológicas Dominantes.

Alternativa	Valores	
	Crédito da Juro	Custo
1	1.196.546,00	-
2	898.390,00	1.281.215,40
3	687.872,27	1.311.215,40
4	-	1.415.268,00

Na determinação dos fluxos líquidos, considerou-se o preço de arrendamento de um hectare da região, referente a junho de 1984, no valor de Cr\$ 303.182,00 ao ano; conforme estimativa da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará - EPACE. Outros indicadores considerados podem ser encontrados no item 3.2.5 do capítulo 3.

TABELA B.1 - Valores dos fluxos líquidos - variedade CO 419 (tecnologia B)

Ano	Valores (Cr\$ de junho/1984)			Fluxo Líquido ($\rho = 0\%$ a.a.)
	Investimento	Custo	Receita	
0	1.488.546,00	-	-	(1.488.546,00)
1	-	898.361,25	3.050.104,00	2.151.742,80
2	-	687.876,20	2.074.838,80	1.386.962,60
3	-	518.958,25	1.292.342,60	773.384,34

FONTE: APÊNDICE A.

TABELA B.2 - Valores dos fluxos líquidos - variedade CO 419 (tecnologia D)

Ano	Valores (Cr\$ de junho/1984)			Fluxo Líquido ($\rho = 0\%$ a.a.)
	Investimento	Custo	Receita	
0	1.753.546,00	-	-	(1.753.546,00)
1	-	893.689,85	3.028.375,00	2.134.685,40
2	-	665.504,45	1.971.248,40	1.305.744,00
3	-	558.432,76	1.475.268,00	916.835,24

FONTE: APÊNDICE A.

TABELA B.3 - Valores dos fluxos líquidos - variedade CB 45-3
(tecnologia E).

Ano	Valores (Cr\$ de junho/1984)			Fluxo Líquido ($\rho = 0\%$ a.a.)
	Investimento	Custo	Receita	
0	1.330.546,00	-	-	(1.330.546,00)
1	-	753.478,45	2.451.200,20	1.697.721,70
2	-	691.480,64	2.158.721,70	1.467.241,10
3	-	571.293,24	1.591.592,40	1.020.299,10

FONTE: APÊNDICE A.

TABELA B.4 - Valores dos fluxos líquidos - variedade CP 60-1
(tecnologia L).

Ano	Valores (Cr\$. de junho/1984)			Fluxo Líquido ($\rho = 0\%$ a.a.)
	Investimento	Custo	Receita	
0	1.711.546,00	-	-	(1.711.546,00)
1	-	834.220,89	2.968.242,30	2.134.021,40
2	-	655.192,09	2.108.695,10	1.453.503,10
3	-	545.378,54	1.581.445,60	1.036.067,10

FONTE: APÊNDICE A.

TABELA B.5 - Valores dos fluxos líquidos - variedade NA 56-79
(tecnologia N).

Ano	Valores (Cr\$ de junho/1984)			Fluxo Líquido ($\rho = 0\%$ a.a.)
	Investimento	Custo	Receita	
0	1.425.546,00	-	-	(1.425.546,00)
1	-	813.733,00	2.947.019,00	2.133.286,00
2	-	708.017,62	2.430.987,40	1.722.969,80
3	-	611.188,60	1.958.352,70	1.347.164,10

FONTE: APÊNDICE A.

TABELA B.6 - Valores dos fluxos líquidos - variedade NA 56-79
(tecnologia O).

Ano	Valores (Cr\$ de junho/1984)			Fluxo Líquido ($\rho = 0\%$ a.a.)
	Investimento	Custo	Receita	
0	1.558.046,00	-	-	(1.558.046,00)
1	-	848.623,03	3.117.816,70	2.269.193,70
2	-	777.397,23	2.769.652,16	1.990.254,80
3	-	597.410,34	1.891.145,30	1.293.735,00

FONTE: APÊNDICE A.

APÊNDICE C

Fluxos Líquidos Diferenciais de Alternativas
Tecnológicas Dominantes.

Estes fluxos foram utilizados na estimativa da taxa de retorno de Fisher (item 3.2.5 do capítulo 3).

TABELA C.1 - Fluxos líquidos diferenciais entre alternativas tecnológicas.

ANO	Fluxo Liq(E) Fluxo Liq(B)	Fluxo Liq(L) Fluxo Liq(B)	Fluxo Liq(L) Fluxo Liq(E)	Fluxo Liq(O) Fluxo Liq(N)
0	158.000,00	-223.000,00	-381.000,00	-132.500,00
1	-454.021,00	-17.721,40	436.299,76	135.907,70
2	80.278,50	66.540,50	-13.738,00	269.285,00
3	246.914,76	262.682,76	15.768,00	-53.429,10

FONTE: APÊNDICE B.

