

# ANÁLISE DO CUSTO DE DECISÃO ERRADA: O CASO DO MILHO NO ESTADO DE SÃO PAULO

MANOEL FIGUEIREDO FILHO

Orientador: JOSÉ FERREIRA DE NORONHA

Dissertação apresentada à Escola Superior de  
Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade  
de São Paulo, para obtenção do título de  
Mestre em Ciências Sociais Rurais.

PIRACICABA  
Estado de São Paulo  
Novembro 1976

*À Guiomar e Eliane*

À primeira pela concepção;  
à segunda pela constante  
transformação.

## AGRADECIMENTOS

Somos gratos ao Professor José Ferreira de Noronha pela segura orientação dada na realização deste trabalho.

Somos igualmente gratos ao Corpo Docente dos Departamentos de Economia e de Matemática e Estatística da ESALQ pela soma de conhecimentos transmitidos.

Aos Professores Joaquim José de Camargo Engler e José Molina Filho, agradecemos pela oportunidade dada para frequentar o Curso.

Ao Professor Humberto de Campos pela compreensão e amizade demonstradas em todo sentido, agradecemos profundamente.

Ao Professor Evaristo Marzabal Neves pela valiosa colaboração.

Externamos nossos agradecimentos à CAPES e Secretaria da Agricultura do Estado de Goiás pela ajuda financeira prestada durante o Curso.

À Comissão de Financiamento da Produção pela possibilidade de execução deste trabalho, agradecemos.

À EMBRAPA-ESALQ pelo apoio através do Projeto Milho.

Queremos deixar claro que as instituições e pessoas aqui mencionadas nada tem a ver com os possíveis erros cometidos neste trabalho.

## I N D I C E

	Página
1. RESUMO .....	01
2. INTRODUÇÃO .....	03
2.1. Importância do problema .....	03
2.2. Objetivos do estudo .....	06
2.2.1. Geral .....	06
2.2.2. Específico .....	06
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	07
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	13
4.1. Material .....	13
4.2. Métodos .....	16
4.2.1. Modelo conceptual .....	16
4.2.2. Modelo matemático .....	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	24
5.1. Escolha do modelo .....	24
5.2. Resultados econômicos .....	28
5.2.1. Máxima eficiência econômica .....	32
5.2.1.1. Níveis ótimos dos fatores $x_1$ , $x_2$ , e $x_3$ aos preços médios e mínimos oficiais do milho .....	34
5.2.1.2. Níveis ótimos dos fatores $x_1$ , $x_2$ e $x_3$ ao preço máximo do milho .....	38
5.2.2. Retorno líquido marginal .....	39
5.2.3. Taxa marginal de retorno .....	41

5.3. Análise do custo de decisão errada .....	43
5.4. Considerações finais .....	44
6. CONCLUSÕES .....	48
7. SUMMARY .....	50
8. LITERATURA CITADA .....	52
9. APÊNDICE .....	55
APÊNDICE 1 .....	56
APÊNDICE 2 .....	58
APÊNDICE 3 .....	60
APÊNDICE 4 .....	62
APÊNDICE 5 .....	75
APÊNDICE 6 .....	88
APÊNDICE 7 .....	90

## 1. RESUMO

O presente trabalho é um estudo que envolve relações entre os insumos nitrogênio ( $x_1$ ), fósforo ( $x_2$ ) e potássio ( $x_3$ ) e o produto milho, na região de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo. Usando várias combinações de quantidades de insumos, face à incerteza do preço do milho, obtem-se quantidades de diferentes do produto, envolvendo uma estratêgia para reduzir as perdas em termos de renda quando se toma decisões que não a ótima quanto ao uso de insumos.

Teve-se como objetivo analisar, sob o ponto de vista econômico, os efeitos de oscilações no preço do milho sobre a receita líquida dos agricultores.

O material utilizado foi o mesmo estudado por CAMPOS(1967), VIEIRA (1970) e CAMPOS et alii (1973), que fizeram análises estatísticas, matemáticas e econômicas dos mesmos. As análises foram feitas utilizando-se funções de produção com três insumos (nutrientes NPK).

O custo de decisão errada foi definido como sendo a diferença entre a receita líquida obtida a partir do uso de quantidades de insumos não ótimas em relação à receita líquida correspondente a quantidades de insumos consideradas ótimas (HAVLICEK e SEAGRAVES, 1962).

O modelo selecionado foi o quadrático apresentado por CAMPOS (1967).

Sob o ponto de vista econômico abordou-se dois aspectos. Primeiro, procedeu-se a análise dos resultados determinando-se as quantidades ótimas do nitrogênio, fósforo e potássio, aos diferentes níveis de preços dos insumos e do milho. Dentre um grupo de 50 ensaios foi escolhido para análise um sub-grupo de 11, referente ao ano agrícola de 1959/1960, a níveis fixados de fósforo, por ter dado níveis ótimos compatíveis com as quantidades de insumos usadas pelo experimentador. Segundo, procedeu-se a análise da função de renda líquida para determinar a estratégia a ser usada face à incerteza acerca do preço do milho, para reduzir o custo de decisão errada quanto se usa quantidades de insumos diferentes da ótima.

As variações verificadas nos preços do milho nos diferentes anos agrícolas, foram bastante amplas e ainda assim as doses recomendadas de fertilizantes foram pequenas, denotando um patamar onde a receita líquida é pouco sensível a estas variações. A estratégia a ser indicada é usar o mínimo possível de insumos dentro desta faixa.

Sendo os CDE encontrados relativamente insignificantes, nas condições estudadas, os produtores de milho não terão razão para despendere quantias significativas para obter informação mais acurada a respeito do preço do milho.

## 2. INTRODUÇÃO

### 2.1. Importância do problema

A cultura do milho se distribui por todo território nacional, plantada isoladamente ou em consorciação, alcançando, no período 1971/1975 — Brasil — um volume médio anual de aproximadamente 15,3 milhões de toneladas.

Para o Estado de São Paulo, a produção média anual para o período considerado foi de 2,4 milhões de toneladas. A previsão da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - FIBGE - para 1976, gira em torno de 2,7 milhões de toneladas, atestando a importância deste produto para a agricultura paulista.

Contemplando a Tabela 1, ve-se que a área colhida de milho, para o Estado de São Paulo, no período de 1971/1975, mostrou-se de crescente, enquanto a produção, em igual período, cresceu, sugerindo um

aumento de produtividade. Sabe-se que diversos fatores estão envolvidos neste incremento, e que dentre eles figuram os nutrientes químicos, que devem ter tido participação relevante.

Tabela 1 - Área colhida e produção total de milho, no Estado de São Paulo, período 1971/1976.

A N O S	ÁREA (ha)	PRODUÇÃO (t)	PRODUTIVIDADE (kg/ha)
1971	1.366.678	2.176.592	1593
1972	1.333.441	2.635.075	1976
1973	1.302.115	2.630.048	2020
1974	1.290.000	2.628.000	2037
1975	1.106.000	2.100.000	1899
1976	1.344.000 (a)	2.688.000 (a)	2000

(a) Estimativa

FONTE: FIBGE/CFP

O problema maior aparece na tomada de decisão do uso racional destes nutrientes. Segundo SCHUH e TOLLINI (1972), "à medida que fertilizante se torna cada vez mais importante como insumo ao nível da fazenda, seu uso de maneira economicamente racional também se torna mais importante. Os agricultores poderão incorrer em perdas grandes se não fizerem decisões corretas sobre quando e que tipo de fertilizante usar.

Essas perdas podem se originar do uso excessivo de fertilizante bem como do seu pouco uso, ou de usar fertilizante em uma cultura que não responda a esse tipo de tratamento".

O uso de fertilizantes em doses economicas ótimas pode aumentar a produtividade agrícola gerando maiores receitas líquidas, mas seu uso inadequado provocará acréscimos maiores aos custos que às receitas. A determinação destes custos pode ser feita através da função de produção, partindo de dados experimentais.

O fato de se conhecer a superfície de resposta permite calcular as receitas líquidas ao nível de combinação ótima dos insumos. A diferença entre as receitas líquidas calculadas aos diversos níveis de uso dos insumos e a receita líquida máxima é que nos indicará a magnitude do custo de se tomar decisão que não seja a ótima dada pela função de produção. O "erro", na alocação dos recursos, provocado pela incerteza em relação aos preços do produto é o "custo de decisão errada".

Este custo será menor quando o produtor estiver usando as quantidades de insumos próximas dos níveis ótimos e vice-versa. Se se verificar que as diferenças entre as receitas líquidas não são significantes, será indiferente usar menores ou maiores quantidades de insumos, dentro dos limites de "maximização" da receita líquida.

Desta maneira o custo de se tomar uma decisão "errada" representa o montante, em termos monetários, que o agricultor incorre por não ter informações mais acuradas a respeito dos preços do produto e dos insumos.

As inferências oriundas deste tipo de estudo, ou seja, usando

dados experimentais, poderão ser relevantes se espelharem as condições práticas dos agricultores, isto é, devem ser ajustadas à realidade, uma vez que os mesmos são obtidos sob condições e controlados mais de perto pelo experimentador.

## 2.2. Objetivos do estudo

### 2.2.1. Geral

Analisar, do ponto de vista econômico, os efeitos de oscilações no preço do milho sobre a receita líquida dos agricultores.

### 2.2.2. Específico

1) Determinar o custo de decisão "errada", quanto ao uso de fertilizantes, face às incertezas de preço do milho.

2) Estimar: produto físico total, médio e marginal; ótimo econômico para várias relações de preços fator/produto; elasticidades de produção para o intervalo do experimento; retornos líquidos marginais e taxas marginais de retorno.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

Apresentar-se-ã nesta parte do texto, alguns estudos que analisaram funções resposta. Não é intenção desse estudo esgotar toda literatura a respeito, mas, somente, apresentar alguns trabalhos relacionados ao presente estudo.

CAMPOS (1967) usou o modelo quadrático em dados provenientes de 50 ensaios fatoriais  $3 \times 3 \times 3$  de adubação N, P, K em milho, fornecidos pelo Dr. Hermano Vaz de Arruda, Chefe da Seção de Estatística do Instituto Biológico, instalados na Região de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo, nos anos agrícolas de 1957/1958, 1958/1959, 1959/1960 e 1960/1961, para fazer uma comparação entre o delineamento rotativo de BOX e o fatorial, chegando à conclusão que o fatorial não é menos preciso, como anteriormente fora dito por COCHRAN e COX(1957). Fez aplicação do método a estes dados procurando dar maior ênfase à determinação da dose econômica. Dos 50 ensaios individuais, apenas sete deram, de fato, uma dose

econômica aconselhável de nutrientes, aparecendo nos demais, um caso de mínimo e 42 de ponto de sela (é um ponto de uma superfície que corresponde, simultaneamente, a um ponto de mínimo e de máximo, conforme a direção considerada). Quando aos ensaios foram grupados, houve um aparecimento maior de pontos de máximo. Isso levou-o a concluir que a aplicação de regressão polinomial a um único ensaio não é aconselhável, a não ser em casos excepcionais.

Outra conclusão obtida pelo autor foi de que os parâmetros da equação da superfície de resposta, tanto nos ensaios isolados como em grupos de ensaios, possuem intervalos de confiança bastante amplos, traduzindo, conseqüentemente, uma grande imprecisão nas estimativas dos rendimentos.

CAMPOS et alii (1973) usando os mesmos dados de CAMPOS (1967), chegaram aos seguintes resultados:

1) uma política de preços mínimos eficiente expandirá o mercado de fertilizantes, dado haver certa independência entre os mercados de produto e de fatores modernos numa economia em desenvolvimento. Mas, só poderia ser colocado numa perspectiva mais ampla de aumentos substanciais na produção e produtividade da cultura de milho se os preços dos nutrientes também fossem levados em conta nas decisões políticas.

2) as oscilações verificadas nos preços pagos e recebidos pelos produtores de milho retardam suas decisões, em usar mais ou usar menos adubos químicos.

CARVALHO (1963), usou modelos quadráticos e Cobb-Douglas inserindo neles variáveis simuladas para analisar, economicamente, experimen

tos de alimentação de suínos. Foi selecionado o modelo potencial Cobb-Douglas, mas ainda nestas circunstâncias o comportamento do melaço como substituto parcial do milho, permaneceu no estágio irracional de produção. Não sendo possível a aplicação deste modelo, o autor optou pela análise tabular a fim de se verificar qual o tratamento (ração), em cada fase, dadas as relações de preços observadas, que apresentou melhores resultados econômicos.

HEADY e DILLON (1969), estudaram e estabeleceram funções de produção para uso de fertilizantes em milho e alfafa. Apresentaram uma discussão pormenorizada a respeito da adequação econômica e estatística das funções de produção, bem como o tipo de função a ser usada.

LANZER (1970), estudando um grupo de experimentos de fertilização e colagem em solos argilosos em cultura do trigo, através do emprego de funções de produção, na região do Planalto Médio e Alto Uruguai, utilizou os modelos: Cobb-Douglas, polinomial quadrático, potência  $3/2$  e raiz quadrada. A equação de regressão selecionada, ao final da análise estatística, foi o submodelo polinomial quadrático.

LESSINGER (1972), usou os modelos de regressão linear múltipla, diversos modelos quadráticos (20 submodelos) e potência  $3/2$  (2 submodelos). O modelo quadrático foi o usado por oferecer boas respostas ao uso de fertilizantes.

MENDES (1974), também utilizou modelos quadráticos Cobb-Douglas e raiz quadrada, para análise das estratégias a serem adotadas quanto ao uso de fertilizantes para redução nas perdas de renda em situação de incerteza de preços da batatinha, a partir de dados experimentais, no Estado da Bahia. A função quadrática apresentou o maior coeficiente

de determinação, daí ter sido a escolhida. A função de produção usada tinha 2 insumos variáveis (fósforo e nitrogênio) considerando os demais insumos como fixos. Um dos objetivos do autor foi determinar o "custo de decisões erradas" face às incertezas de preços da batatinha a fim de determinar as estratégias quanto ao uso de N e de P. O custo de decisão errada ficou definido como a redução em renda líquida provocada pelo uso inadequado de nutrientes. Dentre as conclusões do trabalho, tem-se:

1) a função quadrática foi a que melhor descreveu a resposta da batatinha à fertilização com N e P;

2) os níveis ótimos econômicos de N e P para a batatinha não se apresentaram sensíveis às variações nos preços do produto na amplitude considerada. Assim, para uma variação de mais ou menos 20% no preço do produto, em relação ao preço observado, a função de renda líquida para o caso da batatinha é bastante "achatada" de tal forma que, para variações relativamente amplas no preço do produto, o sacrifício de renda líquida é muito pequeno. Em outras palavras, os agricultores não teriam incentivo para buscar informação mais precisa a respeito do preço da batatinha já que, ao aplicar fertilizantes com base no preço médio observado na época do plantio, as variações de mais ou menos 20% ao redor deste preço irão determinar perdas insignificantes na renda líquida.

SILVA (1972), trabalhando com dados experimentais relativos à adubação N, P e K, em cana planta, usou o modelo quadrático para estimar as produtividades média e marginal; taxa marginal de substituição técnica; isoquantas; isóclinas e taxa marginal de retorno, para 3 usinas

de açúcar nos municípios de Passos e Três Pontas, Estado de Minas Gerais. Foi deduzido pelo autor que um modelo matemático para refletir a relação entre emprego de fertilizantes e produção deve apresentar características de passar por um máximo ou um mínimo. E o modelo ideal, para tanto, é o quadrático.

TEIXEIRA (1970), estudou a superfície de produção quadrática, estabelecendo uma metodologia para obtenção da estimativa da superfície de resposta e ótimo econômico, através de dados experimentais relativos à população de plantas e níveis de nitrogênio em ensaios realizados nos municípios de Sete Lagoas e Capinópolis, Estado de Minas Gerais. Após o cálculo das produções o autor calculou os lucros máximos obtidos; estimou curvas de oferta e demanda estáticas a curto e longo prazos.

VIEIRA et alii (1971), utilizaram três modelos:

$$1) \text{ Quadrático: } Y_i = a + bx_1 + cx_1^2 + e_1$$

$$2) \text{ Raiz quadrada: } Y = a + bx_1^{1/2} + cx_1 + e_1$$

$$3) \text{ Lei de Mitscherlich: } Y = A \left[ 1 - 10^{-c(x_1 + b)} \right] + e_1$$

para ensaios fatoriais  $3 \times 3 \times 3$  de adubação N, P, K, em milho, na Região de Ribeirão Preto (SP), em terra roxa legítima, instalados por um único experimentador. Chegaram às seguintes conclusões:

1) concordância com DRAPER e SMITH (1967), quando afirmaram que a precisão das estimativas dos rendimentos depende das grandezas relativas das variâncias e covariâncias dos parâmetros;

2) o modelo matemático da função ajustada deve exprimir o fenômeno biológico de variação da produção com a variação da adubação;

3) quando a análise estatística dos ensaios fatoriais mostrar interações significativas dos nutrientes, devem ser pesquisadas as regressões polinomiais. O ajustamento da quadrática é o mais simples. É possível, neste caso, pesquisar funções a uma variável, permanecendo fixas as demais;

4) caso não ocorra significância para as interações dos nutrientes, devem ser pesquisadas regressões a uma variável, que consideram o efeito de cada nutriente, isoladamente. Os resultados são idênticos aos das regressões polinomiais.

Havendo queda na produção devida ao excesso de adubação, o fenômeno biológico é melhor expresso pela quadrática ou raiz quadrada. Em caso contrário, é aconselhável o uso da função de Mitscherlich, dado os processos biológicos envolvidos na adubação serem perfeitamente identificados com os parâmetros dessa função. Evidentemente, se se dispuser de um valor de  $\hat{c}$  (coeficiente de eficácia de Mitscherlich) de bastante confiança, a Lei de Mitscherlich tem a vantagem adicional de conduzir, através de cálculos simples, à dose econômica de nutriente e suas variâncias.

5) a determinação das doses economicamente aconselháveis de nutrientes se recomenda apenas para grupos de ensaios de boa precisão.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Material

O material utilizado neste trabalho foi o mesmo usado por CAMPOS (1967); VIEIRA (1970) e CAMPOS et alii (1973), que fizeram análises estatísticas, matemáticas e econômicas dos mesmos. Para um conhecimento mais pormenorizado acerca da obtenção dos dados em questão, consultar os autores em epígrafe.

Um breve resumo da utilização já realizada desses dados se faz necessário. Do total de ensaios, foram selecionados 50 por CAMPOS (1967) e VIEIRA (1970), como se segue:

Ano agrícola 1957/1958: 13 ensaios;

Ano agrícola 1958/1959: 14 ensaios;

Ano agrícola 1959/1960: 11 ensaios;

Ano agrícola 1960/1961: 12 ensaios.

CAMPOS (1967) considerou:

Caso 1: Grupo dos 50 ensaios;

Caso 2: Quatro grupos de ensaios anuais, assim distribuídos:

- 1) 2.1. Ano agrícola de 1957/1958 - grupos dos ensaios de nº 1 a 13;
- 2) 2.2. Ano agrícola de 1958/1959 - grupos dos ensaios de nº 14 a 27;
- 3) 2.3. Ano agrícola de 1959/1960 - grupos dos ensaios de nº 28 a 38;
- 4) 2.4. Ano agrícola de 1960/1961 - grupos dos ensaios de nº 39 a 50.

Caso 3: Cinco grupos de 10 ensaios, reunidos por sorteio:

- 1) 3.1. Grupo de ensaios 5, 8, 9, 11, 17, 23, 30, 38, 40, 44;
- 2) 3.2. Grupo de ensaios 7, 10, 12, 19, 22, 25, 32, 43, 47, 50;
- 3) 3.3. Grupo de ensaios 2, 4, 15, 18, 21, 29, 35, 36, 41, 45;
- 4) 3.4. Grupo de ensaios 1, 3, 27, 31, 33, 34, 37, 42, 46, 48;
- 5) 3.5. Grupo de ensaios 6, 13, 14, 16, 20, 24, 26, 28, 39, 49.

Caso 4: Dez grupos de 5 ensaios, reunidos por sorteio:

- 1) 4.1. Grupo dos ensaios de nº 2, 5, 24, 31, 37;
- 2) 4.2. Grupo dos ensaios de nº 1, 3, 4, 42, 46;
- 3) 4.3. Grupo dos ensaios de nº 12, 19, 35, 43, 44;
- 4) 4.4. Grupo dos ensaios de nº 7, 8, 13, 32, 39;
- 5) 4.5. Grupo dos ensaios de nº 10, 17, 18, 28, 38;
- 6) 4.6. Grupo dos ensaios de nº 9, 14, 15, 33, 40;
- 7) 4.7. Grupo dos ensaios de nº 20, 21, 23, 27, 34;
- 8) 4.8. Grupo dos ensaios de nº 11, 25, 47, 48, 50;
- 9) 4.9. Grupo dos ensaios de nº 6, 16, 22, 41, 45;
- 10) 4.10. Grupo dos ensaios de nº 26, 29, 30, 36, 49.

Caso 5: Ensaios individuais de nº 1 a 50.

Neste texto se analisará os dados provenientes do Caso 2, isto é, quatro grupos de ensaios anuais de 1957 a 1961, que foram assim denominados:

Grupo 2.1. - 1957/1958

Grupo 2.2. - 1958/1959

Grupo 2.3. - 1959/1960

Grupo 2.4. - 1960/1961.

As doses utilizadas para os três nutrientes (N, P e K) foram: zero, 40 e 80 kg/ha.

Para facilidade de cálculos foram codificadas as variáveis  $x_1$ ,  $x_2$  e  $x_3$ , sendo, zero, 1 e 2, respectivamente, os seus valores. Desta feita, para se transformar estes valores codificados em quantidades reais, tomou-se a seguinte expressão:

$$X_i = 40 x_i$$

onde, a letra maiúscula indica a dosagem usada e a minúscula o código.

## 4.2. Métodos

### 4.2.1. Modelo conceptual

Será utilizada a função de produção (relação fator/produto) que é uma relação física entre os insumos e a quantidade máxima produzida de bens e serviços por unidade de tempo em uma empresa, dado o nível tecnológico.

Pode ser assim representada:

$$Q = f (a, b, c, \dots, n)$$

Onde:

$Q$  representa a quantidade produzida,

$(a, b, c, \dots, n)$  representam os insumos, incluindo os fatores não controlados pelo experimentador.

A função de produção utilizada tem três nutrientes (NPK), dados os demais como fixos; portanto, trata-se de uma análise de curto prazo. A relação funcional entre a quantidade de fatores empregados e a produção obtida foi estimada pelo método dos mínimos quadrados ordinários usando dados experimentais.

Maiores detalhes sobre a teoria em que se baseará este trabalho poderá ser encontrada, entre outros em CAMPOS (1967), PIMENTEL GOMES (1966), HAVLICEK e SEAGRAVES (1962), HEADY e DILLON (1969) e SCHUH e TOLLINI (1972).

- Aspectos teóricos do "Custo de Decisão Errada" (COE):

As decisões econômicas, necessariamente, encerram elementos de custo. Uma das maneiras para se estimar o custo de uma decisão é através da análise das variações na receita líquida.

Assim, o "custo de decisão errada" é a diferença entre a receita líquida obtida a partir do uso de quantidades de insumos não-ótimas e a receita líquida correspondente a quantidades de insumos consideradas ótimas (HAVLICEK e SEAGRAVES, 1962).

A palavra "errada" usada no texto tem o sentido específico de tomada de decisão, pelo agricultor, face às incertezas de preços do produto.

O ponto de máxima receita líquida, quando existe, é determinado pela tangente à curva. Mas sob o ponto de vista econômico, temos que, segundo SCHUH e TOLLINI (1972), a curva de receita líquida é bem "achatada"

formando um patamar onde "a renda do agricultor é razoavelmente estável numa amplitude grande de níveis de tratamentos. ... Recomendações localizadas no intervalo de amplitude de preços relativos esperados e respostas esperadas de produção podem ser usadas sob condições bem diferentes, com perdas ou nenhuma perda para o agricultor se as condições esperadas não se realizam".

Na figura 1, onde,  $X'$ ,  $X$ ,  $X''$  representa, respectivamente, as quantidades: aquém, ótima e além, usadas para detectar o CDE, verifica-se que, quando se usar  $X$  do insumo, em (B), a Receita Líquida será máxima e igual a  $N$ .

Tomando-se um ponto  $X'$ , aquém do ponto  $X$ , por uma "decisão errada", se for aplicada a quantidade  $X'$  do insumo, ao invés  $X$ , causará uma redução na Receita Líquida igual a  $N-N'$ . Da mesma maneira se o produtor usar uma quantidade maior do insumo, ele irá incorrer em perdas, porque os acréscimos aos custos variáveis totais serão maiores que os acréscimos à receita total.

O patamar propriamente dito está compreendido pelas terras DC, sendo insignificantes as variações da receita líquida neste intervalo. Acredita-se que para quantidades próximas à ótima o "custo de decisão errada" será menor: a) em virtude da continuidade da curva, a qual permite o uso de quantidades divisíveis; e b) as receitas líquidas tendem a crescer quando convergem à receita líquida ótima.

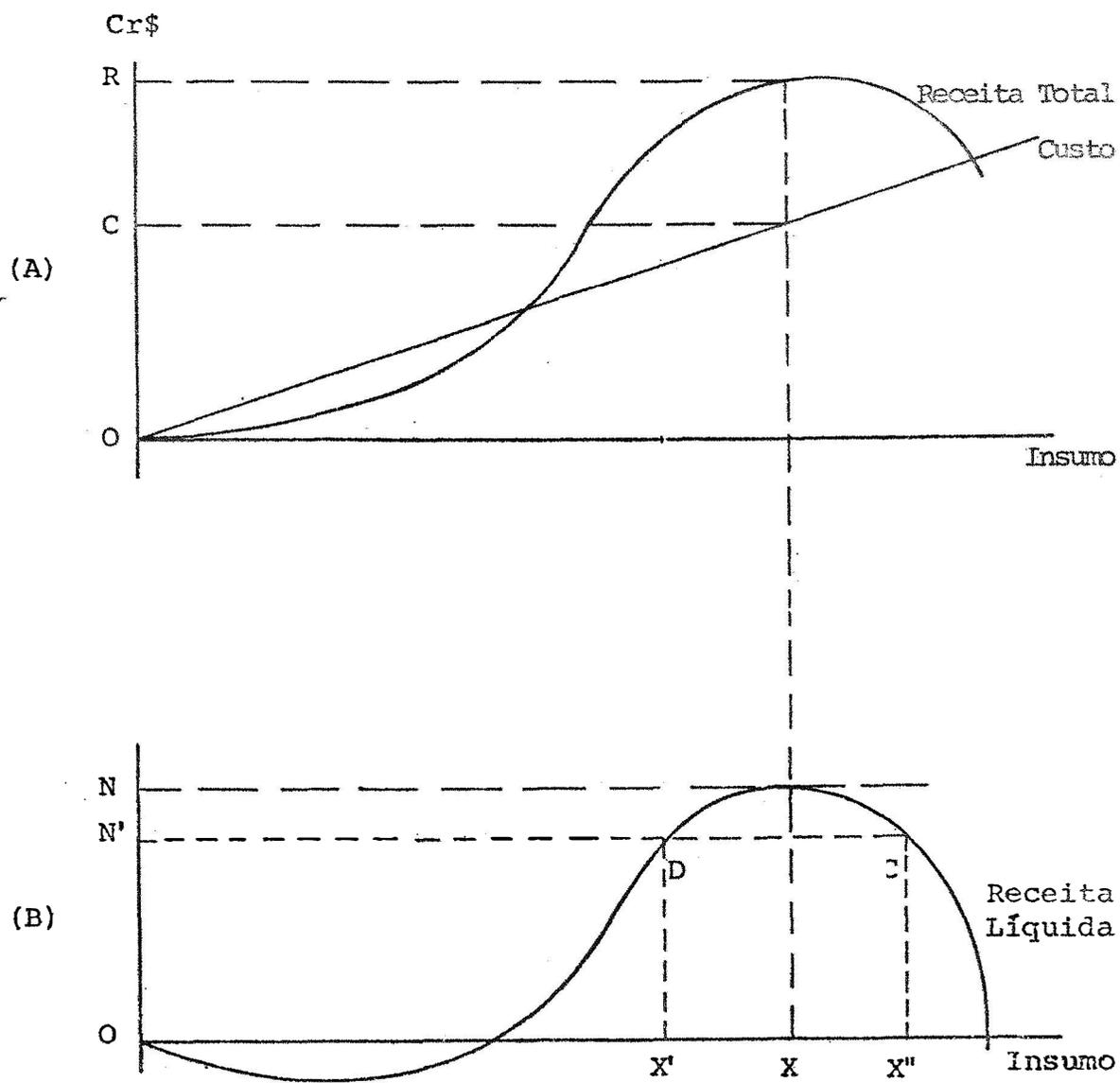


Figura 1 - Ilustração hipotética do "Custo de Decisão Errada".

MENDES (1974) demonstrou que o CDE pode ser expresso pela seguinte relação:

$$\text{CDE} = P_y \Delta Y - P_x X \quad (1)$$

onde:

$P_y$  representa o preço do produto;

$P_x$  representa o preço do insumo X;

$\Delta Y$  representa a variação no produto Y, quando se usa quantidades diferentes de insumos;

X representa a diferença entre a quantidade ótima e a não ótima do insumo X.

Considerando-se que a elasticidade de produção (n), de um da do insumo, é a razão entre a variação percentual no produto pela variação percentual no insumo, pode-se demonstrar que o CDE depende da elasticidade de produção (achatamento da curva).

Assim:

$$n = \frac{\Delta Y}{\Delta X} \cdot \frac{X}{Y}, \text{ donde}$$

$$\Delta Y = \frac{Y \cdot n \cdot \Delta X}{X} \quad (2)$$

Substituindo (2) em (1), tem-se:

$$\text{CDE} = P_y \frac{Y \cdot n \cdot \Delta X}{X} - P_x \Delta X$$

ou

$$\text{CDE} = \frac{\Delta X_1}{X_1} (P_y \cdot Y \cdot n - P_{x_1} \cdot X_1) \quad (3)$$

Analisando a equação (3):

Se  $\Delta X > 0$ , que implica em se usar quantidade de insumo menor que a ótima, então o CDE será tanto maior quanto maior for  $n$ .

Se  $\Delta X < 0$ , que implica em se usar quantidade de insumo maior que a ótima, então, o CDE será positivo se  $P_{x_1} \cdot X_1 > P_y \cdot Y \cdot n$ . Quanto menor  $n$ , maior o CDE.

Se  $\Delta X = 0$ , evidentemente não haverá "decisão errada", e o custo será sempre zero.

#### - Retorno líquido marginal

Define-se retorno líquido marginal ( $RLMG_{x_1}$ ) do fator  $x_1$ , como sendo a receita adicional obtida com o uso de uma unidade adicional do fator, diminuída do custo deste fator. Ou seja, a diferença entre o valor da produtividade marginal do insumo e seu preço, pressupondo-se competição perfeita nos mercados de insumos e produtos. Portanto,

$$RLMG_{x_1} = VPMG_{x_1} - P_{x_1}$$

#### - Taxa marginal de retorno

Define-se taxa marginal de retorno (TMGR), como sendo a re-

lação entre o retorno líquido marginal do fator  $x_i$  e seu próprio preço. Portanto,

$$TMGR = \frac{RLMGx_i}{Px_i} \text{ para } i = 1, 2 \text{ e } 3 \text{ (nitrogenio, f\u00f3sforo e pot\u00e1ssio, respectivamente).}$$

#### 4.2.2. Modelo matem\u00e1tico

Os modelos usados na an\u00e1lise foram todos do tipo fun\u00e7\u00e3o quadr\u00e1tica:

$$Y = a_0 + a_{11}x_1^2 + a_{22}x_2^2 + a_{33}x_3^2 + a_{12}x_1x_2 + a_{13}x_1x_3 - a_{23}x_2x_3 + a_{14}x_1 + a_{24}x_2 + a_{34}x_3$$

onde:

$Y$  \u00e9 a produ\u00e7\u00e3o m\u00e9dia de milho em kg/ha;

$x_1$ ,  $x_2$  e  $x_3$  representam as doses de N,  $P_{205}$ ,  $K_{20}$ , respectivamente;

$a_{11}$ ,  $a_{22}$  e  $a_{33}$  representam os coeficientes dos efeitos quadr\u00e1ticos de N, P, K, respectivamente;

$a_{12}$ ,  $a_{13}$  e  $a_{23}$  s\u00e3o coeficientes das intera\u00e7\u00f5es duplas;

$a_{14}$ ,  $a_{24}$  e  $a_{34}$  s\u00e3o os coeficientes dos efeitos lineares de N, P e K, respectivamente.

#### Caracter\u00edsticas:

a) admite elasticidade diferente para cada ponto da superf\u00edcie de resposta da produ\u00e7\u00e3o;

b) admite retornos marginais decrescentes e negativos quando os termos quadráticos são negativos. Isto significa que existe um máximo para a função e uma combinação de fatores que a torna máxima;

c) as isóclinas convergem para um ponto de produção máxima não passando pela origem dos eixos, com exceção de uma. Elas podem ser, de acordo com o termo interativo entre os fatores, negativa, positiva ou nula.

d) as taxas de substituição e as elasticidades de produção são constantes;

e) existem limites de substitutibilidade entre os fatores indicando que as isoquantas cortam os eixos. Há portanto, alguma produção mesmo quando todos os fatores forem nulos.

Segundo HEADY e DILLON (1969), este modelo se ajusta perfeitamente ao caso de medir uma superfície de resposta para fertilizantes, já que se tem alguma produção sem o uso dos mesmos.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Escolha do modelo

Foram levados em consideração para a escolha do modelo: os desvios padrões ( $\$$ ); os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e os testes  $F$ , relativos a cada modelo.

Observando a Tabela 2 podemos inferir que dentre os modelos usados, o I e III apresentaram desvios padrões, testes  $F$  e coeficientes de determinação bastante próximos para as safras consideradas 1957/1958, 1958/1959, 1959/1960 e 1960/1961.

Tabela 2 - S, F e  $R^2$  dos modelos: quadrático (I), raiz quadrada (II) e raiz quadrada de  $x^3$  (III). Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período 1957 a 1961.

GRUPOS	M O D E L O S								
	I			II			III		
	S	F	$R^2$	S	F	$R^2$	S	F	$R^2$
2.1	181,51	19,19	83,88	179,69	19,63	84,07	181,44	19,22	83,94
2.2	144,17	64,93	96,65	144,07	64,95	96,55	144,08	65,04	96,69
2.3	206,47	28,14	92,49	204,78	28,55	92,30	206,34	28,20	92,56
2.4	216,23	21,76	86,34	215,65	21,99	86,78	216,10	21,80	86,41

FONTE: VIEIRA (1970).

Quanto às doses economicamente aconselháveis (tabela 3) o Modelo III não apresentou para os anos agrícolas 1 e 4 solução para as doses aconselháveis de nutrientes nos três níveis. O Modelo II apresentou, para o quarto ano agrícola, um ponto de sela. O único modelo que não apresentou discrepâncias nos quatro anos agrícolas observados foi o Modelo I.

Tabela 3 - Doses economicamente aconselháveis de insumos para os modelos I, II e III. Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período 1957 a 1961.

GRUPOS	M O D E L O S								
	I			II			III		
	$x_1$ a)	$x_2$	$x_3$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_1$	$x_2$	$x_3$
2.1	1,476	2,063	-1,813	1,160	0,173	0,028	Sem solução		
2.2	1,701	1,438	0,234	2,607	1,372	0,136	1,774	1,493	0,282
2.3	1,735	-0,599	1,586	1,915	0,269	3,874	1,726	0,006	1,605
2.4	-0,213	0,524	0,799	Ponto de Sela			Sem Solução		

a)  $x_1$  (i = 1, 2, 3) são as doses N, P, K, respectivamente, codificadas.

FONTES: VIEIRA (1970)

Com respeito às doses de nutrientes encontradas para cada modelo, na tabela 3, dadas pela expressão  $X_i = 40x_i$ , construiu-se a tabela 4.

Comparando os resultados da tabela 4 com as doses de nutrientes usadas pelo experimentador, ou seja, zero kg/ha, 40 kg/ha e 80 kg/ha, obteve-se:

#### Modelo I

O ano agrícola 1 apresentou dose excessiva de fósforo ( $x_2$ ) isto é, dose acima da usada pelo experimentador.

Nos anos agrícolas 1, 3 e 4 foram encontradas doses negati-

vas de potássio ( $x_3$ ), fósforo ( $x_2$ ) e nitrogênio ( $x_1$ ), respectivamente, evidenciando inviabilidade econômica para o uso destes insumos.

Modelo II

Nos anos agrícolas 2 e 3 foram encontradas doses excessivas de N e K, respectivamente.

Modelo III

O único modelo onde não se evidenciou discrepâncias nas doses de nutrientes.

Tabela 4 - Doses reais de nutrientes N, P, K encontradas para os modelos I, II, III. Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período 1957 a 1961.

GRUPOS	M O D E L O S								
	I			II			III		
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_1$	$x_2$	$x_3$
2.1	59,04	82,52	-72,52	46,40	6,92	1,12	Sem Solução		
2.2	68,04	57,52	9,36	104,28	54,88	5,44	70,96	59,72	11,28
2.3	69,04	-23,96	63,44	76,60	10,76	154,96	69,04	0,24	64,20
2.4	-8,52	20,96	31,96	Ponto de Sela			Sem Solução		

Como se interessa analisar os quatro anos, se possível, não cabe levar em consideração o Modelo III, uma vez que este somente dá solução para dois anos da série. É claro que, se o objeto da análise fosse dois anos da série, o Modelo III seria o utilizado por apresentar doses economicamente aconselháveis dentro dos limites ensaiados. Por isso escolheu-se o Modelo I em detrimento ao III.

Então, para objeto de análise econômica, restaram os Modelos I e II. Se fosse analisar os três anos seriam usados estes dois modelos, mas, como se interessa os quatro anos em conjunto, utilizou-se somente o Modelo I, como fizeram CAMPOS (1957) e CAMPOS et alii (1973).

A análise será baseada nos mesmos resultados estatísticos obtidos por CAMPOS (1967) e VIEIRA (1970).

Os grupos 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4 são, respectivamente, as safras 1957/1958, 1958/1959, 1959/1960 e 1960/1961.

## 5.2. Resultados econômicos

Seleccionou-se as seguintes funções:

### Grupo 2.1

$$Y = 4203 - 196,9x_1^2 - 38,2x_2^2 - 30,5x_3^2 + 18,9x_1x_2 - 8,3x_1x_3 - 19,7x_2x_3 + 504,2x_1 + 216,8x_2 - 26,7x_3.$$

Grupo 2.2

$$Y = 4604,3 - 313,5x_1^2 - 34,3x_2^2 - 41,3x_3^2 + 62,3x_1x_2 + 1,1x_1x_3 + \\ + 11,8x_2x_3 + 773,1x_1 + 195,4x_2 + 50,8x_3.$$

Grupo 2.3

$$Y = 5915,1 - 260,2x_1^2 - 40,7x_2^2 - 79,2x_3^2 - 50,3x_1x_2 - 64,7x_1x_3 + \\ + x_2x_3 + 700,1x_1 + 106,2x_2 + 262,0x_3.$$

Grupo 2.4

$$Y = 5595,8 - 130,1x_1^2 - 30,6x_2^2 - 160,8x_3^2 - 31,1x_1x_2 + 13,9x_1x_3 + \\ + 687,6x_1 + 128,6x_2 + 61,5x_3.$$

Os pontos que dão os máximos físicos podem ser contemplados na tabela 5 e apresentam características bem diversas, quando comparados os grupos entre si.

Tabela 5 - Máxima eficiência técnica dos recursos. Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período 1957 a 1961.

GRUPOS	FATORES (kg/ha)		
	$X_1$	$X_2$	$X_3$
2.1	60	147	-73
2.2	68	184	52
2.3	45	25	48
2.4	103	28	10

Nota-se que apareceram quantidades de nutrientes fora do intervalo estabelecido pelo experimentador nos grupos 2.1, 2.2 e 2.4.

O Grupo 2.3 foi o de melhores resultados uma vez que as doses de nutrientes encontradas, quando a relação preço do produto/preço do fator foi considerada zero, estiveram dentro do intervalo usado pelo experimentador.

Na Tabela 9 (Apêndice 1), encontram-se produtividades físicas marginais negativas para os 3 níveis de insumos em todos os experimentos, exceto para o grupo 2.2, onde tem-se produtividades positivas para os 3 fatores, quando se usou 40 kg/ha, 40 kg/ha e 80 kg/ha de N, P, K, respectivamente. Isto evidenciou que a produção estaria no Estágio II, pois,

é nele que as produtividades marginais dos insumos são decrescentes e positivas.

As produtividades físicas médias encontradas na Tabela 10 (Apêndice 2), evidenciaram ser mais elevadas no grupo 2.3, mormente quando se usou 40 kg/ha, 40 kg/ha e 40 kg/ha de N, P, K respectivamente, dando 6.489 kg/ha de milho.

Quanto às elasticidades parciais de produção dos fatores  $x_1$ ,  $x_2$  e  $x_3$ , Tabela 11 (Apêndice 3), elas se apresentaram dentro do Estágio II e III de produção. Estes resultados não foram usados no cálculo do COE, pelo fato da existência do patamar, onde apareceram diferenças insignificantes de receita líquida em relação à receita líquida ótima. Com os resultados aproximados das elasticidades parciais de produção, obtém-se, às vezes, custos de decisão errada positivos, que são de natureza contrária à teoria.

Como o solo onde se realizou o experimento é de boa qualidade e bem homogêneo, o resultado, quando se usa três nutrientes (NPK), foi de boa resposta para N e P e quase nenhuma para K. Isto, talvez se deva ao caráter biológico da planta em adição à fertilidade natural do solo.

Sob o prisma econômico será bem provável que a produção tenda a diminuir, pois, o mercado de fatores, à época da pesquisa, estava numa fase altista de preços, mormente para N.

É sabido que o produtor em sua maioria, conhece os preços dos insumos na fase que antecede o plantio, ou melhor, na fase da escolha de qual produto plantar; daí, tal escolha recair sobre o produto que pro-

porcionará o maior retorno líquido marginal, de acordo com sua tecnologia.

O milho respondendo bem à adubação nitrogenada, possivelmente, persistindo a fase altista de preços, terá restringida a margem de retorno, bem como a produção total.

Esta resposta viável para o uso do nitrogênio vem de encontro às palavras de VIEIRA (1970): "parece-nos que a determinação de doses econômicas de nutrientes através de regressões polinomiais, que consideram o efeito de todos os nutrientes conjuntamente, deva ser feita preferencialmente para ensaios instalados em terras de baixa fertilidade, que tem potencialmente, condições de responder bem a todos os nutrientes e mostrar possíveis interações destes".

### 5.2.1. Máxima eficiência econômica

Para se analisar melhor os dados, sob o ponto de vista econômico, considerou-se os preços médios por ano agrícola, preços máximos do ano, os preços mínimos oficiais para cada ano e os preços dos nutrientes no período de agosto/71 a julho/75. Tais dados foram retirados da revista "Informações Econômicas" do Instituto de Economia Agrícola e Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, (Ago/1971 a Jul/1975) e Comissão de Financiamento da Produção - CFP (tabela 6).

Tabela 6 - Preços médios, máximos e mínimos anuais do milho e preços médios anuais dos nutrientes para o período agrícola de 1971 a 1975.

ANO AGRÍCOLA	Milho			Preços dos Nutrientes(Cr\$/kg)		
	Preços máximos Cr\$/kg	Preços médios Cr\$/kg	Preços mínimos Cr\$/kg	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1971/1972	0,324	0,275	0,217	1,702	1,423	0,700
1972/1973	0,509	0,376	0,300	2,224	1,867	0,798
1973/1974	0,552	0,525	0,500	5,567	3,915	1,448
1974/1975	0,800	0,666	0,600	9,853	6,428	2,145

FONTE: IEA e CFP.

A análise inicial será medir os efeitos dos preços médios e mínimos sobre os níveis ótimos dos fatores  $x_1$ ,  $x_2$  e  $x_3$ . Numa segunda abordagem se recorrerá ao mesmo tipo de análise com os preços máximos verificados.

Foram utilizados os preços mínimos e médios com o objetivo de comparar os preços de livre concorrência, não conhecidos até à comercialização do produto, e os preços estabelecidos e garantidos pelo Governo através da Comissão de Financiamento da Produção (CFP). Os preços mínimos são estabelecidos antes do plantio, de maneira que o produtor poderá ter uma perspectiva dos retornos líquidos, em decorrência do conhecimento prévio dos preços dos insumos e do produto.

Verifica-se na tabela 6 que os preços mínimos estão um pouco abaixo do preço de mercado. Para efeito de decisão do produtor, sendo já conhecido o preço do produto, ele de antemão estabelecerá o quanto produzir. Evidentemente, que as perspectivas de ganhos maiores dependerão dos preços de mercado estarem acima dos conhecidos, dado, ainda, não serem considerados os fatores risco e limitação de capital.

A determinação dos níveis ótimos de uso dos insumos pode ser feita sob duas abordagens diferentes. Uma, quando se fixa um dos fatores e variam os outros dois; e outro, quando se resolve o sistema de equações, simultaneamente, localizando o ponto ótimo na superfície de produção. Ambos os casos dão os níveis que são as máximas eficiências econômicas de uso dos fatores.

A seguir se verá tais níveis ótimos, considerando-se as integrações entre os fatores. É bom atentar para o fato de que nos conjuntos de tabelas a serem analisadas, tem-se duas linhas para cada nutriente. Na superior estão os níveis ótimos dos fatores calculados com base nos preços médios do milho; e na inferior com os preços mínimos oficiais.

#### 5.2.1.1. Níveis ótimos dos fatores $x_1$ , $x_2$ e $x_3$ aos preços médios e mínimos oficiais do milho

Da análise das tabelas 12 a 23 (Apêndice 4), simultaneamente, tem-se as seguintes inferências:

### Grupo 2.1

Para o nitrogênio, ~~ve-se~~ que a relação de preços ( $P_N/P_Y$ ) sofreu uma pequena alteração nos anos 71/72 e 72/73, em 73/74 ocorre uma grande distorção nesta relação, culminando com doses negativas de NPK em 74/75, ou seja, recomenda-se não adubar nestas condições de preços.

Aos preços mínimos verificados era esperado um menor uso de adubos, dado o preço do produto ter sido fixado abaixo do preço de mercado. Ocorreu realmente o esperado.

Para níveis fixados de fósforo, à medida que se aumentavam tais níveis, verificou-se um acréscimo nas doses ótimas de nitrogênio. Quando elevava-se o nível fixado de potássio o comportamento de nitrogênio era decrescente.

Quanto ao fósforo, a relação de preços ( $P_P/P_Y$ ) mostrou-se favorável nos anos 71/72 e 72/73 e desfavorável nos demais anos agrícolas, nos quais observou-se doses negativas do mesmo. Para níveis elevados de N, os níveis ótimos de P tenderam a se elevar, passando de quantidades negativas para positivas em 73/74. À medida que se elevavam os níveis fixados de N, as doses ótimas de P tenderam a declinar.

A níveis estabelecidos de K não houve interesse em se adubar com P, a preços desfavoráveis.

Dos insumos analisados, o K foi o que se apresentou em piores condições, dando doses fora do intervalo usado no experimento.

### Grupo 2.2

Para N constatou-se que para 74/75, aos preços de mercado, era interessante adubar com ele, mas aos preços mínimos oficiais do produto, conviria não fazê-lo, fixado o nível de potássio.

Para níveis fixados de P constatou-se o crescimento da dose econômica de N, o mesmo ocorrendo para níveis fixados de K, exceto no ano agrícola 74/75.

O P neste ano apresentou sempre relações de preços desfavoráveis, exceto para doses elevadas de N.

Quando se fixou o K a diferentes níveis crescentes, as doses econômicas de P cresceram. Porém para os preços verificados em 73/74 e 74/75, apareceram quantidades menores que zero para o fósforo.

Neste grupo o K não se apresentou em condições econômicas de uso.

### Grupo 2.3

As relações de preços de N apresentaram-se favoráveis até 73/74, para níveis fixados de P, apresentando decréscimos nas doses econômicas quando cresceram tais níveis fixados. Observou-se, também, que, quando se elevava o nível fixado de K, ocorria um decréscimo nas doses ótimas de N.

Os preços de P não foram favoráveis à adubação neste ano, em qualquer sentido.

Quanto ao K, verificou-se ser um ano propício à adubação. Quando se fixou o N, ocorreram decréscimos nas doses econômicas de K e vice-versa para o uso do fósforo.

#### Grupo 2.4

Este grupo apresentou características semelhantes às encontradas para o grupo 2.2 concernente ao K quando se fixou o N, mas o K apresentou-se positivo aos preços de 73/74 e 74/75.

Aos níveis fixados de K, as doses ótimas de P permaneceram negativas quando se elevaram as quantidades de K, enquanto as de N cresceram.

Aos preços oficiais do produto, a recomendação viável seria não adubar com P e K. O N apresentou-se bem durante toda a análise feita aos diferentes níveis de preços do produto e insumos.

Conforme o exposto, o grupo que se apresentou mais viável foi o grupo 2.3, onde se constatou que, à doses fixadas de P, as dosagens econômicas de N e K foram perfeitamente concordantes com o intervalo de zero a 80 kg/ha, estabelecido pelo experimentador. Existiu, ademais, uma substitutibilidade de N por P, ou seja, à medida que iam crescendo os níveis fixados de P, os níveis correspondentes de N iam decrescendo.

Sob o ponto de vista biológico sabe-se ser o N um elemento fundamental para a planta, mas sob condições desfavoráveis de preços o seu uso torna-se economicamente inviável. No caso específico de uma po

lítica de subsídio aos preços dos insumos, o uso de fertilizantes se tornará mais viável elevando-se a produtividade por hectare. Aliás esta política estava sendo adotada em 1975 e far-se-á uma análise de sua repercussão, em termos de receita líquida, no final deste trabalho.

A análise dos dados tornou-se mais difícil quando se usou os níveis ótimos na superfície, devido ao fato desta estar num espaço quadridimensional. Portanto, optou-se pelo uso de quantidades econômicas dos nutrientes a níveis crescentes fixados de fósforo.

#### 5.2.1.2. Níveis ótimos dos fatores $x_1$ , $x_2$ e $x_3$ aos preços máximos de milho

Das tabelas 24 a 35 (Apêndice 5), pode-se concluir que os grupos 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4 em condições desfavoráveis de preços dos insumos, mesmo considerando o preço máximo de produto ocorrido no ano, não se mostrou favorável à adubação, exceto no grupo 2.3 quando se fixou o fósforo a diferentes níveis. Era de se esperar tal comportamento, dado os preços do produto não terem variado muito em relação aos preços médios e mínimos oficiais já analisados.

Como se nota, os preços dos nutrientes subiram, vertiginosamente, dando margem a um possível decréscimo na produção.

Observando os resultados obtidos com o grupo 2.3 (tabelas 30 a 32) vê-se que, a preços desfavoráveis dos adubos a partir de 73/74, o uso dos nitrogenados caiu mais de 50% comparados aos dos anos anteriores

e que os potássicos, em virtude de seu baixo preço — em comparação ao incremento sofrido pelos nitrogenados — passaram a ser usados num plano levemente superior, cerca de 2 kg/ha, quando os preços do produto passaram de Cr\$0,552/kg, em 1973/1974, para Cr\$0,80/kg, em 1974/1975.

Para níveis crescentes fixados de P, o uso de K tendeu a se elevar e o inverso ocorreu com o N. Com isso supôs-se que existe uma substitutibilidade entre os fatores N e P.

Os níveis ótimos detectados na superfície de produção mos-tram que o P apresentou-se sempre negativo e, com isto, a sugestão viável seria não adubar com este insumo. Como a análise de dados tornou-se mais difícil quando se usou os níveis ótimos na superfície (espaço quadrimensio-nal), resolveu-se optar pelo uso das quantidades econômicas dos nutrien-tes quando se fixou P em níveis crescentes, isto é, zero, 40 e 80 kg/ha.

### 5.2.2. Retorno líquido marginal

Os retornos líquidos marginais de N e K podem ser vistos na Tabela 7.

A conclusão que se poderá tirar dos resultados obtidos na tabela 7 estão consistentes com outros trabalhos nesta área, como por exem-plo(CAMPOS (1967), CAMPOS et alii (1973), MENDES (1974) e outros, segundo os quais inferem que, praticamente, o milho não responde bem à adubação com P e K.

Tabela 7 - Retornos líquidos marginais dos fatores  $x_1$  (N) e  $x_3$  (K). Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, região de Ribeirão Preto, SP. (1957/1961).

PREÇOS	NÍVEIS DE PREÇOS	GRUPO 2.3	
		RLMG (N) a) (Cr\$/ha)	RLMG (K) a) (Cr\$/ha)
1971/72	Mínimo	-0,46	-0,39
	Médio	1,08	-0,23
	Máximo	-0,29	0,58
1972/73	Mínimo	-1,80	-0,17
	Médio	-1,72	-0,52
	Máximo	-0,64	-0,82
1973/74	Mínimo	-0,97	0,74
	Médio	2,43	0,74
	Máximo	-1,25	-0,21
1974/75	Mínimo	-3,17	0,12
	Médio	5,17	-0,01
	Máximo	-2,93	0,56

a) Dados conseguidos quando se fixou  $P = 0$

Aos preços de 72/73 os retornos líquidos marginais são negativos para os nutrientes considerados. Por outro lado, os preços do ano seguinte foram evidenciados retornos positivos para N (ao nível médio) e K (aos níveis de preços mínimo e médio).

Como justificativas para as mudanças de comportamento entre os anos agrícolas, distingue-se as seguintes:

1) Verificou-se uma tendência decrescente nos retornos líquidos marginais quando houve uma tendência crescente nos preços dos insumos maior que o incremento sofrido no preço do produto no período 71/72 a 72/73.

2) Analisando-se o comportamento dos demais anos agrícolas, à medida que os preços dos nutrientes cresceram acentuadamente, enquanto os preços do produto sofreram acréscimos modestos, verifica-se que o retorno tendeu a um ligeiro aumento, cerca de Cr\$2,74 para N e passou de positivo para negativo para K, quando se considera os preços médios do milho.

Em resumo, percebe-se que pelo menos parte do problema está no mercado de fatores, onde as medidas político-econômicas deverão ser endereçadas. O argumento de que não se deva adubar com P e K não deverá ser tomado literalmente. O que os resultados mostram é que qualquer recomendação para adubar ou não, estará vinculada à relação de preços (fator/produto) e às potencialidades do solo. Assim, uma recomendação para não se adubar num ano, poderá não ter sentido noutro.

### 5.2.3. Taxa marginal de retorno

Para o Grupo 2.3, a  $TMGRx_1$ , de uma maneira geral (tabela 8), não se apresentou de modo incentivador, pois, a maior TMGR foi de 0,02,

significando que para cada cruzeiro investido em N ou K, o retorno correspondente seria de Cr\$ 0,02/ha. Foi usado o nível fixado de P em zero kg/ha, aos três diferentes níveis de preços do produto, por terem dado os maiores montantes de receita líquida. Na maioria dos casos estudados o valor do produto marginal - VPMG - do insumo foi menor que seu preço, indicando que se deve usar menor quantidade do fator em questão.

Tabela 8 - Taxas marginais de retorno dos fatores  $x_1$  (N) e  $x_3$  (K). Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP, 1957 a 1961.

PREÇOS DO ANO AGRÍCOLA	G R U P O 2.3	
	TMGR (N)	TMGR (K)
1971/72	-0,01	-0,01
	0,02	-0,01
	-	0,02
	-0,02	-0,01
1972/73	-0,02	-0,02
	-0,01	-0,03
	-	0,01
	0,01	0,01
1973/74	-0,01	-
	-	-
	0,01	-
1974/75	-0,01	0,01

### 5.3. Análise do "custo de decisão errada"

Para efeito desta análise utilizou-se o grupo 2.3., a níveis fixados de P; uma vez que as quantidades de nutrientes encontradas satisfizeram às condições do experimento, exceto para o ano 74/75, onde usou-se doses nulas de N, em face das quantidades negativas encontradas.

Optou-se pela primeira coluna da receita líquida, da tabela 36 (Apêndice 6), onde verificou-se as maiores receitas líquidas, não obstante os maiores rendimentos terem se verificado para P = 40 kg/ha (2a. coluna de rendimento).

Usou-se os preços mínimos oficiais, preços médios e preços máximos verificados em cada ano agrícola.

Considerando-se que o agricultor adota as doses recomendadas de nutrientes e conhece seus preços, o problema de maximizar seus lucros se restringe a descobrir qual será o preço do produto na colheita. A incerteza, com relação ao preço, irá gerar um custo, cuja magnitude estará conectada com a predição menos ou mais acurada do preço do produto. A mensuração deste custo será a diferença entre a receita líquida obtida a preços alternativos do produto e a receita líquida máxima. Esta diferença será o "quantum" o agricultor poderá pagar para obter uma informação mais precisa do preço do produto.

Analisando-se a tabela 36 (Apêndice 6) pode-se responder à pergunta: qual o custo de uma "decisão errada" quanto ao uso dos insumos ocasionada pelo desconhecimento do preço de venda do produto?

Para condições do ano 71/72, ve-se que se o produtor estimar o preço do milho em Cr\$ 0,275/ha e aplicar 31 kg/ha de N e 28 kg/ha de K, mas à época da comercialização o preço vem a ser o mínimo oficial de Cr\$ 0,217/kg, o produtor simplesmente usou 4 kg/ha a mais de N, e 5 kg/ha de K, não obstante ter obtido 42,42 kg/ha a mais de milho. A perda, em termos de renda líquida, ou seja, o custo de sua "decisão errada" seria de Cr\$1,10/ha. Por outro lado, se o preço de milho tivesse sido Cr\$0,324/kg, o agricultor teria usado 3 kg/ha a menos de N e 2 kg/ha de K, a sua produção experimental teria um decréscimo de 21,89 kg/ha, refletindo numa perda de receita da ordem de Cr\$ 0,62/ha.

O custo de se tomar uma "decisão errada" seria no máximo Cr\$ 4,06/ha, se o produtor tomasse a decisão de adubar com base no preço mínimo e o preço fosse Cr\$ 0,324/ha à época da comercialização; e seria no mínimo Cr\$ 0,45/ha, se se baseasse em Cr\$ 0,324/ha — o preço máximo do ano — e à época da comercialização o preço do milho fosse Cr\$ 0,275/kg — preço médio do ano.

Viu-se na tabela 5 que a máxima eficiência econômica se deu para o grupo 2.3: N = 45 kg/ha, P = 25 kg/ha e K = 48 kg/ha, gerando um rendimento máximo de 6.502,26 kg/ha.

#### 5.4. Considerações finais

Não se utilizou a fórmula 3 discutida na seção 4.2.1., devido ao fato de nela estar inserido o fator elasticidade de produção ( $n$ ). O valor da elasticidade de produção, embora tenha sido estimado (Apêndice 3,

Tabela 11), apresentou erros de aproximação, geralmente, provocando um custo de decisão errada diferente dos encontrados na Tabela 36 (Apêndice 6). Para o caso específico deste trabalho, onde as diferenças entre as receitas líquidas não ótimas e ótimas foram muito próximas as elasticidades de produção mascararam os resultados. A exemplo de MENDES (1974), optou-se pelo cálculo do custo de decisão errada através destas diferenças.

Na Tabela 36 (Apêndice 6), ano 74/75, aparecem quantidades nulas de N e decimais para o K. Este fato é explicado sob duas óticas diferentes. Sob o aspecto matemático, quando se usou a função de produção e determinou-se as quantidades ótimas dos insumos para cada relação de preços, obteve-se quantidades negativas para alguns nutrientes que, satisfazendo à função, teoricamente, não tem significado prático. A segunda, de ordem econômica, quando se procede da maneira descrita acima, como não faz sentido usar-se quantidades negativas de insumos, estas quantidades negativas foram zeradas e substituídas na função de produção. Entretanto, tal procedimento gerou um custo de decisão errada positivo. Ora, sendo o custo de decisão errada um desvio da receita líquida máxima, não pode ser positivo. Para contornar o problema, como tomou-se valores fixos para o fósforo, zerou-se as quantidades negativas de insumos e encontrou-se as quantidades ótimas de potássio.

Aos preços de 74/75, se o agricultor estimasse o preço do milho como sendo o mínimo oficial e à época da comercialização o preço se apresentasse a Cr\$0,666/kg, o custo de decisão errada seria de Cr\$ 0,42/kg,

considerando-se os níveis mais baixos de renda, isto é, ao nível de P igual a 80 kg/ha. A este nível de P a produção sofreu um decréscimo, sugerindo que o ajustamento de um modelo quadrático foi o mais indicado, expressando melhor o fenômeno biológico, em consonância com VIEIRA (1971).

No ano agrícola 1974/1975 foi dado pelo Governo um subsídio à compra de fertilizantes, da seguinte maneira:

- 1 - compra à vista prevalece o subsídio de 40%;
- 2 - compra a prazo, até 9 meses, incidem juros de 15% ao ano, ficando o subsídio, por este processo, na ordem de 28,75%.

Portanto, com o advento do subsídio, os agricultores obtiveram incremento no rendimento aos diferentes níveis de preços do milho, de 4,42%, 3,73% e 2,38%, respectivamente, preços mínimo, médio e máximo em comparação a 74/75, sem subsídio (tabela 37 - Apêndice 7).

Analisando-se a Tabela 37 (Apêndice 7), se o agricultor plantasse com base no preço do produto a Cr\$ 0,666/kg e à época da comercialização este preço fosse o mínimo oficial de Cr\$ 0,60/kg, ele teria usado 2,87 kg/ha a mais de N, e 0,96 kg/ha de K. Não obstante ter conseguido um acréscimo na produção de 29,97 kg/ha, seu custo por ter tomado esta decisão foi, somente, de Cr\$ 0,22/ha. O maior custo seria de Cr\$ 7,40/ha se o produtor estimasse o preço do milho a Cr\$ 0,80/kg e o mesmo se apresentasse a Cr\$ 0,60/kg na época da comercialização.

Com o subsídio dado pelo Governo, verificou-se que a curva da receita líquida continuou "achatada" evidenciando um patamar onde a es

tratégia de uso de insumos seria de adubar com quantidades menores que a "ótima".

## 6. CONCLUSÕES

1) para que a melhoria na produtividade (kg/ha) do milho variasse de 48,59 kg para 111,70 kg, o sacrifício em termos de receita líquida seria da ordem de Cr\$ 51,54 a Cr\$ 66,93, aos preços de 72/73. Os produtores que quisessem aumentar suas produtividades, baseados nos preços de 74/75, de 251,57 kg a 435,21 kg, teriam de sacrificar de Cr\$314,62 a Cr\$ 381,57, de suas receitas líquidas.

2) Para variações de preços do produto de Cr\$ 0,30/kg a Cr\$ 0,509/kg e de Cr\$ 0,60/kg a Cr\$ 0,80 kg, consideradas bem amplas, as variações nas receitas líquidas, nestes mesmos intervalos, se apresentaram relativamente pequenas, denotando um patamar, onde a receita líquida é pouco sensível a variações nas quantidades usadas dos nutrientes. Usar o mínimo possível de insumos dentro desta faixa, seria a estratégia a ser indicada aos agricultores. Estas variações nos preços do produto são bem maiores que as estimadas por MENDES (1974);

3) para condições desfavoráveis de preços dos fatores - 74/75 - a perda em termos de receita líquida foi de Cr\$20,10/ha, quando o agricultor estimou o preço de produto em Cr\$0,60/kg e o mesmo se apresentou a Cr\$ 0,80/kg. O uso de insumos numa faixa menor proporcionou um decréscimo na produtividade da ordem de 183,64 kg/ha. O montante que o agricultor deixou de perceber significa que ele estaria disposto a pagar esta quantia para obter melhores informações acerca do preço do produto. A perda em termos monetários quando se usou menos do insumo foi de Cr\$ 8,45/ha e a mais de Cr\$ 2,19/ha, para preços médios de 74/75, em relação aos preços máximo e mínimo do milho.

4) a curva de receita líquida continuou "achatada" com o advento da política subsidiária do Governo a fertilizantes, evidenciando que a estratégia de uso de nutrientes deveria ser em quantidades menores que a ótima.

5) finalizando, sendo os CDE encontrados relativamente insignificantes, nas condições estudadas, os produtores de milho não terão razão para despende quantias significativas para obter informação mais acurada a respeito do preço do milho.

## 7. SUMMARY

This is a study of the relationships between nitrogen ( $x_1$ ), phosphorus ( $x_2$ ), and potassium ( $x_3$ ) in corn production in the Ribeirão Preto region, State of São Paulo. Utilizing several combinations of inputs, we obtain different quantities of the product, involving a strategy to reduce losses in terms of income foregone when non-optimal decisions are made as to input utilization.

The main objective of the analysis was to study the effect of changes in the price of corn on farmers' net income.

The material utilized was the same studied by CAMPOS (1967), VIEIRA (1970) and CAMPOS (1973). These researchers made statistical, mathematical and economic analysis of the data utilizing a production response function with three nutrients, (N, P, K).

The cost of a wrong decision was defined as the difference between the net

income obtained from the utilization of non-optimal amount as compared to net income resulting from input amounts considered optimum (HAVLICEK e SEAGRAVES, 1962).

The model selected was <sup>selected</sup> of the quadratic form, as presented by CAMPOS (1967).

Two aspects were approached under the economic point of view. First, the results were analyzed to determine the optimal amounts of nitrogen, phosphorus and potassium to be used at different levels of prices for inputs and corn. The group 2.3 - the trial groups numbered 39 to 50 for the 1959/60 agricultural year - at fixed levels of phosphorus, was selected for the analysis because it showed optimum levels compatible with amounts of inputs utilized by the researcher. Second, an analysis of the net income function was conducted, in order to determine the strategy to be used in case of uncertainty relating to price of corn, in order to reduce the cost of a wrong decision when input amounts different from the optimal amount are used.

There were wide variations in the observed prices of corn in the different agricultural years and, consequently, the recommend doses of fertilizers were low, indicating a plateau where net income is almost insensitive to these variations. The strategy to be indicated in this case is to use the minimum amount possible of inputs within this range.

The findings of the study indicate that the costs of a wrong decision are relatively insignificant; therefore the corn producers have no incentive to spend significant amounts of money to obtain more accurate information about input and product prices, under the conditions studied.

## 8. LITERATURA CITADA

- BRASIL, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1975. Sinopse Estatística do Brasil. Rio de Janeiro, Departamento de Divulgação Estatística, 429p.
- CAMPOS, H. de, 1967. Aspectos da Aplicação das Superfícies de Resposta a Ensaio Fatoriais 3x3x3 de Adubação. Piracicaba, ESALQ/USP, 82p. (Tese de Livre Docência).
- CAMPOS, H. de, P.F. CIDADE DE ARAUJO e H.V. de ARRUDA (1973). Aspectos Econômicos da Adubação em Milho. Agricultura em São Paulo, I: 149-183.
- CARVALHO, R.C.A., 1963. Análise Econômica de Experimentos de Alimentação de Suínos. Viçosa, UFV, 47p. (Dissertação de Mestrado).
- HAVLICEK, Jr. e J.A. SEAGRAVES, 1962. The "cost of wrong decisions" as guide in production research. Journal of Farm Economics. Menasha, 44 (1): 157-164.

- HEADY, E. e J.L. DILLON, 1969. Agricultural production functions. Ames, Iowa State University Press. 667 p.
- LANZER, E.A., 1970. Análise Econômica de um Grupo de Experimentos de Fertilizantes e Calagem do Solo na Cultura do Trigo no Rio Grande do Sul. Porto Alegre, IEPE, 117p. (Dissertação de Mestrado).
- LESSINGER, E., 1972. Análise Econômica do Efeito Residual do Fósforo e do Calcário num Experimento com Pastagem e Trigo Através de Funções de Produção. Porto Alegre, IEPE, 100p. (Dissertação de Mestrado).
- MENDES, L.G., 1974. Análise do "Custo de Decisão Errada" Sob Condições de Incerteza de Preço: o Caso da Batatinha no Estado da Bahia. Viçosa, UFV, 49p. (Dissertação de Mestrado).
- PIMENTEL GOMES, F., 1966. Curso de Estatística Experimental. Piracicaba, Livraria Nobel S.A. 430p.
- SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura. Instituto de Economia Agrícola, de ago/1971 a jul/1975. Informações Econômicas.
- SILVA, M.F., 1972. Análise Econômica de Experimentos de Adubação em Cana-de-Açúcar, nos Municípios de Passos e Três Pontas, MG. Viçosa, UFV, 66p. (Dissertação de Mestrado).
- SCHUH, G.E. e TOLLINI, H., 1972. Análise Econômica de Ensaios de Adubação. Brasília, EAPA/SUPLAN. 44p. (Mimeografado).
- TEIXEIRA, T.D., 1970. Superfície Quadrática e suas Aplicações na Análise Econômica de Experimentos. Viçosa, UFV, 164 p. (Dissertação de Mestrado).

VIEIRA, S., 1970. Aspectos da Função de Produção Ajustadas aos Ensaios Fatoriais 3x3x3 de Adubação. Piracicaba, ESALQ/USP, 165p. (Tese de Doutorado).

VIEIRA, S. H.V. ARRUDA e R. HOFFMANN (1971). Estudo Comparativo de Três Funções na Análise Econométrica de Experimentos de Adubação. Piracicaba, Convênio ESALQ/USP/ESCOA-MA. 111 p.

A P E N D I C E

A P Ê N D I C E 1

Tabela 9 - Produtividades Físicas Marginais dos fatores  $x_1$ ,  $x_2$  e  $x_3$ . Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período 1957 a 1961.

FATORES			Grupo 2.1			Grupo 2.2			Grupo 2.3			Grupo 2.4		
$x_1$	$x_2$	$x_3$	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C <sup>(a)</sup>
0	0	0	504	217	-27	773	195	51	700	106	262	688	129	62
0	0	1	496	197	-88	774	207	-32	635	107	104	702	106	-260
0	0	2	488	177	-149	775	219	-114	571	108	-55	715	83	-582
0	1	0	542	149	-46	835	127	63	650	25	263	656	67	39
0	1	1	515	121	-107	837	139	-20	585	26	105	670	45	-283
0	1	2	507	101	-168	838	150	-103	520	27	-54	684	22	-604
0	2	0	542	64	-66	898	58	74	600	-57	264	625	6	16
0	2	1	533	534	-127	899	332	-8	535	-56	105	639	639	-16
0	2	2	525	25	-108	900	82	-91	470	-55	-53	653	-39	-627
1	0	0	110	236	-35	146	258	52	180	56	196	427	98	75
1	0	1	102	178	-96	147	270	31	115	56	39	441	75	-247
1	0	2	94	196	-157	148	281	-112	50	54	-119	455	52	-569
1	1	0	129	159	-55	208	326	64	129	-25	198	396	36	53
1	1	1	121	140	-116	209	201	-19	65	-24	40	410	14	-270
1	1	2	113	120	-176	210	213	161	61	-23	-118	424	-9	-591
1	2	0	148	83	-74	271	120	75	79	-107	-120	305	-25	30
1	2	1	140	63	-135	272	132	-101	14	-106	-118	379	-48	-292
1	2	2	132	43	-197	273	294	-90	-50	-105	-117	393	-70	-614
2	0	0	-283	255	-43	-481	320	53	-341	6	133	167	66	89
2	0	1	-292	235	-104	-480	332	-30	-405	5	-26	181	44	-234
2	0	2	-300	140	-165	-479	344	-112	-470	4	-184	195	21	-556
2	1	0	-264	178	-63	-419	139	65	-391	-76	134	136	5	67
2	1	1	-273	158	-124	-417	151	-18	-456	-75	-25	150	-17	-257
2	1	2	-281	139	-185	-416	163	-100	-520	-74	-183	164	-40	-578
2	2	0	-246	102	-83	-356	208	77	-441	-157	135	105	-56	44
2	2	1	-254	82	-144	-355	220	-6	-506	-156	-24	119	-79	-279
2	2	2	-262	62	-205	-354	232	-89	-571	-155	-182	133	-102	-601

- a) A São as produtividades físicas marginais de  $x_1$ ;  
 B São as produtividades físicas marginais de  $x_2$ ;  
 C São as produtividades físicas marginais de  $x_3$ .

Fonte: Seção 5.2.

A P P E N D I C E 2

Tabela 10 - Produtividades físicas médias dos fatores  $x_1$ ,  $x_2$  e  $x_3$ . Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período 1957 a 1961.

FATORES			Grupo 2.1			Grupo 2.2			Grupo 2.3			Grupo 2.4		
N	P	K	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C <sup>(a)</sup>
$x_1$	$x_2$	$x_3$	(Cr\$/ha)			(Cr\$/ha)			(Cr\$/ha)			(Cr\$/ha)		
0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	0	1	-	-	4146	-	-	4614	-	-	6098	-	-	5497
0	0	2	-	-	2014	-	-	2770	-	-	3062	-	-	2538
0	1	0	-	4382	-	-	4765	-	-	5981	-	-	5694	-
0	1	1	-	4305	4305	-	4788	4788	-	6164	6164	-	5572	5572
0	1	2	-	4167	2084	-	4727	2363	-	6190	3095	-	5128	2564
0	2	0	-	2242	-	-	2429	-	-	2982	-	-	2865	-
0	2	1	-	2194	4476	-	2446	5165	-	1575	6150	-	2795	5586
0	2	2	-	2115	2115	-	2421	2421	-	3088	3088	-	2560	2560
1	0	0	4510	-	-	5064	-	-	6355	-	-	6153	-	-
1	0	1	4445	-	4445	5075	-	5075	6473	-	6473	6068	-	6068
1	0	2	4345	-	2239	5332	-	2202	6433	-	3216	5661	-	2830
1	1	0	4708	4708	-	5287	5287	-	6370	6370	-	6220	6220	-
1	1	1	4623	4623	4623	5310	5310	5310	6489	6489	6489	6112	6112	6112
1	1	2	4476	4476	2238	5251	5251	2625	6450	6450	3225	5705	5705	2813
1	2	0	4829	2414	-	5442	2721	-	6304	3152	-	6226	3113	-
1	2	1	4724	2362	4724	5477	2362	5477	6425	3212	6425	6095	3048	6095
1	2	2	4558	2279	2279	5429	2715	2715	6389	3193	3193	5620	2821	2821
2	0	0	2212	-	-	2448	-	-	3137	-	-	3225	-	-
2	0	1	2175	-	3896	2454	-	4908	3164	-	6328	3190	-	5531
2	0	2	2108	-	2108	2419	-	2419	3111	-	3111	2993	-	2993
2	1	0	2587	4640	-	2591	5182	-	3120	6239	-	3243	6486	-
2	1	1	2273	4547	4547	2603	5206	5206	3147	6294	6294	3196	6392	6392
2	1	2	2196	4392	2196	2574	5148	2574	3174	6065	3174	3149	5976	3149
2	2	0	2390	2390	-	2700	2700	-	3061	3061	-	3230	3230	-
2	2	1	2333	2331	5268	2593	2593	5435	3089	3089	6180	3172	3172	6344
2	2	2	2246	2246	2246	2694	2694	2694	3038	3038	3038	2953	2953	2953

a) A São as produtividades físicas médias de  $x_1$ .

B São as produtividades físicas médias de  $x_2$ .

C São as produtividades físicas médias de  $x_3$ .

A P E N D I C E 3

Tabela 11 - Elasticidades Parciais de Produção dos fatores  $x_1$ ,  $x_2$  e  $x_3$ . Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período 1957 a 1961.

FATORES $x_1$ $x_2$ $x_3$	Grupo 2.1			Grupo 2.2			Grupo 2.3			Grupo 2.4		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C(a)
0 0 0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0 0 1	-	-	-0,211	-	-	-0,007	-	-	0,017	-	-	-0,087
0 0 2	-	-	-0,074	-	-	-0,041	-	-	-0,034	-	-	-0,230
0 1 0	-	0,320	-	-	0,027	-	-	0,004	-	-	0,012	-
0 1 1	-	0,028	-0,025	-	0,029	-0,004	-	0,004	0,017	-	0,008	-0,051
0 1 2	-	0,024	-0,081	-	0,032	-0,043	-	0,004	-0,017	-	0,004	-0,236
0 2 0	-	0,028	-	-	0,024	-	-	-0,019	-	-	0,002	-
0 2 1	-	0,243	-0,028	-	0,136	-0,002	-	-0,036	0,017	-	0,229	-0,003
0 2 2	-	0,248	0,012	-	0,034	-0,038	-	-0,018	-0,017	-	-0,015	-0,250
1 0 0	0,024	-	-	0,030	-	-	0,030	-	-	0,070	-	-
1 0 1	0,023	-	-0,023	0,030	-	0,006	0,020	-	0,006	0,073	-	-0,041
1 0 2	0,022	-	-0,070	0,030	-	-0,051	0,008	-	-0,040	0,080	-	-0,201
1 1 0	0,027	0,034	-	0,039	0,062	-	0,020	-0,004	-	0,064	0,006	-
1 1 1	0,026	0,030	-0,025	0,039	0,038	-0,003	0,010	-0,004	0,006	0,067	0,002	-0,044
1 1 2	0,03	0,03	-0,08	0,04	0,04	0,04	0,01	zero	-0,04	0,07	zero	-0,21
1 2 0	0,03	0,03	-	0,05	0,04	-	0,01	-0,03	-	0,05	-0,01	-
1 2 1	0,03	0,03	-0,03	0,05	0,06	-0,02	zero	-0,03	-0,02	-0,06	-0,02	-0,05
1 2 2	0,03	0,02	-0,09	0,05	0,11	-0,03	-0,01	-0,03	-0,04	0,07	-0,02	-0,22
2 0 0	-0,13	-	-	-0,20	-	-	-0,11	-	-	0,05	-	-
2 0 1	-0,13	-	-0,03	-0,20	-	-0,01	-0,13	-	zero	0,06	-	-0,04
2 0 2	-0,14	-	-0,08	-0,20	-	-0,05	-0,15	-	-0,06	0,07	-	-0,19
2 1 0	-0,10	0,04	-	-0,16	0,03	-	-0,13	-0,01	-	0,04	zero	-
2 1 1	-0,12	0,03	-0,03	-0,16	0,03	zero	-0,14	-0,01	zero	0,05	zero	-0,04
2 1 2	-0,13	1,03	-0,08	-0,16	0,03	-0,04	-0,16	-0,01	-0,06	0,05	-0,01	-0,18
2 2 0	-0,10	0,04	-	-0,13	0,06	-	-0,14	-0,05	-	0,03	-0,02	-
2 2 1	-0,11	0,04	-0,03	-0,14	0,08	zero	-0,16	-0,05	zero	0,04	-0,02	-0,04
2 2 2	-0,12	0,03	-0,09	-0,13	0,09	-0,03	-0,19	-0,05	-0,06	0,05	-0,03	-0,20

a) A São as elasticidades parciais de produção de  $x_1$ ;

B São as elasticidades parciais de produção de  $x_2$ ;

C São as elasticidades parciais de produção de  $x_3$ .

FONTE: Apêndices 1 e 2.

APÊNDICE 4

Tabela 12 - Níveis ótimos dos fatores  $x_2$  (P) e  $x_3$  (K), para níveis fixados de  $x_1$  (N) e superfície de produção. Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período 1957 a 1961.

GRUPO 2.1

A N O	PREÇOS MÉDIOS	NUTRIENTES	NÍVEIS FIXADOS DE N(kg/ha)			NÍVEIS ÓTIMOS NA SUPERFÍCIE	PREÇOS MÍNIMOS PRODUTO
			N = 0	N = 40	N = 80		
71/72	$P_p = 56,92$	P	29,0	41,0	54,0	39,0	0,217
			3,0	15,0	27,0	10,0	
	$P_k = 28,00$	K	-94,0	-103,0	-113,0	-101,0	
			$P_y = 0,275$	-103,0	-112,0	-122,0	
72/73	$P_p = 74,68$	P	30,0	43,0	56,0	41,0	0,300
			6,0	18,0	31,0	14,0	
	$P_k = 31,92$	K	-83,0	-93,0	-102,0	-91,0	
			$P_y = 0,376$	-89,0	-99,0	-108,0	
73/74	$P_p = 156,60$	P	-21,0	-9,0	3,0	-19,0	0,500
			-29,0	-16,0	-4,0	-27,0	
	$P_k = 57,92$	K	-83,0	-92,0	-102,0	-85,0	
			$P_y = 0,525$	-84,0	-94,0	-103,0	
74/75	$P_p = 257,12$	P	-68,0	-56,0	-43,0	-71,0	0,600
			-90,0	-77,0	-65,0	-95,0	
	$P_k = 85,80$	K	-80,0	-89,0	-99,0	-89,0	
			$P_y = 0,666$	-82,0	-92,0	-101,0	

Equações utilizadas

$$-393,8 x_1 + 18,9 x_2 - 8,3 x_3 + 504,2 = \frac{P_{x1}}{P_y}$$

$$18,9 x_1 - 76,4 x_2 - 19,7 x_3 + 216,8 = \frac{P_{x2}}{P_y}$$

$$-8,3 x_1 - 19,7 x_2 - 61,0 x_3 - 26,7 = \frac{P_{x3}}{P_y}$$

Tabela 13 - Níveis Ótimos dos fatores  $x_1$  (N) e  $x_3$  (K), para níveis fixados de  $x_2$  (P) e superfície de produção. Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período 1957 a 1961.

GRUPO 2.1

A N O	PREÇOS MÉDIOS	NUTRIENTES	NÍVEIS FIXADOS DE P (kg/ha)			NÍVEIS ÓTIMOS NA SUPERFÍCIE	PREÇOS MÍNIMOS PRODUTO
			P = 0	P = 40	P = 80		
71/72	P = 68,08	N	29,0	30,0	32,0	30,0	0,217
	P <sub>k</sub> = 28,00		22,0	24,0	26,0	22,0	
	P <sub>y</sub> = 0,275	K	-88,0	-101,0	-115,0	-101,0	
			-105,0	-118,0	-131,0	-108,0	
72/73	P = 88,96	N	29,0	31,0	33,0	31,0	0,300
	P <sub>k</sub> = 31,92		23,0	25,0	27,0	24,0	
	P <sub>y</sub> = 0,376	K	-77,0	-90,0	-103,0	-91,0	
			-90,0	-104,0	-117,0	-95,0	
73/74	P = 222,68	N	10,0	12,0	14,0	9,0	0,500
	P <sub>k</sub> = 57,92		8,0	10,0	12,0	7,0	
	P <sub>y</sub> = 0,525	K	-91,0	-104,0	-118,0	-85,0	
			-94,0	-108,0	-121,0	-86,0	
74/75	P = 394,12	N	- 7,0	- 5,0	- 2,0	-11,0	0,600
	P <sub>k</sub> = 85,80		-13,0	-11,0	- 9,0	-18,0	
	P <sub>y</sub> = 0,666	K	-101,0	-114,0	-127,0	-78,0	
			-109,0	-123,0	-136,0	-78,0	

Tabala 14 - Níveis ótimos dos fatores  $x_3$  (N) e  $x_2$  (P), para níveis fixados de  $x_1$  (K) e superfície de produção. Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período 1957 a 1961.

## GRUPO 2.1

A N O	PREÇOS MÉDIOS	NUTRIENTES	NÍVEIS FIXADOS DE K (kg/ha)			NÍVEIS ÓTIMOS NA SUPERFÍCIE	PREÇOS MÍNIMOS PRODUTO
			K = 0	K = 40	K = 80		
71/72	$P_N = 68,08$	N	27,0	25,0	24,0	30,0	0,217
	$P_Z = 56,92$		18,0	17,0	16,0	22,0	
	$P_Y = 0,275$	P	12,0	1,0	-10,0	39,0	
72/73	$P_N = 88,96$	N	-19,0	-30,0	-49,0	10,0	0,300
	$P_Z = 74,68$		28,0	27,0	25,0	31,0	
	$P_Y = 0,376$	P	21,0	19,0	18,0	24,0	
73/74	$P_N = 222,68$	N	16,0	6,0	-5,0	41,0	0,500
	$P_Z = 156,60$		6,0	5,0	3,0	9,0	
	$P_Y = 0,525$	P	4,0	2,0	1,0	7,0	
74/75	$P_N = 394,12$	N	-41,0	-52,0	-63,0	-19,0	0,600
	$P_Z = 257,12$		-13,0	-15,0	-16,0	-11,0	
	$P_Y = 0,666$	P	-21,0	-22,0	-24,0	-18,0	
			-92,0	-103,0	-113,0	-71,0	
			-116,0	-127,0	-137,0	-95,0	

Tabela 15 - Níveis ótimos dos fatores  $x_2$  (P) e  $x_3$  (K), para níveis fixados de  $x_1$  (N) e superfície de produção. Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período 1957 a 1961.

## GRUPO 2,2

A N O	PREÇOS MÉDIOS	NUTRIENTES	NÍVEIS FIXADOS DE N (kg/ha)			NÍVEIS ÓTIMOS NA SUPERFÍCIE	PREÇOS MÍNIMOS PRODUTO
			N = 0	N = 40	N = 80		
71/72	$P_p = 56,92$	P	-11,0	26,0	63,0	22,0	0,217
	$P_k = 28,00$		-47,0	-9,0	28,0	-21,0	
	$P_y = 0,275$	K	-26,0	-20,0	-15,0	-21,0	
	-45,0		-39,0	-32,0	-41,0		
72/73	$P_p = 74,68$	P	-5,0	32,0	70,0	30,0	0,300
	$P_k = 31,92$		-37,0	1,0	38,0	-9,0	
	$P_y = 0,376$	K	-17,0	-11,0	-6,0	-12,0	
	-32,0		-26,0	-20,0	-28,0		
73/74	$P_p = 156,60$	P	-67,0	-29,0	8,0	-51,0	0,500
	$P_k = 57,92$		-76,0	-39,0	-2,0	-62,0	
	$P_y = 0,525$	K	-38,0	-32,0	-27,0	-36,0	
	-44,0		-38,0	-32,0	-40,0		
74/75	$P_p = 257,12$	P	-121,0	-83,0	-46,0	-121,0	0,600
	$P_k = 85,80$		-147,0	-11,0	-73,0	-155,0	
	$P_y = 0,666$	K	-55,0	-49,0	-43,0	-55,0	
	-66,0		-60,0	-54,0	-67,0		

Equações utilizadas

$$-627,0 x_1 + 62,3 x_2 + 1,1 x_3 + 773,1 = \frac{P_{x_1}}{P_y}$$

$$62,3 x_1 - 68,6 x_2 + 11,8 x_3 + 195,4 = \frac{P_{x_2}}{P_y}$$

$$1,1 x_1 + 11,8 x_2 - 82,6 x_3 + 50,8 = \frac{P_{x_3}}{P_y}$$

Tabela 16 - Níveis ótimos dos fatores  $x_1$  (N) e  $x_3$  (K), para níveis fixados de  $x_2$  (P) e superfície de produção. Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período 1957 a 1961.

GRUPO 2.2

A N O	PREÇOS MÉDIOS	NUTRIENTES	NÍVEIS FIXADOS DE P (kg/ha)			NÍVEIS ÓTIMOS NA SUPERFÍCIE	PREÇOS MÍNIMOS PRODUTO
			P = 0	P = 40	P = 80		
71/72	$P_n = 68,08$	N	33,0	38,0	41,0	36,0	0,217
			$P_k = 28,00$	29,0	33,0	37,0	
	$P_y = 0,275$	K	-24,0	-18,0	-13,0	-21,0	
			-37,0	-32,0	-26,0	-41,0	
72/73	$P_n = 88,96$	N	34,0	38,0	42,0	37,0	0,300
			$P_k = 31,92$	30,0	34,0	38,0	
	$P_y = 0,376$	K	-16,0	-10,0	-5,0	-12,0	
			-27,0	-21,0	-15,0	-28,0	
73/74	$P_n = 222,68$	N	22,0	26,0	30,0	17,0	0,500
			$P_k = 57,92$	21,0	25,0	29,0	
	$P_y = 0,525$	K	-28,0	-23,0	-17,0	-36,0	
			-31,0	-25,0	-20,0	-40,0	
74/75	$P_n = 394,12$	N	12,0	15,0	19,0	-57,0	0,600
			$P_k = 85,80$	7,0	11,0	15,0	
	$P_y = 0,666$	K	-38,0	-32,0	-26,0	-55,0	
			-45,0	-39,0	-33,0	-67,0	

Tabela 17 - Níveis ótimos dos fatores  $x_1$  (N) e  $x_2$  (P), para níveis fixados de  $x_3$  (K) e superfície de produção. Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período 1957 a 1961.

GRUPO 2.2

A N O	PREÇOS MÉDIOS	NUTRIENTES	NÍVEIS FIXADOS DE K (kg/ha)			NÍVEIS ÓTIMOS NA SUPERFÍCIE	PREÇOS MÍNIMOS PRODUTO
			K = 0	K = 40	K = 80		
71/72	$P_n = 68,08$	N	36,0	37,0	38,0	36,0	0,217
	$P_p = 56,92$		28,0	29,0	30,0	27,0	
	$P_y = 0,275$	P	26,0	34,0	41,0	22,0	
			-13,0	6,0	2,0	-21,0	
72/73	$P_n = 88,96$	N	37,0	38,0	39,0	37,0	0,300
	$P_p = 74,68$		30,0	31,0	32,0	29,0	
	$P_y = 0,376$	P	32,0	40,0	47,0	30,0	
			-4,0	4,0	11,0	-9,0	
73/74	$P_n = 222,68$	N	18,0	19,0	20,0	17,0	0,500
	$P_p = 156,60$		15,0	16,0	17,0	15,0	
	$P_y = 0,525$	P	-44,0	-36,0	-28,0	-51,0	
			-55,0	-47,0	-39,0	-62,0	
74/75	$P_n = 394,12$	N	1,0	1,0	2,0	-57,0	0,600
	$P_p = 257,12$		-7,0	-6,0	-5,0	-8,0	
	$P_y = 0,666$	P	-111,0	-103,0	-95,0	-121,0	
			-142,0	-134,0	-127,0	-155,0	

Tabela 18 - Níveis ótimos dos fatores  $x_2$  (P) e  $x_3$  (K), para níveis fixados de  $x_1$  (N), e superfície de produção. Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período 1957 a 1961.

GRUPO 2.3

A N O	PREÇOS MÉDIOS	NUTRIENTES	NÍVEIS FIXADOS DE N(kg/ha)			NÍVEIS ÓTIMOS NA SUPERFÍCIE	PREÇOS MÍNIMOS PRODUTO
			N = 0	N = 40	N = 80		
71/72	$P_p = 56,92$	P	-49,0	-74,0	-99,0	-73,0	0,217
	$P_k = 28,00$		-76,0	-101,0	-126,0	-99,0	
	$P_y = 0,275$	K	40,0	24,0	7,0	24,0	
72/73	$P_p = 74,68$	P	-45,0	-70,0	-95,0	-69,0	0,300
	$P_k = 31,92$		-70,0	-95,0	-120,0	-93,0	
	$P_y = 0,376$	K	44,0	28,0	11,0	28,0	
73/74	$P_p = 156,60$	P	-94,0	-119,0	-144,0	-112,0	0,500
	$P_k = 57,92$		-101,0	-126,0	-151,0	-119,0	
	$P_y = 0,525$	K	38,0	21,0	5,0	26,0	
74/75	$P_p = 257,12$	P	-137,0	-162,0	-187,0	-149,0	0,600
	$P_k = 85,80$		-158,0	-183,0	-208,0	-169,0	
	$P_y = 0,666$	K	33,0	16,0	-2,0	25,0	
			29,0	13,0	-4,0	22,0	

Equações utilizadas:

$$-520,4 x_1 - 50,3 x_2 - 64,7 x_3 + 700,1 = \frac{P_{x1}}{P_y}$$

$$-50,3 x_1 - 81,4 x_2 + x_3 + 106,2 = \frac{P_{x2}}{P_y}$$

$$-64,7 x_1 + x_2 - 158,4 x_3 + 262,0 = \frac{P_{x3}}{P_y}$$

Tabela 19 - Níveis ótimos dos fatores  $x_1$  (N) e  $x_3$  (K), para níveis fixados de  $x_2$  (P) e superfície de produção. Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período 1957 a 1961.

GRUPO 2.3

A N O	PREÇOS MÉDIOS	NUTRIENTES	NÍVEIS FIXADOS DE P (kg/ha)			NÍVEIS ÓTIMOS NA SUPERFÍCIE	PREÇOS MÍNIMOS PRODUTO		
			P = 0	P = 40	P = 80				
71/72	$P_n = 68,08$	N	31,0	27,0	23,0	39,0	0,217		
	$P_k = 28,00$		27,0	23,0	19,0	37,0			
	$P_y = 0,275$	K	28,0	30,0	32,0	24,0			
			23,0	25,0	26,0	18,0			
	72/73	$P_n = 88,96$	N	32,0	28,0	23,0		39,0	0,300
		$P_k = 31,92$		28,0	23,0	19,0		37,0	
$P_y = 0,376$		K	32,0	34,0	36,0	28,0			
			28,0	30,0	32,0	24,0			
73/74		$P_n = 222,68$	N	17,0	13,0	9,0	29,0	0,500	
		$P_k = 57,92$		16,0	12,0	8,0	28,0		
	$P_y = 0,525$	K	31,0	33,0	35,0	26,0			
			30,0	32,0	34,0	25,0			
	74/75	$P_n = 394,12$	N	4,0	zero	-4,0	20,0		0,600
		$P_k = 85,80$		zero	-4,0	-9,0	17,0		
$P_y = 0,666$		K	32,0	34,0	36,0	25,0			
			30,0	32,0	34,0	22,0			

Tabela 20 - Níveis ótimos dos fatores  $x_1$  (N) e  $x_2$  (P), para níveis fixados de  $x_3$  (K) e superfície de produção. Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período de 1957 a 1961.

GRUPO 2.3

A N O	PREÇOS MÉDIOS	NUTRIENTES	NÍVEIS FIXADOS DE K- (kg/ha)			NÍVEIS ÓTIMOS NA SUPERFÍCIE	PREÇOS MÍNIMOS PRODUTO
			K = 0	K = 40	K = 80		
71/72	$P_n = 68,08$	N	42,0	37,0	31,0	39,0	0,217
	$P_p = 56,92$		39,0	34,0	29,0	37,0	
	$P_y = 0,275$	P	-76,0	-72,0	-68,0	-73,0	
	-101,0		-97,0	-94,0	-99,0		
72/73	$P_n = 88,96$	N	43,0	37,0	32,0	39,0	0,300
	$P_p = 74,68$	P	40,0	35,0	30,0	37,0	
	$P_y = 0,376$	N	-72,0	-68,0	-64,0	-69,0	
		P	-95,0	-91,0	-87,0	-93,0	
73/74	$P_n = 222,68$	N	32,0	27,0	22,0	29,0	0,500
	$P_p = 156,60$	P	31,0	26,0	21,0	28,0	
	$P_y = 0,525$	N	-114,0	-110,0	-108,0	-112,0	
		P	-121,0	-117,0	-113,0	-119,0	
74/75	$P_n = 394,12$	N	23,0	18,0	12,0	20,0	0,600
	$P_p = 257,12$	P	20,0	14,0	9,0	17,0	
	$P_y = 0,666$	N	-152,0	-148,0	-144,0	-149,0	
		P	-171,0	-167,0	-163,0	-169,0	

Tabela 21 - Níveis ótimos dos fatores  $x_2$  (P) e  $x_3$  (K), para níveis fixados de  $x_1$  (N) e superfície de produção. Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período de 1957 a 1961.

GRUPO 2,4

A N O	PREÇOS MÉDIOS	NUTRIENTES	NÍVEIS FIXADOS DE N (kg/ha)			NÍVEIS ÓTIMOS NA SUPERFÍCIE	PREÇOS MÍNIMOS PRODUTO
			N = 0	N = 40	N = 80		
71/72	$P_p = 56,92$	P	- 51,0	- 72,0	- 94,0	- 93,0	0,217
	$P_k = 28,00$		- 87,0	-108,0	-130,0	-126,0	
	$P_y = 0,275$	K	- 1,0 - 2,0	- 2,0 1,0	5,0 4,0	5,0 4,0	
72/73	$P_p = 74,68$	P	- 46,0	- 67,0	- 89,0	- 89,0	0,300
	$P_k = 31,92$		- 79,0	-100,0	-122,0	-119,0	
	$P_y = 0,376$	K	zero zero	4,0 3,0	7,0 6,0	7,0 6,0	
73/74	$P_p = 156,60$	P	-111,0	-133,0	-155,0	-143,0	0,500
	$P_k = 57,92$		-121,0	-143,0	-164,0	-151,0	
	$P_y = 0,525$	K	2,0 2,0	5,0 5,0	8,0 8,0	7,0 6,0	
74/75	$P_p = 257,12$	P	-170,0	-191,0	-213,0	-190,0	0,600
	$P_k = 85,80$		-197,0	-230,0	-241,0	-214,0	
	$P_y = 0,666$	K	4,0 4,0	7,0 7,0	10,0 10,0	7,0 6,0	

Equações utilizadas

$$-260,2 x_1 - 31,1 x_2 + 13,9 x_3 + 687,6 = \frac{P_{x_1}}{P_y}$$

$$- 31,1 x_1 - 61,2 x_2 - 22,7 x_3 + 128,6 = \frac{P_{x_2}}{P_y}$$

$$- 13,9 x_1 - 22,7 x_2 - 321,6 x_3 + 61,5 = \frac{P_{x_3}}{P_y}$$

Tabela 22 - Níveis ótimos dos fatores  $x_1$  (N) e  $x_3$  (K), para níveis fixados de  $x_2$  (P) e superfície de produção. Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período 1957 a 1961.

GRUPO 2.4

A N O	PREÇOS MÉDIOS	NUTRIENTES	NÍVEIS FIXADOS DE P (kg/ha)			NÍVEIS ÓTIMOS NA SUPERFÍCIE	PREÇOS MÍNIMOS PRODUTO		
			P = 0	P = 40	P = 80				
71/72	$P_n = 68,08$	N	68,0	63,0	58,0	79,0	0,217		
	$P_k = 28,00$		57,0	52,0	47,0	73,0			
	$P_y = 0,275$	K	- 2,0	- 5,0	- 8,0	5,0			
			- 6,0	- 9,0	-14,0	4,0			
	72/73	$P_n = 88,96$	N	69,0	64,0	59,0		80,0	0,300
		$P_k = 31,92$		60,0	55,0	50,0		75,0	
$P_y = 0,376$		K	zero	- 3,0	- 6,0	7,0			
			- 3,0	- 6,0	- 9,0	6,0			
73/74		$P_n = 222,68$	N	40,0	35,0	30,0	58,0	0,500	
		$P_k = 57,92$		37,0	32,0	27,0	56,0		
	$P_y = 0,525$	K	- 4,0	- 7,0	-10,0	7,0			
			- 5,0	- 8,0	-11,0	6,0			
	74/75	$P_n = 394,12$	N	14,0	9,0	4,0	38,0		0,600
		$P_k = 85,80$		4,0	- 1,0	- 6,0	31,0		
$P_y = 0,666$		K	- 8,0	-11,0	-14,0	7,0			
			-10,0	-13,0	-16,0	6,0			

Tabela 23 - Níveis ótimos dos fatores  $x_1$  (N) e  $x_2$  (P), para níveis fixados de  $x_3$  (K) e superfície de produção. Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período 1957 a 1961.

GRUPO 2.4

A N O	PREÇOS MÉDIOS	NUTRIENTES	NÍVEIS FIXADOS DE P (kg/ha)			NÍVEIS ÓTIMOS NA SUPERFÍCIE	PREÇOS MÍNIMOS PRODUTO
			K = 0	K = 40	K = 80		
71/72	$P_n = 68,08$	N	79,0	83,0	87,0	79,0	0,217
	$P_p = 56,92$		72,0	76,0	81,0	73,0	
	$P_y = 0,275$	P	-91,0	-108,0	-125,0	-93,0	
72/73	$P_n = 88,96$	N	80,0	84,0	88,0	80,0	0,300
	$P_p = 74,68$		74,0	78,0	82,0	75,0	
	$P_y = 0,376$	P	-86,0	-103,0	-120,0	-89,0	
73/74	$P_n = 222,68$	N	57,0	61,0	65,0	58,0	0,500
	$P_p = 156,60$		55,0	59,0	63,0	56,0	
	$P_y = 0,525$	P	-140,0	-157,0	-174,0	-143,0	
74/75	$P_n = 394,12$	N	37,0	41,0	45,0	38,0	0,600
	$P_p = 257,12$		30,0	34,0	39,0	31,0	
	$P_y = 0,666$	P	-187,0	-204,0	-221,0	-190,0	
			-211,0	-228,0	-245,0	-214,0	

APÉNDICE 5

Tabela 24 - Níveis ótimos dos fatores  $x_2$  (P) e  $x_3$  (K), para níveis fixados de  $x_1$  (N) e superfície de produção, considerando o preço máximo do produto verificado no ano. Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período 1957 a 1961

GRUPO 2.1

A N O	PREÇOS	NUTRIENTES	NÍVEIS FIXADOS DE N (kg/ha)			NÍVEIS ÓTIMOS NA SUPERFÍCIE
			N = 0	N = 40	N = 80	
71/72	$P_p = 56,92$	P	44,0	56,0	68,0	55,0
	$P_k = 28,00$					
jan.	$P_y = 0,324$	K	-88,0	-100,0	-108,0	-97,0
72/73	$P_p = 74,68$	P	56,0	68,0	80,0	68,0
	$P_k = 31,92$					
jul.	$P_y = 0,509$	K	-80,0	-88,0	-96,0	-86,0
73/74	$P_p = 156,60$	P	-14,0	- 2,0	11,0	-10,0
	$P_k = 57,92$					
mai.	$P_y = 0,552$	K	-80,0	-92,0	-100,0	-85,0
74/75	$P_p = 257,12$	P	-36,0	-24,0	-10,0	-35,0
	$P_k = 85,80$					
jan.	$P_y = 0,800$	K	-80,0	-84,0	-96,0	-77,0

Equações usadas:

$$-393,8 x_1 + 18,9 x_2 - 8,3 x_3 + 504,2 = \frac{P_{x_1}}{P_y}$$

$$18,9 x_1 - 76,4 x_2 - 19,7 x_3 + 216,8 = \frac{P_{x_2}}{P_y}$$

$$-8,3 x_1 - 19,7 x_2 - 61,0 x_3 - 26,7 = \frac{P_{x_3}}{P_y}$$

Tabela 25 - Níveis ótimos dos fatores  $x_1$  (N) e  $x_3$  (K), para níveis fixados de  $x_2$  (P) e superfície de produção, considerando o preço máximo do produto verificado no ano. Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período 1957 a 1961.

GRUPO 2.1

A N O	PREÇOS	NUTRIENTES	NÍVEIS FIXADOS DE P (kg/ha)			NÍVEIS ÓTIMOS NA SUPERFÍCIE
			P = 0	P = 40	P = 80	
71/72	$P_n = 68,08$	N	32,0	34,0	36,0	35,0
	$P_k = 28,00$					
	$P_y = 0,324$	K	-80,0	-92,0	-104,0	-97,0
72/73	$P_n = 88,96$	N	36,0	37,0	39,0	39,0
	$P_k = 31,92$					
	$P_y = 0,509$	K	-64,0	-80,0	-90,0	-86,0
73/74	$P_n = 222,68$	N	12,0	14,0	16,0	12,0
	$P_k = 57,92$					
	$P_y = 0,552$	K	-88,0	-100,0	-116,0	-85,0
74/75	$P_n = 394,12$	N	3,0	5,0	8,0	1,0
	$P_k = 85,80$					
	$P_y = 0,800$	K	-88,0	-101,0	-116,0	-77,0

Tabela 26 - Níveis ótimos dos fatores  $x_1$  (N) e  $x_2$  (P), para níveis fixados de  $x_3$  (K) e superfície de produção, considerando o preço máximo do produto verificado no ano. Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período 1957 a 1961.

GRUPO 2.1

A N O	PREÇOS	NUTRIENTES	NÍVEIS FIXADOS DE K(kg/ha)			NÍVEIS ÓTIMOS NA SUPERFÍCIE
			K = 0	K = 40	K = 80	
71/72	$P_n = 68,08$	N	31,0	30,0	28,0	35,0
	$P_p = 56,92$					
	$P_y = 0,324$	P	29,0	19,0	8,0	55,0
72/73	$P_n = 88,96$	N	36,0	34,0	33,0	39,0
	$P_p = 74,60$					
	$P_y = 0,509$	P	46,0	35,0	24,0	68,0
73/74	$P_n = 222,68$	N	9,0	7,0	6,0	12,0
	$P_p = 156,60$					
	$P_y = 0,552$	P	-33,0	-44,0	-54,0	-10,0
74/75	$P_n = 394,12$	N	- 1,0	- 3,0	- 4,0	1,0
	$P_p = 257,12$					
	$P_y = 0,800$	P	-46,0	-66,0	-77,0	-35,0

Tabela 27 - Níveis Ótimos dos fatores  $x_2$  (P) e  $x_3$  (K), para níveis fixados de  $x_1$  (N) e superfície de produção, considerando o preço máximo do produto verificado no ano. Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período 1957 a 1961.

GRUPO 2.2

A N O	PREÇOS	NUTRIENTES	NÍVEIS FIXADOS DE N (kg/ha)			NÍVEIS ÓTIMOS NA SUPERFÍCIE
			N = 0	N = 40	N = 80	
71/72	$P_p = 56,92$	P	9,0	46,0	83,0	47,0
	$P_k = 28,00$					
	$P_y = 0,324$	K	16,0	-10,0	-5,0	-10,0
72/73	$P_p = 74,68$	P	28,0	65,0	103,0	70,0
	$P_k = 31,92$					
	$P_y = 0,509$	K	-2,0	4,0	10,0	5,0
73/74	$P_p = 156,60$	P	-57,0	-20,0	17,0	-39,0
	$P_k = 57,92$					
	$P_y = 0,552$	K	-34,0	-29,0	-23,0	-32,0
74/75	$P_p = 257,12$	P	-80,0	-43,0	-5,0	-70,0
	$P_k = 85,80$					
	$P_y = 0,800$	K	-40,0	-33,0	-27,0	-37,0

Equações usadas:

$$-627,0 x_1 + 62,3 x_2 + 1,1 x_3 + 773,1 = \frac{P x_1}{P_y}$$

$$62,3 x_1 - 68,6 x_2 + 11,8 x_3 + 195,4 = \frac{P x_2}{P_y}$$

$$1,1 x_1 + 11,8 x_2 - 82,6 x_3 + 50,8 = \frac{P x_3}{P_y}$$

Tabela 28 - Níveis ótimos dos fatores  $x_1$  (N) e  $x_3$  (K), para níveis fixados de  $x_2$  (P) e superfície de produção, considerando o preço máximo do produto verificado no ano. Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período 1957 a 1961.

GRUPO 2.2

A N O	PREÇOS	NUTRIENTES	NÍVEIS FIXADOS DE P (kg/ha)			NÍVEIS ÓTIMOS NA SUPERFÍCIE
			P = 0	P = 40	P = 80	
71/72	$P_n = 68,08$	N	36,0	40,0	44,0	41,0
	$P_k = 28,00$					
	$P_y = 0,324$	K	-17,0	-11,0	-5,0	-10,0
72/73	$P_n = 88,96$	N	38,0	42,0	46,0	45,0
	$P_k = 31,92$					
	$P_y = 0,509$	K	-5,0	1,0	6,0	5,0
73/74	$P_n = 222,68$	N	-23,0	28,0	32,0	20,0
	$P_k = 57,92$					
	$P_y = 0,552$	K	-26,0	-20,0	-14,0	-32,0
74/75	$P_n = 394,12$	N	18,0	22,0	26,0	11,0
	$P_k = 85,80$					
	$P_y = 0,800$	K	-27,0	-21,0	-16,0	-37,0

Tabela 29 - Níveis ótimos dos fatores  $x_1$  (N) e  $x_2$  (P), para níveis fixados de  $x_3$  (K) e superfície de produção considerando o preço máximo do produto verificado no ano. Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período 1957 a 1961.

GRUPO 2.2

A N O	PREÇOS	NUTRIENTES	NÍVEIS FIXADOS DE K (kg/ha)			NÍVEIS ÓTIMOS NA SUPERFÍCIE
			K = 0	K = 40	K = 80	
71/72	$P_n = 68,08$	N	40,0	42,0	42,0	41,0
	$P_p = 56,92$					
	$P_y = 0,324$	P	48,0	56,0	64,0	47,0
72/73	$P_n = 88,96$	N	45,0	46,0	47,0	45,0
	$P_p = 74,68$					
	$P_y = 0,509$	P	69,0	77,0	84,0	70,0
73/74	$P_n = 222,68$	N	20,0	21,0	22,0	20,0
	$P_p = 156,60$					
	$P_y = 0,552$	P	-33,0	-25,0	-18,0	-39,0
74/75	$P_n = 394,12$	N	12,0	12,0	13,0	11,0
	$P_p = 257,12$					
	$P_y = 0,800$	P	-63,0	-55,0	-48,0	-70,0

Tabela 30 - Níveis ótimos dos fatores  $x_2$  (P) e  $x_3$  (K), para níveis fixados de  $x_1$  (N) e superfície de produção considerando o preço máximo do produto verificado no ano. Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período 1957 a 1961.

GRUPO 2.3

A N O	PREÇOS	NUTRIENTES	NÍVEIS FIXADOS DE N(kg/ha)			NÍVEIS ÓTIMOS NA SUPERFÍCIE
			N = 0	N = 40	N = 80	
71/72	$P_p = 56,92$	P	-34,0	-58,0	-84,0	-58,0
	$P_k = 28,00$					
	$P_y = 0,324$	K	44,0	28,0	11,0	28,0
72/73	$P_p = 74,68$	P	-19,0	-44,0	-69,0	-41,0
	$P_k = 31,92$					
	$P_y = 0,509$	K	50,0	34,0	17,0	33,0
73/74	$P_p = 156,60$	P	-87,0	-112,0	-136,0	-105,0
	$P_k = 57,92$					
	$P_y = 0,552$	K	40,0	23,0	6,0	27,0
74/75	$P_p = 257,12$	P	-105,0	-130,0	-155,0	-120,0
	$P_k = 85,80$					
	$P_y = 0,800$	K	40,0	22,0	5,0	29,0

Equações usadas:

$$\begin{aligned}
 - 260,2 x_1 - 31,1 x_2 + 13,9 x_3 + 687,6 &= \frac{P x_1}{P_y} \\
 - 31,1 x_1 - 61,2 x_2 - 22,7 x_3 + 128,6 &= \frac{P x_2}{P_y} \\
 - 13,9 x_1 - 22,7 x_2 - 321,6 x_3 + 61,5 &= \frac{P x_3}{P_y}
 \end{aligned}$$

Tabela 31 - Níveis ótimos dos fatores  $x_1$  (N) e  $x_3$  (K), para níveis fixados de  $x_2$  (P) e superfície de produção considerando o preço máximo do produto verificado no ano. Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período 1957 a 1961.

GRUPO 2.3

A N O	PREÇOS	NUTRIENTES	NÍVEIS FIXADOS DE P (kg/ha)			NÍVEIS ÓTIMOS NA SUPERFÍCIE
			P = 0	P = 40	P = 80	
71/72	$P_n = 68,08$	N	34,0	30,0	26,0	40,0
	$P_k = 28,00$					
	$P_y = 0,324$	K	30,0	32,0	34,0	28,0
72/73	$P_n = 88,96$	N	36,0	32,0	28,0	41,0
	$P_k = 31,92$					
	$P_y = 0,509$	K	36,0	38,0	40,0	33,0
73/74	$P_n = 222,68$	N	19,0	15,0	10,0	30,0
	$P_k = 57,92$					
	$P_y = 0,552$	K	32,0	34,0	36,0	27,0
74/75	$P_n = 394,12$	N	12,0	8,0	5,0	24,0
	$P_k = 85,80$					
	$P_y = 0,800$	K	34,0	36,0	38,0	29,0

Tabela 32 - Níveis ótimos dos fatores  $x_1$  (N) e  $x_2$  (P), para níveis fixados de  $x_3$  (K) e superfície de produção, considerando o preço máximo do produto verificado no ano. Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período 1957 a 1961.

GRUPO 2.3

A N O	PREÇOS	NUTRIENTES	NÍVEIS FIXADOS DE K (kg/ha)			NÍVEIS ÓTIMOS NA SUPERFÍCIE
			K = 0	K = 40	K = 80	
71/72	$P_n = 68,08$	N	44,0	38,0	33,0	40,0
	$P_p = 56,92$					
	$P_y = 0,324$	P	-61,0	-57,0	-45,0	-58,0
72/73	$P_n = 88,96$	N	45,0	40,0	34,0	41,0
	$P_p = 74,68$					
	$P_y = 0,509$	P	-48,0	-44,0	-40,0	-41,0
73/74	$P_n = 222,68$	N	33,0	28,0	23,0	30,0
	$P_p = 156,60$					
	$P_y = 0,552$	P	-108,0	-104,0	-100,0	-105,0
74/75	$P_n = 394,12$	N	28,0	22,0	17,0	24,0
	$P_p = 257,12$					
	$P_y = 0,800$	P	-123,0	-119,0	-115,0	-120,0

Tabela 33 - Níveis ótimos dos fatores  $x_2$  (P) e  $x_3$  (K), para níveis fixados de  $x_1$  (N) e superfície de produção, considerando o preço máximo do produto verificado no ano. Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. Período 1957 a 1961.

GRUPO 2.4

A N O	PREÇOS	NUTRIENTES	NÍVEIS FIXADOS DE N(kg/ha)			NÍVEIS ÓTIMOS NA SUPERFÍCIE
			N = 0	N = 40	N = 80	
71/72	$P_p = 56,92$	P	-30,0	-52,0	-74,0	-75,0
	$P_k = 28,00$					
	$P_y = 0,324$	K	- 1,0	2,0	5,0	6,0
72/73	$P_p = 74,68$	P	-12,0	-34,0	-55,0	-59,0
	$P_k = 31,92$					
	$P_y = 0,509$	K	1,0	4,0	7,0	8,0
73/74	$P_p = 156,60$	P	-102,0	-120,0	-145,0	-134,0
	$P_k = 57,92$					
	$P_y = 0,552$	K	2,0	5,0	8,0	7,0
74/75	$P_p = 257,12$	P	-127,0	-148,0	-170,0	-153,0
	$P_k = 85,80$					
	$P_y = 0,800$	K	3,0	6,0	10,0	7,0

Equações usadas:

$$-520,4 x_1 - 50,3 x_2 - 64,7 x_3 + 700,1 = \frac{P_{x_1}}{P_y}$$

$$- 50,3 x_1 - 81,4 x_2 + x_3 + 106,2 = \frac{P_{x_2}}{P_y}$$

$$- 64,7 x_1 + x_2 - 158,4 x_3 + 262,0 = \frac{P_{x_3}}{P_y}$$

Tabela 34 - Níveis ótimos dos fatores  $x_1$  (N) e  $x_3$  (K), para níveis fixados de  $x_2$  (P) e superfície de produção, considerando o preço máximo do produto verificado no ano. Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. 1957 a 1961. Período 1957 a 1961.

GRUPO 2.4

A. N. O	PREÇOS	NUTRIENTES	NÍVEIS FIXADOS DE P (kg/ha)			NÍVEIS ÓTIMOS NA SUPERFÍCIE
			P = 0	P = 40	P = 80	
71/72	$P_n = 68,08$	N	73,0	68,0	64,0	83,0
	$P_k = 28,00$					
	$P_y = 0,324$	K	zero	- 3,0	- 6,0	6,0
72/73	$P_n = 88,96$	N	80,0	74,0	69,0	86,0
	$P_k = 31,92$					
	$P_y = 0,509$	K	3,0	zero	- 3,0	8,0
73/74	$P_n = 222,68$	N	44,0	38,0	34,0	60,0
	$P_k = 57,92$					
	$P_y = 0,552$	K	- 4,0	- 6,0	-10,0	7,0
74/75	$P_n = 394,12$	N	30,0	25,0	20,0	49,0
	$P_k = 85,80$					
	$P_y = 0,800$	K	- 4,0	- 8,0	-12,0	7,0

Tabela 35 - Níveis ótimos dos fatores  $x_1$  (N) e  $x_2$  (P), para níveis fixados de  $x_3$  (K) e superfície de produção, considerando o preço máximo do produto verificado no ano. Quatro grupos de ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. 1957 a 1961. Período 1957 a 1961.

GRUPO 2.4

A. N O	PREÇOS	NUTRIENTES	NÍVEIS FIXADOS DE K (kg/ha)			NÍVEIS ÓTIMOS NA SUPERFÍCIE
			K = 0	K = 40	K = 80	
71/72	$P_n = 68,08$	N	80,0	86,0	90,0	83,0
	$P_p = 56,92$					
	$P_y = 0,324$	P	-72,0	-89,0	-104,0	-75,0
72/73	$P_n = 88,96$	N	84,0	89,0	94,0	86,0
	$P_p = 74,68$					
	$P_y = 0,509$	P	-56,0	-72,0	-88,0	-59,0
73/74	$P_n = 222,68$	N	60,0	64,0	68,0	60,0
	$P_p = 156,60$					
	$P_y = 0,552$	P	-132,0	-148,0	-165,0	-134,0
74/75	$P_n = 394,12$	N	48,0	32,0	56,0	49,0
	$P_p = 257,12$					
	$P_y = 0,800$	P	-152,0	-168,0	-184,0	-153,0

A P Ê N D I C E 6



APÊNDICE 7

Tabela 37 - Níveis ótimos dos fatores  $x_1$  (N) e  $x_3$  (K), fixado  $x_2$  (P); rendimentos; "custo de decisão errada" aos diferentes preços verificados no ano agrícola 1974/75, introduzido o subsídio de 40%. Qua-  
tro ensaios anuais de adubação em milho, Região de Ribeirão Preto, SP. 1957/1961.

ANO	NUTRIENTES			RENDIMENTO kg/ha	RECEITA LÍQUIDA (Cr\$/ha)	VARIAÇÕES NO RENDIMENTO EM RE- LAÇÃO AO ÓTIMO (kg/ha)			"CUSTO DE DECISÃO ERRADA" (Cr\$/ha)					
	PREÇOS					Cr\$ 0,600	Cr\$ 0,666	Cr\$ 0,800	Cr\$ 0,600	Cr\$ 0,666	Cr\$ 0,800	Cr\$ 0,600	Cr\$ 0,666	Cr\$ 0,800
	PREÇO	PREÇO	PREÇO											
	$P_n$	$P_p$	$P_k$											
74/75	5,912	0,600	1,887	36,71	6335,09	3642,25	4060,36	4909,27	0	-29,97	-64,31	0	-1,77	-5,45
	3,857	0,666	21,74	37,67	6365,06	3642,03	4062,13	4914,04	29,97	0	-34,34	-0,22	0	-0,68
	1,287	0,800	26,12	39,14	6399,40	3634,85	4057,21	4914,72	64,31	34,34	0	-7,40	-4,92	0

FONTE: Item 2; Tabela 36.