

# AGRICULTURA

EM SÃO PAULO

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA

## SUMÁRIO

ANALISE DOS CUSTOS DE PROCESSOS UTILIZADOS NO CORTE, CARREGAMENTO E TRANSPORTE DE CANA-DE-AÇÚCAR ..... 1

M. L. B. D'Apice

ANO XVII  
N.º 3/4  
Março e  
Abril  
1970

SECRETARIA DA AGRICULTURA  
ESTADO DE SÃO PAULO  
BRASIL

# INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA

## CORPO TÉCNICO

Diretor Geral: Rubens A. Dias

Assessores: Paulo D. Criscuolo, Roberto de M. Alvarenga

Assessoria de Programação: Fernando S. Gomes Júnior (chefe)  
Sérgio G. Vassimon

## DIVISÕES

### *Política e Desenvolvimento Agrícola*

Diretor: Constantino C. Fraga.  
Seção de Análise da Conjuntura Agrícola: Constantino C. Fraga (chefe), Fernando B. Homem de Melo (\*).

Seção de Projetos de Desenvolvimento: Alberto Veiga (chefe), José M. de Souza.

Seção de Análise da Situação dos Produtos: Antonio A. Amaro (chefe), Arciley A. Pinheiro, Paulo A. Wiesel, Luiz Moricochi, José A. Martins, Yoshio Namekata, Luiz F. B. Cansegliero, S. Nogueira Jr.

Seção de Economia da Terra: a ser instalada em 1970.

Seção de Crédito, Tributação e Legislação: Ismar F. Pereira (chefe), José C. M. Alarcon.

Seção de Sociologia Rural: a ser instalada em 1970, Anna Perina R. Arruda, Ana Elisa B. Garcia.

Seção de Economia Florestal: Roberto de M. Alvarenga (chefe).

### *Comercialização*

Diretor: Pérsio C. Junqueira.  
Seção de Organização e Estrutura de Mercados: Pérsio C. Junqueira (chefe), Ewerton R. de Lins (\*), Maria de Lourdes C. Arruda, Wilson L. do Canto, Paulo Isnard R. Almeida, Maria Lúcia B. D'Apice.  
Seção de Análise de Preços, Custos e Margens: Sérgio A. Brandt (chefe), Claus F. T. de Freitas, Fernando R. Duarte, Maria Celina M. Padovani.

Seção de Pesquisas e Desenvolvimento de Mercados: D. Desgualdo Netto (chefe), Flávio C. de Carvalho.

Seção de Mercados de Insumos: Natanael M. dos Anjos (chefe), Vicente F. Lima, Luiz G. S. R. Monteiro, Dalva L. Maffia.

### *Economia da Produção*

Diretor: Oscar J. T. Etori.

Seção de Economia de Insumos: a ser instalada em 1970.

Seção de Economia das Explorações Agrícolas: Oscar J. T. Etori (chefe), Caio T. Yamaguishi, Yoshihiko Sugai, Laerte P. Rodrigues, Jaime J. C. da Câmara.

Seção de Análise Econômica e Financeira das Empresas: Paul F. Bemelmans (chefe), Minoru Matsunaga, Adair C. de Carvalho.

Seção de Administração de Empresas Agrícolas: Luiz M. Pellegrini (chefe), Evaristo M. Neves (\*), Hermando F. de Noronha, Luiz C. Asséf, José R. Camargo.

### *Levantamentos e Análises Estatísticas*

Diretor: Salomão Schattan.

Seção de Análise Estatística e Econométrica: Salomão Schattan (chefe), M. J. Martins Falcão, José F. de Noronha (\*), Nelson K. Toyama, Milton N. de Camargo, Rosa Maria C. Pescarin.

Seção de Previsões e Estimativas: Luiz H. de Oliveira Piva (chefe), Júlio H. Jimenez Ossio, Wagner J. de Barros.

Seção de Informações de Mercado com Setor de Telecomunicações: João C. V. Vianna Netto (chefe), Paulo T. Morimoto, Bento V. de Moura Netto.

Seção de Controle de Qualidade das Estatísticas: a ser instalada em 1970, Paulo V. Sendim, Maristela S. do Carmo.

Seção de Computação: Antonio J. Fava.

(\*) Afastados do Instituto, freqüentando cursos de aperfeiçoamento:

— Os técnicos Luiz Sérgio P. Pereira, Ramon M. Garcia, Antonio Guedes B. Campos, Antonio D. Piteri, Jorge D. Issa, Milton A. Molsés, Antonio A. B. Junqueira, Mauro S. Barros, acham-se afastados do Instituto, prestando colaboração a outras instituições governamentais ou licenciados do cargo.

# ANÁLISE DOS CUSTOS DE PROCESSOS UTILIZADOS NO CORTE, CARREGAMENTO E TRANSPORTE DE CANA-DE-AÇÚCAR

## 1 — INTRODUÇÃO

- 1.1 — IMPORTÂNCIA DO PROBLEMA
- 1.2 — PROCESSOS DE COLHEITA DE CANA-DE-AÇÚCAR
  - 1.2.1 — Processos de Corte
  - 1.2.2 — Processos de Carregamento
  - 1.2.3 — Processos de Transporte
- 1.3 — OBJETIVOS DO TRABALHO
- 1.4 — ÁREA DE ESTUDO

## 2 — REVISÃO DA LITERATURA

## 3 — MATERIAL E MÉTODO

- 3.1 — INFORMAÇÃO BÁSICA
- 3.2 — DEFINIÇÃO DE VARIÁVEIS
  - 3.2.1 — Toneladas Líquidas
  - 3.2.2 — Custos de Corte Manual
  - 3.2.3 -- Rendimento Cultural dos Sub-processos de Corte Manual
  - 3.2.4 — Custos de Carregamento Manual
  - 3.2.5 — Custos de Carregamento Mecânico
  - 3.2.6 — Custos de Transporte em Caminhões Alugados às Empresas
  - 3.2.7 — Custos de Transporte em Caminhões Pertencentes às Empresas
- 3.3 — METODOLOGIA
  - 3.3.1 — Comparação entre Processos
  - 3.3.2 — Fatores Associados aos Custos dos Processos de Colheita
- 3.4 — HIPÓTESES DE TRABALHO

## 4 — ANÁLISE DOS RESULTADOS

- 4.1 — CORTE MANUAL
  - 4.1.1 — Comparação entre Processos
  - 4.1.2 — Fatores Associados aos Custos Unitários
- 4.2 — CARREGAMENTO
  - 4.2.1 — Comparação entre Processos
  - 4.2.2 — Fatores Associados aos Custos Unitários
  - 4.2.3 — Substituição entre Processos

- 4.3 — CORTE MANUAL E CARREGAMENTO
- 4.4 — TRANSPORTE
  - 4.4.1 — Comparação entre Processos
  - 4.4.2 — Fatores Associados aos Custos Unitários de Transporte em Caminhões Alugados às Empresas
  - 4.4.3 — Fatores Associados aos Custos Médios por Quilômetro de Transporte em Caminhões Alugados e em Caminhões Pertencentes às Empresas
  - 4.4.4 — Substituição entre Processos
  
- 5 — CONCLUSÕES
  - 5.1 — CONCLUSÕES DE NATUREZA ESPECIFICA
  - 5.2 — CONCLUSÕES DE NATUREZA GERAL
    - 5.2.1 — Corte Manual e Carregamento de Cana
    - 5.2.2 — Transporte de Cana
  - 5.3 — SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

## ANÁLISE DOS CUSTOS DE PROCESSOS UTILIZADOS NO CORTE, CARREGAMENTO E TRANSPORTE DE CANA-DE-AÇÚCAR <sup>(1)</sup>

Maria Lúcia Buff D'Apice

### 1 — INTRODUÇÃO

#### 1.1 — IMPORTÂNCIA DO PROBLEMA

Levando em consideração a importância da agro-indústria açucareira para o Brasil e, particularmente, para o Estado de São Paulo, torna-se inegável a necessidade de pesquisas que forneçam subsídios à análise dos problemas ligados a esse setor de atividade agrícola.

Afigurou-se, assim, de interesse realizar um trabalho cuja preocupação fundamental fôsse

o estudo da colheita de cana <sup>(2)</sup>, tendo por objetivo a comparação entre os custos dos diversos processos de corte, carregamento e transporte empregados e a identificação dos principais fatores que lhes são associados.

Este tema reveste-se de particular importância considerando que a colheita desempenha papel predominante na determinação do custo agrícola de produção de cana-de-açúcar.

Tendo em vista as estimativas de custo de produção de

(<sup>1</sup>) Síntese de tese desenvolvida sob a orientação do Prof. Dr. Alcides Guidetti Zagatto e do Dr. Rodolfo Hoffmann, aprovada pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo quando da obtenção do título de "Magister Scientiae", em Economia Rural. Dezembro, 1969.

(<sup>2</sup>) A colheita foi definida aqui como a fase que engloba as operações de corte, carregamento e transporte da cana-de-açúcar, da lavoura à esteira da usina.

cana realizada por ETTORI, SUGAI & BEMELMANS (7) e FEDERAÇÃO DOS PLANTADORES DE CANA DO BRASIL (8), verifica-se que a colheita teve uma participação no custo final de produção variando de 25% a 32%, quando excluído o Imposto de Circulação de Mercadorias (I.C.M.). Essa porcentagem é superior a qualquer outra correspondente aos demais itens de custo isoladamente considerados.

Evidencia-se, também, a importância prática da análise na medida em que possibilita avaliar a eficiência econômica na combinação dos recursos produtivos envolvidos na operação de colheita de cana. A partir desta avaliação, o trabalho poderá fornecer, caso necessário, o uso mais adequado dos processos empregados nas operações de corte, carregamento e transporte.

## 1.2 — PROCESSOS DE COLHEITA DE CANA-DE-AÇÚCAR

### 1.2.1 — Processos de Corte

O corte de cana pode ser realizado através de dois processos: o manual e o mecânico.

O processo manual constitui-se naquêlo de uso mais difundido no Estado de São Paulo. Conforme as operações a serem realizadas para proceder ao corte da cana, têm-se os seguintes sub-processos: o da cana “enfeixada na palha”, o da cana “enfeixada queimada”, o da cana “sôlta na palha” e o da cana “sôlta queimada”.

O sub-processo de corte da cana “enfeixada na palha” é aquêlo no qual se procede à despalha manual dos colmos, seguida da operação de corte prôpriamente dita. Os colmos despalhados e cortados são, por sua vez, agrupados e amarrados em feixes de 12 a 18 unidades.

O sub-processo de corte da cana “enfeixada queimada” é aquêlo no qual a despalha dos colmos se realiza pela ação do fogo, procedendo-se em seguida as operações de corte e enfeixamento dos mesmos.

O sub-processo de corte da cana “sôlta na palha” é aquêlo no qual os colmos são despalhados e cortados manualmente, não se realizando a operação de enfeixamento.

O sub-processo de corte da cana “sôlta queimada” é aquele no qual os colmos são apenas cortados e a despalha dos mesmos é feita pelo fogo, sendo dispensada a operação de enfeixamento.

O processo mecânico é aquele em que o corte da cana previamente queimada se realiza através de colhedoras especialmente construídas para este fim. Dispõem as mesmas de dois discos que cortam os colmos nas suas extremidades inferior e superior e de cadeias controladas por um leme defletor que descarregam a cana nos veículos.

As atuais condições, entretanto, não têm favorecido o uso em larga escala desse processo, uma vez que ele substitui a mão-de-obra por capital e é a mão-de-obra um fator relativamente mais abundante. Outras causas, também, contribuem para restringir a utilização desse processo no Estado de São Paulo, tais como: a necessidade da topografia regular do terreno e de variedades de cana com colmos uniformes e eretos.

Devido a sua limitada significação econômica o processo mecânico de corte não será analisado no presente estudo.

### 1.2.2 — Processos de Carregamento

O carregamento de cana pode ser realizado através de dois processos: o manual e o mecânico.

O processo manual é aquele em que o carregador coloca a cana, anteriormente cortada, nos veículos empregados para o transporte. Geralmente, no carregamento manual, a cana encontra-se “enfeixada”.

O processo mecânico é aquele em que o carregamento se realiza através de carregadeiras montadas em tratores. A máquina é colocada, indiferentemente, na parte dianteira ou traseira do trator. Dispõe a mesma de rastelo que amontoa a cana no terreno, de garfo com cabo de arrocamento automático que apanha a cana e de braços articulados que deslocam o garfo no sentido desejado. É dispensável a operação de enfeixamento dos colmos, quando o carregamento é realizado mecanicamente.

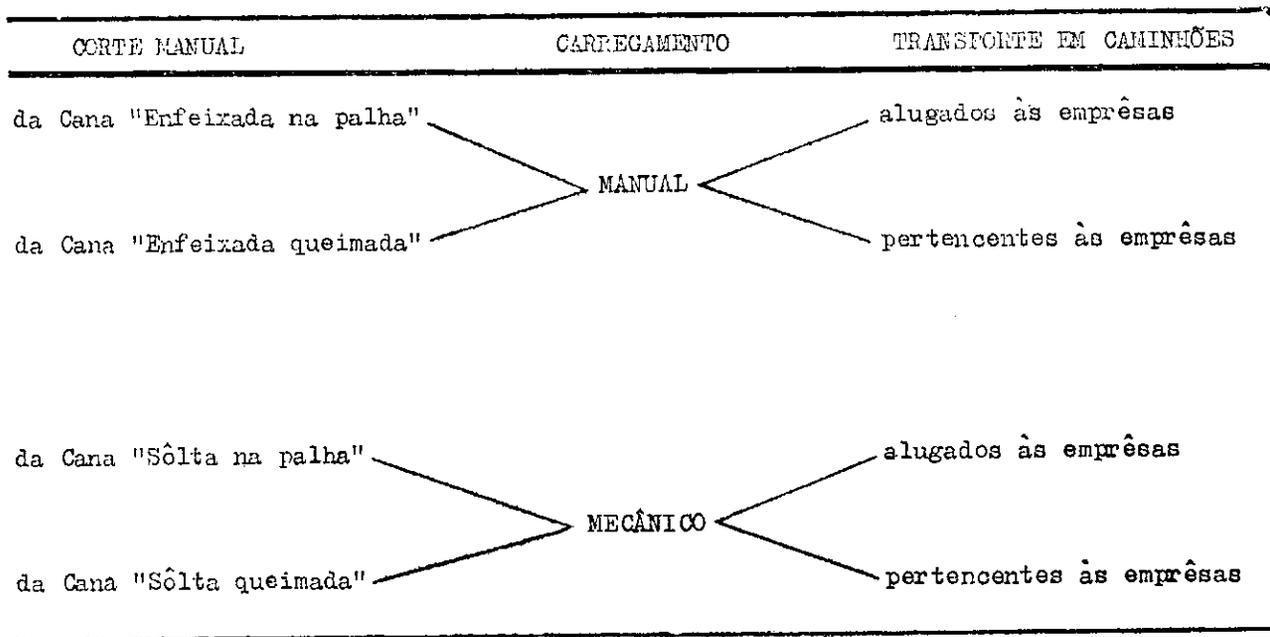


FIGURA 1. — Esquema Representativo de Processos Considerados na Colheita de Cana-de-açúcar.

A mão-de-obra necessária consiste, no caso, de um operador no comando do conjunto trator-carregadeira e um ou dois "catadores" cuja função é reunir a cana não apanhada pelo garfo da carregadeira.

### 1.2.3 — Processos de Transporte

O transporte da cana da lavoura até a esteira da usina pode ser realizado em diversos tipos de veículo: carretas a tração mecânica, carroças a tração animal, vagões e caminhões. Contudo, o meio de transporte mais difundido, no Estado de São Paulo, é o caminhão. Por este motivo, será somente esse o veículo considerado para transporte da cana, sendo analisado em suas duas modalidades: transporte em caminhões alugados e transporte em caminhões pertencentes às empresas canavieiras.

Apresenta-se na figura 1 o esquema representativo dos processos de corte, carregamento e transporte de cana, considerados neste trabalho.

### 1.3 — OBJETIVOS DO TRABALHO

O presente trabalho visa a atingir os seguintes objetivos:

- a) determinar os custos unitários dos sub-processos de corte manual da cana "enfeixada na palha", "enfeixada queimada", "sôlta na palha" e "sôlta queimada" (em cruzeiros por tonelada);
- b) determinar os custos unitários de carregamento manual e mecânico de cana-de-açúcar (em cruzeiros por tonelada);
- c) determinar os custos unitários de transporte de cana-de-açúcar em caminhões alugados e em caminhões pertencentes à empresa (em cruzeiros por tonelada);
- d) determinar os custos médios por quilômetro percorrido entre a lavoura e a esteira da usina para o transporte de cana em caminhões alugados e em caminhões pertencentes à empresa (em cruzeiros por mil toneladas por quilômetro de viagem);
- e) verificar a existência ou não de diferenças significativas entre os custos dos diversos processos utilizados nas operações de corte, carregamento e transporte de cana-de-açúcar;
- f) identificar os principais fatores associados aos custos dos processos empregados nas operações de corte, carregamento e transporte de cana-de-açúcar;
- g) indicar, final-

mente, as possíveis vantagens de substituição entre os processos empregados na colheita de cana-de-açúcar.

#### 1.4 — ÁREA DO ESTUDO

A área escolhida para a coleta da informação básica do presente estudo foi a chamada “Zona Canavieira de Piracicaba”, no Estado de São Paulo.

Essa “Zona”, delimitada segundo critérios do Instituto do Açúcar e do Alcool (3), compreende os municípios de Piracicaba, Santa Bárbara d’Oeste, Capivari, Rafard, Rio das Pedras, Cerquilha e Charqueada.

Em relação às demais “Zonas Canavieiras” do Estado de São Paulo, a de Piracicaba é a principal produtora. Tomando-se como referência a safra de 1965/66, imediatamente anterior à considerada no presente trabalho, verifica-se que as dezenove usinas localizadas nessa “Zona” moeram 5.673.305 toneladas de cana, o que cor-

responde a 20% do total de toneladas entregues às usinas do Estado (4).

Dada a semelhança das características fisiográficas e econômicas da produção canavieira dos municípios componentes da “Zona” em consideração (5), o levantamento de dados ficou restrito às empresas canavieiras localizadas em Piracicaba, Capivari e Rafard, visto que atendiam aos objetivos propostos neste trabalho, englobando os mais difundidos processos empregados na colheita de cana-de-açúcar.

O município de Piracicaba é o maior produtor da “Zona Canavieira” a que pertence, além de se situar entre os grandes e tradicionais municípios açucareiros do Estado de São Paulo.

Nesse município, a área total cultivada com os principais produtos agrícolas, durante o ano agrícola de 1965/66, foi estimada em 57.180 hectares, dos quais cerca de 63% encontraram-se ocupados com cana e o

(3) A divisão do Estado de São Paulo em zonas com respectivos municípios produtores encontra-se especificada em ASSOCIAÇÃO DOS USINEIROS DE SÃO PAULO (1).

(4) Posição final da safra de 1965/66, fornecida pelo Instituto do Açúcar e do Alcool. Delegacia Regional em São Paulo.

(5) Conforme salientado por ENGLER, ZAGATTO & ARAÚJO (6).

restante distribuído entre outras culturas de menor significação (quadro 1). Do valor total da produção gerada pelo setor agrícola, a cana-de-açúcar

alcançou uma participação de 78%, fato que demonstra o relevante papel desempenhado por esta cultura na economia do município (quadro 1).

QUADRO 1. — Valor de Produção e Área Cultivada com os Principais Produtos Agrícolas de Origem Vegetal no Município de Piracicaba, São Paulo, Ano Agrícola, 1965/66

Produto	Área Cultivada ha	Valor da Produção 1.000 Cr\$
Cana industrial	36.300	14.863,0
Milho	9.680	1.343,1
Produtos frutícolas	2.284	933,0
Algodão	2.178	651,0
Arroz	3.600	644,5
Feijão	2.541	248,8
Produtos hortigranjeiros	292	196,6
Café beneficiado	262	181,7
Batata	7	11,7
Amendoim	36	9,7
<b>Total</b>	<b>57.180</b>	<b>19.083,1</b>

Fonte: Instituto de Economia Agrícola da Secretaria da Agricultura de São Paulo e Cooperativa Agrícola de Cotia.

Na safra de 1965/66, a lavoura própria das cinco usinas em funcionamento no município de Piracicaba ocupava uma área total com cana de 8.590 hectares havendo procedido ao

corte de uma área igual a 7.306 hectares (6). O restante da área cortada, estimada por diferença em 28.994 hectares, encontrou-se distribuída entre 1.138 fornecedores que produ-

(6) Dados fornecidos pelo Instituto do Açúcar e do Alcool. Delegacia Regional em São Paulo.

ziram 1.153.893 toneladas de cana, ou seja, 67% do total de cana moída no município de Piracicaba naquela safra (7).

Os municípios de Capivari e Rafard se caracterizam por serem predominantemente voltados para a produção de cana, embora com uma participação porcentual na produção paulista menos significativa que a do município de Piracicaba. Do

total da área desses municípios cultivada com os principais produtos agrícolas 20.200 hectares, representando 85%, encontraram-se ocupados com cana, durante o ano agrícola de 1965/66. Essa cultura contribuiu ainda com a significativa parcela de 96% do valor total da produção gerada pelo setor agrícola, relegando a plano secundário os demais produtos (quadro 2).

QUADRO 2. — Valor da Produção e Área Cultivada com os Principais Produtos de Origem Vegetal nos Municípios de Capivari e Rafard, São Paulo, Ano Agrícola, 1965/66

Produto	Área Cultivada ha	Valor da Produção 1.000 Cr\$
Cana industrial	20.200	8.705,2
Arroz	750	167,8
Batata	70	94,8
Produtos frutícolas	49	38,0
Produtos hortigranjeiros	49	31,7
Café beneficiado	61	29,7
Algodão	65	11,1
Feijão	114	9,4
Milho	2.402	2,9
<b>Total</b>	<b>23.760</b>	<b>9.090,6</b>

Fonte: Instituto de Economia Agrícola da Secretaria da Agricultura de São Paulo e Cooperativa Agrícola de Cotia.

(7) "Mapa de fornecedores" das usinas do município de Piracicaba. Instituto do Açúcar e do Alcool. Delegacia Regional em São Paulo.

Na safra de 1965/66, a lavoura própria das quatro usinas em operação de ambos os municípios ocupava uma área total com cana de 7.613 hectares, havendo procedido ao corte numa área igual a 5.622 hectares<sup>(8)</sup>. O restante da área de cana cortada, estimada em 14.578 hectares, distribuiu-se entre 509 fornecedores, que produzindo 529.961 toneladas, participaram com 52% do total de cana moída em ambos os municípios naquela safra<sup>(9)</sup>.

## 2 — REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo, são destacados resumidamente os estudos que, voltados para os problemas econômicos da cultura canavieira, puderam oferecer suporte para a abordagem inicial do presente trabalho.

São eles os que seguem.

Fornecendo sugestões para a mecanização da colheita de cana, CESTA NETTO (4) estimou

haver uma redução no tempo total gasto no corte manual de 31% quando fôr suprimida a operação de amarração da cana. Verificou, por outro lado, que com a supressão da operação de amarração da cana e com o carregamento mecânico subsequente, há uma diminuição no custo de 28 a 30% em relação aquêle obtido quando o corte fôr feito com cana enfeixada e carregamento manual.

Em relação ao corte manual de cana, OLIVEIRA (14) salientou que a despalha da cana pela ação do fogo é inconveniente, tanto do ponto de vista agrícola como do industrial, e que os principais fatores que afetam o rendimento físico do corte manual são: a variedade da cana, o tipo de despalha e a capacidade individual do cortador.

Por outro lado, KALIL (12), comparando os custos da colheita manual e da mecânica, concluiu que a partir de 300 horas anuais de uso da colhe-

(8) Dados fornecidos pelo Instituto do Açúcar e do Alcool. Delegacia Regional em São Paulo.

(9) "Mapa dos fornecedores" das usinas dos municípios de Capivari e Rafard. Instituto do Açúcar e do Alcool. Delegacia Regional em São Paulo.

deira de cana, o corte e o carregamento mecânicos passam a ser mais econômicos que o corte e o carregamento manuais, em propriedades de terrenos planos ou levemente ondulados.

AZZI (2), tomando por referência as horas-homem gastas por hectare para o trabalho mecanizado e o não-mecanizado durante as operações agrícolas de produção de cana, verificou que a colheita mecânica constitui-se na operação mais eficiente em termos de economia de tempo, com 248,7 horas-homem por hectare menos que a colheita manual.

No que se refere ao transporte de cana, SAAD (17) estimou que o custo de transporte em trator e carretas é inferior aos custos de transporte em caminhão e em carroção a tração animal, sendo que o transporte em caminhões apresenta a vantagem de maior rapidez e o transporte em carroção a tração animal caracteriza-se pelo seu alto custo e morosidade.

OMETTO (15) ressaltou que o custo de transporte de cana em

caminhões é inferior àquela efetuado com trator e carretas, quando são considerados somente os gastos relativos à época de safra. Salientou, entretanto, que o aumento do número de carretas por trator e a utilização do trator em outras atividades na entre-safra reduz o custo de operação dessa modalidade de transporte. Considerou, ainda o autor que as vantagens na utilização do transporte em caminhões serão tanto maiores quanto maior for o percurso.

### 3 — MATERIAL E MÉTODO

#### 3.1 — INFORMAÇÃO BÁSICA

A informação básica para o presente trabalho foi obtida em empresas canaveiras localizadas nos municípios de Capivari, Piracicaba e Rafard, da "Zona Canaveira de Piracicaba", Estado de São Paulo, e refere-se à safra de 1966/67.

Atendendo aos objetivos propostos neste estudo, considerou-se a produção canaveira das empresas tanto de propriedade das usinas como de pro-

priedade dos fornecedores <sup>(10)</sup> de cana.

Incluiu-se no levantamento o volume de toneladas moidas proveniente da cultura própria das usinas em funcionamento no município de Piracicaba. A produção de cada usina distribuía-se em duas ou mais propriedades diferentes, mas a contabilidade do setor agrícola encontrava-se reunida em escritório central da usina com administração unificada <sup>(11)</sup>.

As informações referentes à produção de cana oriunda da cultura de fornecedores foram coletadas em 32 empresas, sendo 16 localizadas no município de Piracicaba e as restantes nos municípios de Capivari e Rafard.

As empresas canavieiras de propriedade de fornecedores do

município de Piracicaba foram sorteadas ao acaso a partir da "população" existente durante a safra de 1965/66, imediatamente anterior à considerada no estudo. A relação nominal da "população" de fornecedores foi obtida através do "Mapa dos fornecedores" <sup>(12)</sup> das usinas em operação no município, na safra de 1965/66.

As empresas canavieiras de propriedade dos fornecedores, localizadas nos municípios de Capivari e Rafard, foram incluídas intencionalmente no levantamento sem haver necessidade de sorteio. Tais empresas constituíam a "população" de fornecedores da "Zona Canavieira de Piracicaba" que utilizavam o processo mecânico de carregamento de cana-de-açúcar <sup>(13)</sup>.

---

<sup>(10)</sup> Segundo definição do Estatuto da Lavoura Canavieira (Decreto-Lei n.º 2855, de 21/11/41), é considerado fornecedor "...todo o lavrador que, cultivando terras próprias ou alheias, haja fornecido cana-de-açúcar, diretamente ou por interposta pessoa, durante três ou mais safras consecutivas". No presente trabalho, entende-se como "fornecedor" todo aquele que entregou cana às usinas, independentemente do número de safras de fornecimento.

<sup>(11)</sup> Apenas uma das cinco usinas esteve impossibilitada de fornecer dados, visto que a administração do setor agrícola se encontrava descentralizada, provindo a produção de cana da cultura dos acionistas do setor industrial.

<sup>(12)</sup> Este mapa é fornecido pelo Instituto do Açúcar e do Alcool. Delegacia Regional em São Paulo.

<sup>(13)</sup> Na "Zona Canavieira de Piracicaba", o processo de carregamento mecânico, embora utilizado na maioria das usinas, não era empregado por fornecedores, exceto aqueles dos municípios de Capivari e Rafard.

Para a coleta de dados, realizaram-se entrevistas diretas com as empresas canavieiras abrangidas na análise, mediante o preenchimento de um questionário previamente testado e aprovado.

A realização do levantamento estendeu-se de março a agosto de 1967, referindo-se à safra de 1966/67, e sob a responsabilidade direta da autora. Na coleta de dados, dispenderam-se em média quatro horas em propriedades de fornecedores e aproximadamente 25 dias em cada uma das usinas.

A produção de cana das empresas localizadas no município de Piracicaba abrangida no levantamento (usinas e fornecedores) correspondeu a 29% do total de 1.215.173 toneladas moídas no município durante a safra de 1966/67<sup>(14)</sup>. Nos municípios de Capivari e Rafard, a produção das empresas consideradas (fornecedores), igual a 103.605 toneladas moídas, representou 25% da produção de cana, proveniente da lavoura de fornecedores, moída nas usinas da-

quês municípios, na safra de 1966/67<sup>(14)</sup>.

### 3.2 — DEFINIÇÃO DE VARIÁVEIS

#### 3.2.1 — Toneladas Líquidas

Como toneladas líquidas (T), considerou-se o volume de produção entregue à esteira das usinas menos os descontos de peso efetuados.

#### 3.2.2 — Custos de Corte Manual

Como custos unitários dos sub-processos de corte manual, consideraram-se as despesas diretas realizadas por tonelada líquida de cana cortada.

As despesas diretas se referem apenas àquelas decorrentes do pagamento da mão-de-obra diretamente responsável pelo corte de cana.

#### 3.2.2 — Rendimento Cultural dos Sub-processos de Corte Manual

Considerou-se como rendimento cultural, o total de toneladas líquidas cortadas por hectare. Na análise, utilizar-se-ão

<sup>(14)</sup> Posição final da safra 1966/67 fornecida pelo Instituto do Açúcar e do Alcool, Delegacia Regional em São Paulo.

os rendimentos referentes aos sub-processos de corte manual da cana enfeixada na palha ( $X_1$ ) e da sôlta queimada ( $X_2$ ).

### 3.2.4 — Custos de Carregamento Manual

Como custo unitário de carregamento manual ( $C_{ma}$ ), considerou-se a despesa realizada por tonelada líquida de cana carregada manualmente nos meios de transporte.

### 3.2.5 — Custo de Carregamento Mecânico

O custo de carregamento mecânico compreendeu os custos fixo e variável verificados para efetuar essa operação.

Como custo fixo, considerou-se a soma dos valores de depreciação e de juro do capital investido nas máquinas utilizadas para o carregamento mecânico: o conjunto trator-carregadeira.

As despesas com alojamento e seguro foram excluídas da composição do custo fixo, pois devido a sua participação diminuta, sua inclusão não conduzi-

ria a alterações sensíveis no grau de associação das variáveis destacadas na análise.

Como custo variável, considerou-se a soma das despesas com combustível, lubrificante e reparos e dos salários pagos à mão-de-obra empregada no carregamento mecânico.

Crítérios de determinação do custo fixo — Tendo em vista a possibilidade de usos alternativos do trator na entre-safra, tornou-se necessário calcular a parcela do custo fixo anual da máquina, incidente sobre a operação de carregamento. Esta parcela é aqui denominada de custo fixo safra.

Uma vez que a carregadeira mecânica não é utilizada em outras atividades na entre-safra, o seu custo fixo anual é igual ao seu custo fixo safra.

O método utilizado para estimar a depreciação anual do trator e da carregadeira foi o linear. Devido à inflação, a quota anual de depreciação não foi obtida a partir do custo inicial das máquinas. Determinou-se a depreciação através

do quociente entre a estimativa do valor atual de revenda e o número de anos de vida útil provável, admitindo um valor final nulo.

A taxa de juro estabelecida foi de 12% ao ano sobre a estimativa do valor atual de revenda das máquinas da empresa.

Os custos fixos anuais relativos ao trator ( $CF_t$ ) e à carregadeira ( $CF_c$ ) utilizados para o carregamento mecânico na empresa foram determinados pelas seguintes expressões:

$$CF_t = \frac{M_t}{A_t} + (M_t \cdot 0,12)$$

e

$$CF_c = \frac{M_c}{A_c} + (M_c \cdot 0,12)$$

onde:

$CF_t$  = custo fixo anual do trator utilizado no carregamento mecânico, em cruzeiros;

$M_t$  = estimativa do valor atual de revenda do trator, em cruzeiros;

$A_t$  = anos de vida útil provável do trator;

$CF_c$  = custo fixo anual da carregadeira utilizada no carregamento mecânico, em cruzeiros;

$M_c$  = estimativa do valor atual de revenda da carregadeira, em cruzeiros;

$A_c$  = anos de vida útil provável da carregadeira.

Em empresas canavieiras onde o carregamento mecânico se realizou através da utilização de mais de um conjunto de máquinas foram somados os custos fixos anuais dos tratores e das carregadeiras pertencentes à empresa.

Como custo fixo safra de carregamento mecânico da empresa ( $CFS_{me}$ ), considerou-se a soma da parcela do custo fixo anual do trator incidente sobre esta operação ( $CFS_t$ ) com o custo fixo safra ( $CFS_c$ ) da carregadeira.

A parcela do custo fixo do trator incidente sobre o carregamento mecânico ( $CFS_t$ ) quando êsse era utilizado em outras atividades na entre-sa-

fra, foi obtida através do quociente:

$$CFS_t = \frac{CF_t \cdot H_s}{H}$$

onde:

$CFS_t$  = custo fixo safra do(s) trator(es) durante o período de utilização no carregamento mecânico, por empresa, em cruzeiros;

$H_s$  = horas totais efetivas utilizadas no carregamento mecânico, por empresa;

$H$  = horas totais de uso anual do(s) trator(es), por empresa (safra e entre-safra).

Assim, obtém-se o custo fixo através da soma:

$$CFS_{me} = CFS_t + CFS_o$$

onde:

$CFS_{me}$  = custo fixo safra de carregamento mecânico, por empresa, em cruzeiros.

Custo variável — Como custo

variável de carregamento mecânico da empresa ( $CV_{me}$ ), considerou-se a soma das despesas com combustível, lubrificantes, reparos e mão-de-obra, realizadas para efetuar essa operação.

O combustível e o lubrificante consumidos pelo conjunto trator-carregadeira compreenderam os itens relativos a óleo diesel, gasolina, óleo hidráulico e graxa. Foram determinadas as quantidades, em litros ou quilos, efetivamente consumidas durante o carregamento mecânico, e os respectivos preços pagos pelas empresas. O valor total desembolsado com esses itens em cada empresa foi obtido através da soma dos produtos das quantidades efetivamente consumidas durante a operação pelas respectivas médias dos preços pagos.

As despesas relativas aos reparos incluíram os gastos de conservação e manutenção da maquinaria utilizada no carregamento. Foram elas decorrentes da reposição de peças em geral e do pagamento à mão-de-obra especializada.

As despesas relativas à mão-de-obra necessária ao carregamento mecânico corresponderam ao pagamento da mão-de-obra qualificada e da não qualificada. A retribuição à mão-de-obra qualificada — correspondente ao operador do conjunto — realizou-se através do pagamento de um salário mensal mais os encargos sociais, pagos no período de safra. Em empresas onde a mão-de-obra qualificada era familiar, atribuiu-se uma remuneração relativa aos meses de safra e igual à despesa mensal média paga em propriedades com mão-de-obra não familiar. A retribuição à mão-de-obra não qualificada — correspondente a um ou dois “catadores de cana” — realizou-se através do pagamento de salário mensal mais encargos sociais ou do pagamento por dia efetivo no serviço.

Custo unitário — Considerou-se como custo unitário de carregamento mecânico na empresa ( $C_{me}$ ), o quociente entre a soma do custo fixo safra com o custo variável e o número de

toneladas líquidas carregadas mecânicamente. Assim, temos:

$$C_{me} = \frac{CFS_{me} + CV_{me}}{T_{me}}$$

onde:

$C_{me}$  = custo unitário de carregamento mecânico por empresa, em cruzeiros por tonelada líquida carregada;

$T_{me}$  = volume de produção carregada mecânicamente na empresa, em toneladas líquidas;

$CV_{me}$  = custo variável de carregamento mecânico por empresa, em cruzeiros.

### 3.2.6 — Custos de Transporte em Caminhões Alugados às Empresas

Como custo unitário de transporte de cana em caminhões alugados ( $C_{ta}$ ), considerou-se as despesas verificadas por tonelada líquida de cana transportada.

O custo médio por quilômetro de viagem para o transporte de cana em caminhões alu-

gados ( $CM_{ta}$ ), foi determinado através do quociente:

$$CM_{ta} = \frac{C_{ta}}{K_{ta}} \cdot 1000$$

onde:

$CM_{ta}$  = custo médio por quilômetro de viagem para o transporte de cana em caminhões alugados à empresa, em cruzeiros por mil toneladas por quilômetro rodado;

$C_{ta}$  = custo unitário de transporte de cana em caminhões alugados à empresa, em cruzeiros por tonelada líquida transportada;

$K_{ta}$  = distância percorrida por viagem em caminhões alugados à empresa, em quilômetros rodados (ida e volta).

### 3.2.7 — Custos de Transporte em Caminhões Pertencentes às Empresas

O custo de transporte de cana em caminhões de proprie-

dade das empresas consideradas compreendeu os custos fixo e variável, verificados para efetuar essa operação.

Similarmente ao carregamento mecânico, considerou-se como custo fixo, a soma dos valores de depreciação e de juro do capital investido nos veículos utilizados no transporte de cana (caminhões). Não foram consideradas, também aqui, as despesas relativas ao seguro e alojamento.

Como custo variável, considerou-se a soma das despesas com combustível, lubrificante e reparos relativas aos veículos e dos salários pagos à mão-de-obra empregada no transporte.

Crerios de determinação do custo fixo — Devido ao uso do caminhão da empresa em outras atividades durante a entre-safra, determinou-se a parcela do custo fixo anual incidente sobre o transporte de cana e correspondente aos meses de safra.

O método utilizado para estimar a depreciação anual do caminhão foi o linear, isto é, a

quota de depreciação anual foi obtida através do quociente entre a estimativa do valor atual de revenda e o número de anos de vida útil provável, admitindo um valor final nulo.

A taxa de juro anual foi de 12% sobre a estimativa do valor atual de revenda dos caminhões utilizados para o transporte de cana na empresa.

O custo fixo anual relativo aos caminhões pertencentes às empresas ( $CF_p$ ) utilizados no transporte de cana foi determinado pela soma:

$$CF_p = \frac{M_p}{A_p} + (M_p \cdot 0,12)$$

onde:

$CF_p$  = custo fixo anual do caminhão pertencente à empresa utilizado no transporte de cana, em cruzeiros;

$M_p$  = estimativa do valor atual de revenda do caminhão, em cruzeiros;

$A_p$  = anos de vida útil provável do caminhão.

Em empresas canavieiras onde o transporte de cana se rea-

lizou através da utilização de mais de um caminhão foram somados os custos fixos anuais dos veículos da empresa.

Como custo fixo safra de transporte de cana em caminhões pertencentes à empresa ( $CFS_p$ ), considerou-se a parcela do custo fixo anual incidente sobre esta operação. Essa parcela foi obtida através do quociente:

$$CFS_p = \frac{CF_p \cdot K_s}{K}$$

onde:

$CFS_p$  = custo fixo safra do(s) caminhão(ões) utilizado(s) no transporte de cana, por empresa, em cruzeiros;

$K_s$  = quilômetros totais rodados para o transporte da cana, por empresa;

$K$  = quilômetros totais rodados durante o ano pelo(s) caminhão(ões) por empresa (safra e entre-safra).

Custo variável — Como custo variável de transporte de cana em caminhões pertencen-

tes às empresas ( $CV_p$ ), considerou-se a soma das despesas com combustível, lubrificantes, reparos e mão-de-obra, realizadas para efetuar essa operação.

O combustível e o lubrificante consumidos pelos caminhões compreenderam o conjunto de itens relativos à gasolina, óleo lubrificante, graxa e óleo do diferencial. Foram determinadas as quantidades, em litros ou quilos, efetivamente consumidas para o transporte de cana e os respectivos preços pagos pelas empresas. O valor total desembolsado com esses itens em cada empresa foi obtido através da soma dos produtos das quantidades efetivamente consumidas durante a operação pelas respectivas médias de preços pagos.

As despesas relativas aos reparos incluíram os gastos de conservação e manutenção do caminhão. Foram elas decorrentes da reposição de peças em geral e do pagamento à mão-de-obra especializada.

As despesas relativas à mão-de-obra empregada no trans-

porte de cana corresponderam aos gastos para o pagamento do motorista do caminhão. A remuneração realizou-se sob a forma de um salário mensal mais os encargos sociais, pagos durante o período de safra. Em empresas onde a mão-de-obra empregada no transporte de cana era familiar, atribuiu-se uma remuneração relativa aos meses de safra, e igual à despesa mensal média paga em propriedades com mão-de-obra não familiar.

Custo unitário — Considerou-se como custo unitário de transporte de cana, em caminhões pertencentes às empresas ( $C_{tp}$ ), o quociente entre a soma do custo fixo safra com o custo variável e o número de toneladas líquidas transportadas nesses caminhões. Assim, temos:

$$C_{tp} = \frac{CFS_p + CV_p}{T_p}$$

onde:

$C_{tp}$  = custo unitário de transporte em caminhões pertencentes a cada empresa, em cru-

zeiros por toneladas líquida transportada;

$T_p$  = volume de produção transportada pela empresa em caminhões próprios, em toneladas líquidas;

$CV_p$  = custo variável de transporte em caminhões pertencentes à empresa, em cruzeiros.

Custo médio por quilômetro — O custo médio por quilômetro de viagem para o transporte de cana em caminhões pertencentes à empresa ( $CM_{tp}$ ) foi determinado através do quociente:

$$CM_{tp} = \frac{C_{tp}}{K_{tp}} \cdot 1000$$

onde:

$CM_{tp}$  = custo médio por quilômetro de viagem para o transporte de cana em caminhões pertencentes à empresa, em cruzeiros por mil toneladas por quilômetro rodado;

$C_{tp}$  = custo unitário de transporte de cana

em caminhões pertencentes à empresa, em cruzeiros por tonelada líquida transportada;

$K_{tp}$  = distância média percorrida por viagem em caminhões pertencentes à empresa, em quilômetros rodados (ida e volta).

Em empresas canavieiras onde o transporte de cana foi realizado em caminhões próprios, determinou-se apenas um custo unitário e um custo médio por quilômetro de viagem, mesmo quando havia diferentes distâncias a percorrer da lavoura até a esteira da(s) usina(s). No caso, o custo fixo safra e o custo variável de transporte distribuíam-se entre o total de produção transportada e o total de quilômetros rodados no período de safra. Assim, obteve-se a distância média percorrida por viagem através do quociente entre o total de quilômetros rodados para o transporte de cana em caminhões pertencentes à empresa e o respectivo número de viagens realizadas, na safra, entre a lavoura e a esteira da(s) usina(s).

### 3.3 — METODOLOGIA

Tendo em vista os objetivos propostos no presente estudo, os procedimentos, adotados no tratamento estatístico dos dados, visam: 1.º) verificar a existência ou não de diferenças significativas entre os custos dos diversos processos empregados nas fases da colheita de cana; 2.º) analisar os principais fatores associados aos custos dos processos empregados no corte, carregamento e transporte de cana.

#### 3.3.1 — Comparação entre Processos de Colheita

Compararam-se: a) os custos unitários dos sub-processos de corte manual com cana enfeixada na palha, enfeixada queimada, solta na palha e solta queimada; b) os custos unitários dos processos de carregamento manual e mecânico; c) os custos unitários dos sub-processos de corte manual com cana enfeixada e solta associados aos de carregamento manual e mecânico, respectivamente; d) os custos médios por quilômetro de viagem para

o transporte em caminhões alugados e em caminhões pertencentes às empresas canavieiras.

Na maioria dos casos, em u'a mesma empresa canavieira obteve-se o custo correspondente a mais de um dos processos de corte e carregamento. Além disso, esses processos se apresentavam combinados de diferentes maneiras de uma para outra empresa. Face a essas circunstâncias, encontradas nas comparações a), b) e c), consideraram-se os processos como tratamentos e as empresas como blocos e procedeu-se à análise estatística, utilizando o modelo correspondente a um experimento em blocos incompletos, GOMES (11). Esse modelo permitiu analisar a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os processos das comparações a), b) e c), isolando a influência das empresas (o chamado "efeito-empresa"). Na análise da variância, os valores de "F" calculados, neste caso, referem-se às médias das observações de tratamentos ajustados para blocos. Similarmente, verificou-

-se o nível de significância de "F" para blocos ajustados para tratamentos. Determinaram-se, portanto, de um lado a influência dos processos de colheita nas alterações dos custos respectivos com efeito de empresa eliminado e, de outro, a influência das empresas na alteração dos custos desses processos. Assim, o esquema da análise da variância ficou:

Causa de Variação	G.L.
Blocos	J-1
Tratamentos ajustados	I-1
Resíduo	N-J-I+1
<b>Total</b>	<b>N-1</b>
Tratamentos	I-1
Blocos ajustados	J-1
Resíduo	N-J-I+1

onde:

J = número de blocos;  
 I = número de tratamentos;  
 N = número total de observações.

Com efeito de blocos eliminado, o sistema de equações normais para tratamentos que

foi utilizado na análise é representada matricialmente através da expressão dada por GOMES (11):

$$C \hat{\tau} = Q$$

onde os elementos da diagonal principal da matriz C foram determinados, segundo BARBIN (3), pela expressão:

$$C_{ii} = N_{i.} - \sum_j \frac{N_{ij}^2}{N_{.j}}$$

e os demais elementos obtidos por:

$$C_{ij}' = - \sum_j \frac{N_{ij} N_{i'j}}{N_{.j}}$$

sendo:

$$i = 1, \dots, I;$$

$$j = 1, \dots, J;$$

$N_{i.}$  = número total de observações do tratamento i;

$N_{ij}$  = número total de observações do tratamento i no bloco j;

$N_{.j}$  = número total de observações no bloco j.

A matriz  $Q = (Q_i)$  corresponde à matriz dos totais de tratamentos ajustados para

blocos e seus elementos são dados, segundo BARBIN (3), por:

$$Q_i = T_i - \sum_j \frac{N_{ij}}{N_{.j}} B_j$$

sendo:

$T_i$  = total não ajustado do tratamento  $i$ ;

$B_j$  = total do bloco  $j$ .

A matriz  $\hat{\tau} = (\hat{t}_i)$ , a ser determinada, é a matriz-coluna das estimativas dos efeitos de tratamento.

As estimativas das médias de tratamento ajustadas para blocos foram obtidas pela soma:

$$\hat{m}_i = \hat{m} + \hat{t}_i, \quad i = 1, \dots, I$$

GOMES (9)

sendo  $\hat{m}$  a estimativa da média geral.

Para resolução do sistema  $C \hat{\tau} = Q$ , tornou-se necessário introduzir u'a matriz de restrições (A), visto ser a matriz C singular, não admitindo, pois, inversão.

Sendo  $A \hat{\tau} = \Phi$ , onde  $\Phi$  é u'a matriz nula, têm-se por diferença:

$$\begin{aligned} C \hat{\tau} &= Q \\ A \hat{\tau} &= \Phi \\ \hline (C-A) \hat{\tau} &= Q \end{aligned}$$

ou

$$M \hat{\tau} = Q$$

onde:

$$M = C - A$$

A estimativa dos parâmetros para tratamentos foi dada, então, por:

$$\hat{\tau} = M^{-1} Q$$

onde:

$M^{-1}$  é a inversa da Matriz M.

Estimados os elementos da matriz  $\hat{\tau} = (\hat{t}_i)$ , pôde-se chegar à soma de quadrados de tratamentos ajustados para blocos, através do produto:

$$\begin{aligned} \text{S.Q. Tratamentos ajustados} &= \\ &= \hat{\tau}' Q = \sum_i \hat{t}_i Q_i \quad \text{GOMES (11)} \end{aligned}$$

A soma de quadrados para o resíduo fica igual a:

$$\begin{aligned} (\text{S.Q. Resíduo}) &= (\text{S.Q. Total}) - (\text{S.Q. Blocos}) - (\text{S.Q. Tratamentos ajustados}) \end{aligned}$$

É fácil verificar que a soma de quadrados para blocos ajus-

tados será dada pela expressão:

$$\begin{aligned} (\text{S.Q. Blocos ajustados}) &= \\ &= (\text{S.Q. Blocos}) + (\text{S.Q.} \\ &\text{Tratamentos ajustados}) - \\ &- (\text{S.Q. Tratamentos}) \end{aligned}$$

Nas comparações a) e c), visto ser o número de tratamento igual a quatro, testou-se, também, a significância da diferença entre as médias ajustadas dos processos através do teste de Tukey, onde:

$$\Delta_k = q \sqrt{\frac{1}{2} \hat{V}(\hat{V}_k)} \quad \text{e}$$

$$k = 1, \dots, 6. \quad (15).$$

$$\hat{V}(\hat{Y}_1) = \hat{V}(\hat{m}_1) + \hat{V}(\hat{m}_2) - 2 \hat{\text{Cov}}(\hat{m}_1, \hat{m}_2)$$

$$\hat{V}(\hat{Y}_2) = \hat{V}(\hat{m}_1) + \hat{V}(\hat{m}_3) - 2 \hat{\text{Cov}}(\hat{m}_1, \hat{m}_3)$$

$$\hat{V}(\hat{Y}_3) = \hat{V}(\hat{m}_1) + \hat{V}(\hat{m}_4) - 2 \hat{\text{Cov}}(\hat{m}_1, \hat{m}_4)$$

$$\hat{V}(\hat{Y}_4) = \hat{V}(\hat{m}_2) + \hat{V}(\hat{m}_3) - 2 \hat{\text{Cov}}(\hat{m}_2, \hat{m}_3)$$

$$\hat{V}(\hat{Y}_5) = \hat{V}(\hat{m}_2) + \hat{V}(\hat{m}_4) - 2 \hat{\text{Cov}}(\hat{m}_2, \hat{m}_4)$$

$$\hat{V}(\hat{Y}_6) = \hat{V}(\hat{m}_3) + \hat{V}(\hat{m}_4) - 2 \hat{\text{Cov}}(\hat{m}_3, \hat{m}_4)$$

No caso, as estimativas da variância e covariância dos efeitos de tratamentos foram determinadas pelos elementos

Designando os quatro tratamentos pelos símbolos A, B, C e D e as estimativas das respectivas médias ajustadas para blocos por  $\hat{m}_1, \hat{m}_2, \hat{m}_3$  e  $\hat{m}_4$ , os contrastes testados foram os seguintes:

$$\hat{Y}_1 = \hat{m}_1 - \hat{m}_2$$

$$\hat{Y}_2 = \hat{m}_1 - \hat{m}_3$$

$$\hat{Y}_3 = \hat{m}_1 - \hat{m}_4$$

$$\hat{Y}_4 = \hat{m}_2 - \hat{m}_3$$

$$\hat{Y}_5 = \hat{m}_2 - \hat{m}_4$$

$$\hat{Y}_6 = \hat{m}_3 - \hat{m}_4$$

As estimativas das variâncias desses contrastes são dadas por:

da matriz  $\hat{D}$ , definida pelo produto:

$$\hat{D} = s^2 M^{-1} C M'^{-1} \quad \text{GOMES (11)}$$

(15) Maiores detalhes sobre o teste de Tukey com número desigual de repetições são encontrados em GOMES (9).

onde  $s^2$  é o quadrado médio do resíduo. Os elementos da diagonal principal correspondem às estimativas das variâncias dos parâmetros, e os elementos fora da diagonal às estimativas de suas covariâncias.

Inferiu-se haver uma diferença significativa entre as médias ajustadas dos processos comparados entre si, quando  $\hat{Y}_k \geq \Delta_k$  de Tukey para um determinado nível de significância.

Os cálculos ora indicados foram realizados no computador eletrônico IBM-1130, do Centro de Computação Eletrônica, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo.

Na comparação restante d) mencionada, em não havendo empresa canvieira que empregasse, concomitantemente, o transporte em caminhões alugados e em caminhões próprios às empresas, comparou-se as médias de custo dos processos através do teste "F" de Snedecor, considerando os dados como eventos inteiramente casualizados.

O valor de "F" calculado foi igual ao quociente entre a estimativa de variância inter-processos e a estimativa de variância intra-processos. Obteve-se o esquema de análise da variância:

Causa de Variação	G.L.
Inter-processos	P-1
Intra-processos	N-P
<b>Total</b>	<b>N-1</b>

onde:

P = número de processos;  
N = número total de observações.

Resta indicar que os cálculos foram realizados tomando-se as raízes quadradas dos dados originais, com o que se conseguiu uma redução no valor do Coeficiente de Variação (C.V.). Essa redução proporcionou uma melhor estimativa do resíduo nas análises estatísticas apontadas.

### 3.3.2 — Fatores Associados aos Custos dos Processos de Colheita

Com a finalidade de estabelecer a relação funcional entre os custos dos processos de co-

lheita e os principais fatores que lhes são associados, foram ajustadas equações de regressão aos dados originais.

Os parâmetros das equações foram estimados através do método dos quadrados mínimos. Determinou-se o nível de significância dos coeficientes de regressão pelo teste "t" de "Student" e a significância do ajustamento da equação de regressão pelo teste "F" de Snedecor (16). Foram calculados, também, os coeficientes de correlação entre as variáveis bem como os respectivos coeficientes de determinação.

As equações adotadas foram:

Modêlo I (a) e Modêlo I (b)  
— Custos unitários dos sub-processos de corte manual

Incluiu-se no Modêlo I, o rendimento cultural como o fator principal que tende a influenciar, a curto prazo, o custo unitário de corte manual nas em-

prêsas canavieiras consideradas no levantamento.

O rendimento cultural se encontra correlacionado positivamente com o rendimento físico de corte manual, considerando que o volume de produção cortado por unidade de tempo tende a se reduzir quanto menor o rendimento cultural. Visto ser o pagamento à mão-de-obra, diretamente empregada na operação, estabelecido em função do rendimento físico esperado do corte, e objetivando equiparar-se ao salário mínimo vigente, temos que o preço pago na empreitada tenderá a diminuir com o aumento do rendimento físico do corte, até um determinado limite. Assim, as variações do custo unitário de corte manual estão também associadas ao rendimento cultural (17).

No Modêlo I, admitiu-se como hipótese, que a relação de dependência entre as variáveis destacadas pode ser expressa

(16) Os símbolos + e ++ foram utilizados para representar significância ao nível de 5 e 1%, respectivamente.

(17) Na estimativa das funções de custo unitário serão considerados dois sub-processos de corte manual — o de cana enfeixada na palha e o de cana solta queimada — por serem aquêles de uso mais difundido na "Zona Canavieira de Piracicaba".

sob a forma de uma função de segundo grau, baseada nos modelos utilizados por POWELL SENIOR, MURPHREE & COVEY (16), ENGLER, ZAGATTO & ARAÚJO (6) para estimar a função de custo variável médio, a curto prazo, da cultura de fumo e da de cana-de-açúcar, respectivamente. Temos, assim, as expressões:

$$C_{ep} = a_1 + b_1 x_1 + c_1 x_1^2 \quad (a)$$

$$C_{sq} = a_2 + b_2 x_2 + c_2 x_2^2 \quad (b)$$

onde:

$C_{ep}$  = custo unitário de corte manual da cana enfeixada na palha, em cruzeiros por tonelada líquida;

$x_1$  = rendimento cultural da cana cortada enfeixada na palha, em toneladas líquidas por hectare;

$C_{sq}$  = custo unitário de corte manual da cana sôlta queimada, em cruzeiros por tonelada líquida;

$x_2$  = rendimento cultural da cana cortada sôlta queimada, em toneladas líquidas por hectare.

Modêlo II — Custo unitário de carregamento manual.

Devido às formas de pagamento adotadas para retribuição da mão-de-obra empregada no carregamento manual, o custo unitário da operação independe do volume total de produção carregada.

A variação do custo unitário irá decorrer mais das condições específicas do pagamento combinado entre as partes contratantes em cada empresa que, propriamente, do volume total de produção carregada manualmente.

Com o objetivo de obter a média dos custos unitários de carregamento manual, que são, por hipótese, constantes qualquer que seja o volume de produção carregado, determinou-se a média ponderada ( $CP_{ma}$ ) dos custos unitários de carregamento manual nas empresas canavieiras da amostra na forma:

$$CP_{ma} = \frac{\sum CT_{ma}}{\sum T_{ma}}$$

onde:

$CT_{ma}$  = custo total de carregamento manual por empresa, em cruzeiros;

$T_{ma}$  = volume de produção carregada manualmente por empresa, em toneladas líquidas.

Modêlo III — Custo unitário de carregamento mecânico.

Admitiu-se, por hipótese, que o volume de produção carregado mecanicamente constitui o principal fator responsável por alterações no custo unitário desse processo nas empresas canavieiras.

Verifica-se que quando o número de toneladas carregadas é muito pequeno o custo unitário é elevado devido ao alto valor do custo fixo unitário. À medida que aumenta o volume de produção carregado mecanicamente diminui o custo fixo unitário e, também, o custo unitário total. O custo variável unitário, por sua vez, tende a se manter constante, pois o custo variável total cresce proporcionalmente com o número de toneladas carregadas.

Nesse caso, a função ajustada aos dados originais para ex-

pressar a relação de dependência entre o custo unitário de carregamento mecânico e a escala de produção (Modêlo III), foi representada por uma hipérbole assintótica ao eixo da variável dependente. Destaca-se que os parâmetros da equação de regressão estimada foram obtidos considerando os valores observados do custo unitário nas empresas, ponderados em função do respectivo número de toneladas líquidas carregadas mecanicamente (18). Esse procedimento foi adotado devido as variações no tamanho da empresa que utilizavam o carregamento mecânico. A função apresentou-se sob a forma:

$$C_{me} = a_3 + b_3 \frac{1}{T_{me}}$$

onde:

$C_{me}$  = custo unitário de carregamento mecânico por empresa, em cruzeiros por tonelada líquida carregada;

(18) Pelo método dos mínimos quadrados ponderados, sugerido por DRAPER & SMITH (5), obteve-se por dedução as fórmulas utilizadas para estimar os parâmetros do referido Modêlo III.

$T_{me}$  = volume de produção carregada mecânicamente na empresa, em toneladas líquidas.

Modêlo IV. — Custo unitário de transporte em caminhões alugados às empresas.

Admitiu-se, por hipótese, que a distância entre a lavoura e a esteira da usina constitui o principal fator responsável por alterações no custo unitário de transporte de cana em caminhões alugados.

A função ajustada aos dados originais pressupõe que o custo unitário de transporte em caminhões alugados tende a se elevar com o aumento da distância percorrida por viagem, sendo esta relação expressa por uma função linear, da forma:

$$C_{ta} = a_4 + b_4 K_{ta}$$

onde:

$C_{ta}$  = custo unitário de transporte em caminhões alugados às empresas, em cruzeiros por tonelada líquida transportada;

$K_{ta}$  = distância percorrida por viagem em caminhões

alugados às empresas, em quilômetros rodados (ida e volta).

Modêlo V (a) e Modêlo V (b) — Custos médios por quilômetro de transporte em caminhões alugados e em caminhões pertencentes às empresas.

Incluiu-se, no Modêlo V, a distância entre a lavoura e a esteira da usina como o principal fator responsável pelas alterações verificadas no custo médio por quilômetro de viagem para o transporte de cana, tanto em caminhões pertencentes à empresa como em caminhões alugados.

Os custos médios por quilômetro de transporte em caminhões alugados e em caminhões próprios às empresas tenderão a decrescer com o aumento da distância percorrida por viagem. Assim, as funções ajustadas aos dados originais no Modêlo V(a) e Modêlo V(b) foram expressas sob a forma de uma hipérbole, assintótica ao eixo da variável dependente ( $CM_{ta}$  e  $CM_{tp}$ ). Isto tem por fundamento a tendência anteriormente verificada por KERCHNER (13) para o custo de

transporte de leite por unidade de volume e por milha para três regiões dos Estados Unidos. Assim, tem-se:

$$CM_{ta} = a_5 + b_5 \frac{1}{K_{ta}} \quad (a)$$

$$CM_{tp} = a_6 + b_6 \frac{1}{K_{tp}} \quad (b)$$

onde:

$CM_{ta}$  = custo médio por quilômetro de viagem para o transporte em caminhões alugados às empresas, em cruzeiros por mil toneladas por quilômetro rodado;

$CM_{tp}$  = custo médio por quilômetro de viagem para o transporte em caminhões pertencentes às empresas, em cruzeiros por mil toneladas por quilômetro rodado;

$K_{tp}$  = distância média percorrida por viagem em caminhões pertencentes às empresas, em quilômetros rodados (ida e volta).

### 3.4 — HIPÓTESES DE TRABALHO

A seguir, são apresentadas as hipóteses formuladas nesta pesquisa e que, portanto, estarão sujeitas à comprovação empírica.

A) Há diferença estatisticamente significativa entre:

a) os custos unitários dos sub-processos de corte manual da cana enfeixada na palha ( $C_{ep}$ ), da cana enfeixada queimada ( $C_{eq}$ ), da cana solta na palha ( $C_{sp}$ ) e da cana solta queimada ( $C_{sq}$ ); b) os custos unitários de carregamento manual ( $C_{ma}$ ) e os de carregamento mecânico ( $C_{me}$ ); c) os custos unitários associados dos sub-processos de corte manual e carregamento, quais sejam: ( $C_{ep} + C_{ma}$ ), ( $C_{eq} + C_{ma}$ ), ( $C_{sp} + C_{me}$ ) e ( $C_{sq} + C_{me}$ ); d) os custos médios por quilômetro de viagem para o transporte em caminhões alugados ( $CM_{ta}$ ) e os caminhões pertencentes às empresas ( $CM_{tp}$ ).

B) Os custos unitários dos sub-processos de corte manual da cana enfeixada na palha

( $C_{ep}$ ) e da cana solta queimada ( $C_{sq}$ ) tendem a decrescer com o aumento no rendimento cultural respectivo ( $X_1$  e  $X_2$ ), até certo nível, supondo outros fatores constantes.

C) O custo unitário de carregamento mecânico ( $C_{me}$ ) tende a decrescer com o aumento no volume de produção carregado através desse processo ( $T_x$ ), supondo outros fatores constantes.

D) O custo unitário de transporte em caminhões alugados ( $C_{ta}$ ) tende a se elevar com o aumento na distância percorrida por viagem da lavoura à esteira da usina ( $K_{ta}$ ), supondo outros fatores constantes.

E) Os custos médios por quilômetro de viagem tanto em caminhões alugados ( $CM_{ta}$ ) como em caminhões pertencentes às empresas ( $CM_{tp}$ ) tendem a decrescer com o aumento das respectivas distâncias percorridas por viagem da lavoura à esteira da usina ( $K_{ta}$  e  $K_{tp}$ ), supondo outros fatores constantes.

Com base nessas hipóteses, procurar-se-á estimar: a) o rendimento cultural correspondente ao custo unitário mínimo para os sub-processos de corte manual da cana enfeixada na palha ( $C_{ep}$ ) e da cana solta queimada ( $C_{sq}$ ); b) o volume de produção ( $T_x$ ) em que o custo unitário de carregamento mecânico ( $C_{me}$ ) se iguala ao custo unitário de carregamento manual ( $C_{ma}$ ); c) a distância entre a lavoura e a esteira da usina ( $K_x$ ) em que o custo médio por quilômetro de viagem para o transporte em caminhões pertencentes às empresas ( $CM_{tp}$ ) se iguala ao custo médio por quilômetro de viagem para o transporte em caminhões alugados ( $CM_{ta}$ ).

#### 4 — ANÁLISE DOS RESULTADOS

##### 4.1 — CORTE MANUAL

##### 4.1.1 — Comparação entre Sub-processos

Comparou-se os sub-processos de corte manual da cana enfeixada na palha, da enfeixada queimada, da solta na palha e da solta queimada. Na

análise, esses sub-processos foram designados por tratamento A, B, C e D, respectivamente, e as estimativas das médias de custo unitário são apresentadas no quadro 3.

QUADRO 3. — Médias Estimadas dos Custos Unitários de Sub-processos de Corte Manual, Municípios de Piracicaba, Capivari e Rafard, São Paulo, Safra 1966/67

Sub-processo	Média de Custo Unitário Cr\$/t
A	$\bar{C}_{ep} = 1,44$
B	$\bar{C}_{eq} = 1,13$
C	$\bar{C}_{sp} = 1,08$
D	$\bar{C}_{sq} = 0,70$

Obtidas as estimativas dos parâmetros para tratamentos com “efeito-empresa” eliminado:

$${}^A t_1 = 0,1492$$

$${}^A t_2 = 0,0257$$

$${}^A t_3 = 0,0147$$

$${}^A t_4 = -0,1896,$$

determinou-se pela análise da variância o valor de “F” para tratamentos ajustados significativo ao nível de 1% de probabilidade. O valor de “F” para blocos ajustados não foi significativo a 5% (quadro 4).

QUADRO 4. — Análise da Variância para a Comparação entre os Custos Unitários dos Sub-processos de Corte Manual, Municípios de Piracicaba, Capivari e Rafard, São Paulo, Safra 1966/67

Causa de Variação	G.L.	S. Q.	Q. M.	“F”
Blocos	35	0,9434		
Tratamentos ajustados	3	0,6488	0,2163	60,79 ++
Resíduo (1)	26	0,0925	0,003558	
<b>Total</b>	<b>64</b>	<b>1,6847</b>		
Tratamentos	3	1,3673		
Blocos ajustados	35	0,2249	0,006426	1,81
Resíduo (1)	26	0,0925	0,003558	

(1) O coeficiente de variação é igual a 5,7%.

Prosseguindo a análise, procurou-se ainda verificar isoladamente o nível de significância das diferenças entre as médias de tratamentos ajustadas para blocos (quadro 5).

QUADRO 5. — Estimativas das Médias Ajustadas para os Custos Unitários dos Sub-processos de Corte Manual, Municípios de Piracicaba, Capivari e Rafard, São Paulo, Safra 1966/67

Sub-processo	$\hat{m}_i = \hat{m} + t_i$
A	$\hat{m}_1 = 1,1923$
B	$\hat{m}_2 = 1,0688$
C	$\hat{m}_3 = 1,0578$
D	$\hat{m}_4 = 0,8535$

Foram estabelecidos seis contrastes, sendo determinadas as estimativas de variância e covariância para efeitos de tratamento, através dos elementos da matriz  $\hat{D}$ .

Obtidas essas estimativas e os correspondentes valores de

$\Delta_k$  de Tukey, verificou-se que há diferenças significativas entre as médias ajustadas dos tratamentos também ao nível de probabilidade de 1%. Exceção é feita ao contraste  $\hat{Y}_4$ , que não foi significativo a 5% (quadro 6).

QUADRO 6. — Significância, pelo Teste Tukey, das Estimativas dos Contrastos entre as Médias Ajustadas de Custos Unitários dos Sub-processos de Corte Manual, Municípios de Piracicaba, Capivari e Rafard, São Paulo, Safra 1966/67

Estimativas dos Contrastos ( $\hat{Y}_k$ )	$\hat{V}(\hat{Y}_k)$	$\Delta_k$ de Tukey	
		5%	1%
$\hat{Y}_1 = \hat{m}_1 - \hat{m}_2 = 0,1235$	0,0007828	0,0758	0,0963
$\hat{Y}_2 = \hat{m}_1 - \hat{m}_3 = 0,1345$	0,0010983	0,0897	0,1141
$\hat{Y}_3 = \hat{m}_1 - \hat{m}_4 = 0,3388$	0,0008022	0,0767	0,0975
$\hat{Y}_4 = \hat{m}_2 - \hat{m}_3 = 0,0110$	0,0010104	0,0861	0,1094
$\hat{Y}_5 = \hat{m}_2 - \hat{m}_4 = 0,2153$	0,0006828	0,0707	0,0900
$\hat{Y}_6 = \hat{m}_3 - \hat{m}_4 = 0,2043$	0,0005997	0,0663	0,0843

Concluí-se que, eliminado o “efeito-empresa”, há diferença significativa entre os custos unitários dos sub-processos de corte manual. Entretanto, quando comparados isoladamente os sub-processos entre si, verificou-se não haver, em média, uma modificação nas despesas para o corte manual da cana enfeixada queimada e sôlta na palha (contraste  $\hat{Y}_4$ ). Será, portanto, indiferente às empresas proceder à operação de corte manual com um ou outro desses dois sub-processos.

Torna-se mais oneroso à empresa o emprêgo do corte manual da cana enfeixada na palha que com qualquer outro

sub-processo considerado. Em contraposição, as despesas serão mínimas quando a cana fôr despalhada pelo fogo e não se realizar o enfeixamento.

#### 4.1.2 — Fatores Associados aos Custos Unitários

A relação funcional entre o custo unitário de corte para cana enfeixada na palha e o rendimento cultural respectivo, encontra-se representada pelo Modelo I(a). Para equação de regressão estimada, verificou-se que 34% das alterações da variável dependente ( $C_{ep}$ ) puderam ser explicadas pela variável independente ( $X_1$ ), com um nível de significância de 5% (quadro 7).

QUADRO 7. — Função Estimada de Custo Unitário de Corte Manual da Cana Enfeixada na Palha, Municípios de Piracicaba, Capivari e Rafard, São Paulo, Safra 1966/67

Variável Independente	Coefficientes de Regressão	Valores de “t”
$X_1 =$ Rendimento cultural, em toneladas líquidas por hectare		
$X_1$	-0,01970 ( $b_1$ )	2,55+
$X_1^2$	0,00015 ( $c_1$ )	2,20+
Constante ( $a_1$ ): 2,02		
Coeficiente de Correlação (R): 0,5795		
Coeficiente de Determinação ( $R^2$ ): 0,3358		
Valor de “F” = 4,30+		
Número de Observações (N): 20		

Determinou-se ainda o rendimento cultural que torna mínimo o custo unitário de corte manual da cana enfeixada na palha, que satisfaz as condições:

$$\frac{d C_{ep}}{dx_1} = 0 \quad e \quad \frac{d^2 C_{ep}}{dx_1^2} > 0$$

O rendimento cultural de 66 toneladas líquidas por hectare proporciona um custo unitário mínimo. A figura 2 mostra a curva representativa do custo unitário de corte manual da cana enfeixada na palha, estimada a partir do Modelo I(a).

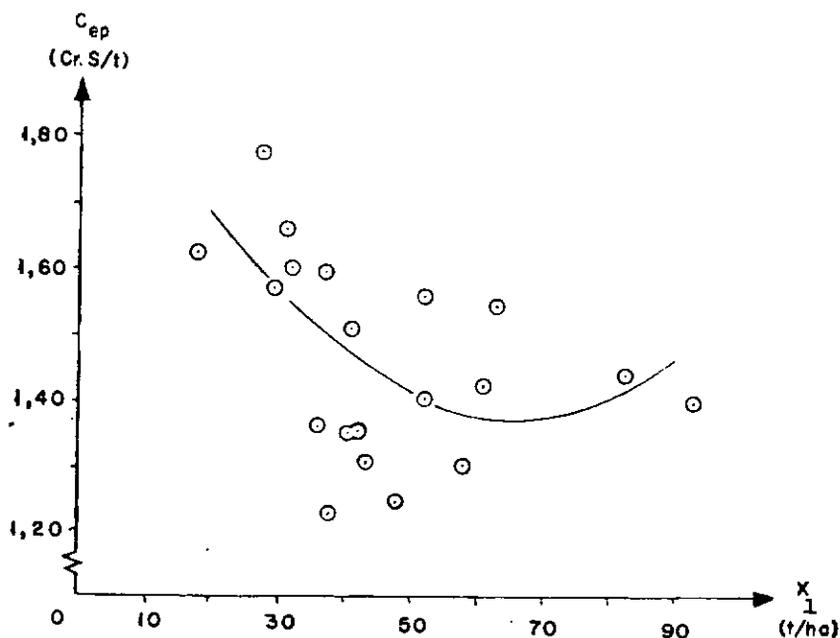


FIGURA 2. — Curva Ajustada ao Custo Unitário de Corte Manual de Cana Enfeixada na Palha:  $C_{ep} = 2,02 - 0,01970 X_1 + 0,00015 X_1^2$ .

A relação funcional entre o custo unitário da cana solta queimada e o rendimento cultural respectivo encontra-se representada pelo Modelo I(b).

Para a equação de regressão

estimada, verificou-se que cerca de 12% das alterações da variável dependente ( $C_{ep}$ ) puderam ser explicadas pela variável independente ( $X_2$ ), não havendo significância ao nível de 5% (quadro 8).

QUADRO 8. — Função Estimada de Custo Unitário de Corte Manual da Cana Sôlta Queimada, Municípios de Piracicaba, Capivari e Rafard, São Paulo, Safra 1966/67

Variável Independente	Coefficientes de Regressão	Valores de "t"
$X_2 =$ rendimento cultural, em toneladas líquidas por hectare		
$X_2$	-0,0027 ( $b_2$ )	0,12
$X_2^2$	— ( $c_2$ )	0,03
Constante ( $a_2$ ): 0,86		
Coeficiente de Correlação (R): 0,3420		
Coeficiente de Determinação ( $R^2$ ): 0,1170		
Valor de "F" = 0,93		
Número de Observações (N): 17		

Considerando os resultados obtidos a partir do Modelo I(a) e do Modelo I(b) pode-se inferir que o rendimento cultural tende a provocar alterações no custo unitário de corte manual da cana enfeixada na palha. O mesmo não se verifica em relação ao custo unitário do corte manual da cana sôlta queimada, provavelmente, porque a queima da cana reduz a influência de dois dos principais fatores que afetam conjuntamente o rendimento físico do

corte e o rendimento cultural: a variedade da cana e o número de cortes realizados (19).

Em contraposição, os referidos fatores atuam sobre o rendimento físico do corte quando a cana é cortada enfeixada na palha, permitindo constatar-se uma relação de dependência entre o custo unitário ( $C_{ep}$ ) e o rendimento cultural ( $X_1$ ).

Supõe-se que as variações do custo unitário de corte da cana

(19) Os demais fatores principais associados ao rendimento físico de corte, OLIVEIRA (14), são: o tipo da despalha, a existência ou não do enfeixamento, a topografia do terreno e a capacidade individual do cortador. No presente trabalho, os dois primeiros fatores mencionados foram mantidos constantes.

sôta queimada devem-se mais a irregularidades da topografia do terreno e/ou à capacidade individual do cortador.

#### 4.2 — CARREGAMENTO

##### 4.2.1 — Comparação entre Processos

Comparou-se os processos de carregamento manual e mecânico, sendo os mesmos designados na análise por tratamento A e tratamento B, respectivamente. As estimativas das médias de custo unitário obtidas encontram-se apresentadas no quadro 9.

QUADRO 9. — Médias Estimadas dos Custos Unitários dos Processos de Carregamento, Municípios de Piracicaba, Capivari e Rafard, São Paulo, Safra 1966/67

Processo	Média de Custo Unitário Cr\$/t
A	$\overline{C_{ma}} = 0,21$
B	$\overline{C_{me}} = 0,98$

Obtidas as estimativas dos parâmetros para tratamentos com “efeito-empresa” eliminado:

$$\begin{aligned} \hat{t}_1 &= -0,2675 \\ \hat{t}_2 &= 0,2675, \end{aligned}$$

determinou-se pela análise da variância o valor de “F” para tratamentos ajustados significativo ao nível de 1% de probabilidade, não sendo significativo o valor de “F” para blocos ajustados ao nível de 5% (quadro 10).

Infere-se que, na média, o custo unitário de carregamento mecânico difere do de carregamento manual, independentemente das empresas canavieiras que os utilizam, sendo menos oneroso o carregamento manual que o mecânico. Ao mesmo tempo, verifica-se que as diferenças entre as empresas não influenciam significativamente os respectivos custos unitários dos processos de carregamento.

QUADRO 10. — Análise da Variância para a Comparação entre os Custos Unitários dos Processos de Carregamento, Municípios de Piracicaba, Capivari e Rafard, São Paulo, Safra 1966/67

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	"F"
Blocos	35	2,2701		
Tratamentos ajustados	1	1,5743	1,5743	38,49 ++
Resíduo (1)	10	0,4090	0,04090	
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>4,2534</b>		
Tratamentos	1	3,0172	.	
Blocos ajustados	35	0,8272	0,02363	0,58
Resíduo (1)	10	0,4090	0,04090	

(1) O coeficiente de variação é igual a 31,3%.

#### 4.2.2 — Fatores Associados aos Custos Unitários

#### *Carregamento mecânico*

##### *Carregamento manual*

Admitiu-se, por hipótese, que o custo unitário de carregamento manual não sofre modificações significativas com alterações verificadas no volume de produção carregada através desse processo (Modelo II). Dessa forma, obteve-se um custo unitário ponderado de carregamento manual ( $CP_{ma}$ ) nas empresas igual a Cr\$ 0,39 por tonelada líquida carregada.

A relação funcional entre o custo unitário de carregamento mecânico e o respectivo volume de produção, encontra-se representada no Modelo III. Para a equação de regressão estimada, verificou-se que 81% das alterações da variável dependente ( $C_{me}$ ) puderam ser explicadas pela variável independente  $\left(\frac{1}{T_{me}}\right)$  com um nível de significância de 1% (quadro 11).

QUADRO 11. — Função Estimada de Custo Unitário de Carregamento Mecânico, Municípios de Piracicaba, Capivari e Rafard, São Paulo, Safra 1966/67

Variável Independente	Coefficiente de Regressão (b <sub>3</sub> )
$\frac{1}{T_{me}}$ onde $T_{me}$ = volume de produção carregada mecanicamente, em toneladas líquidas	2.416,93
Constante (a <sub>3</sub> ): 0,44	
Coeficiente de Correlação (r): 0,9032	
Coeficiente de Determinação (r <sup>2</sup> ): 0,8158	
Valor de "F" = 70,88++	
Número de Observações (N): 18	

A figura 3 mostra a curva representativa do custo unitário de carregamento mecânico, estimada a partir do Modelo III.

Verifica-se que o custo unitário de carregamento mecânico tende a decrescer com o aumento do volume de produção carregada. O custo fixo unitário diminui com o aumento do volume de toneladas carregadas e o custo variável unitário tende a permanecer constante, inexistindo, desta forma, uma fase onde o custo unitário se torne crescente.

Os demais fatores que podem afetar o custo unitário de carregamento mecânico foram excluídos do Modelo III, por estarem relacionados mais diretamente às condições peculiares de cada empresa e apresentarem dificuldade de controle. Destacam-se entre eles: a) variações nos anos de utilização e nas condições de conservação do conjunto trator-carregadeira; b) as diferenças na potência dos tratores; c) as diferenças de salário pago; d) as diferenças de topografia do terreno que ocasionariam varia-

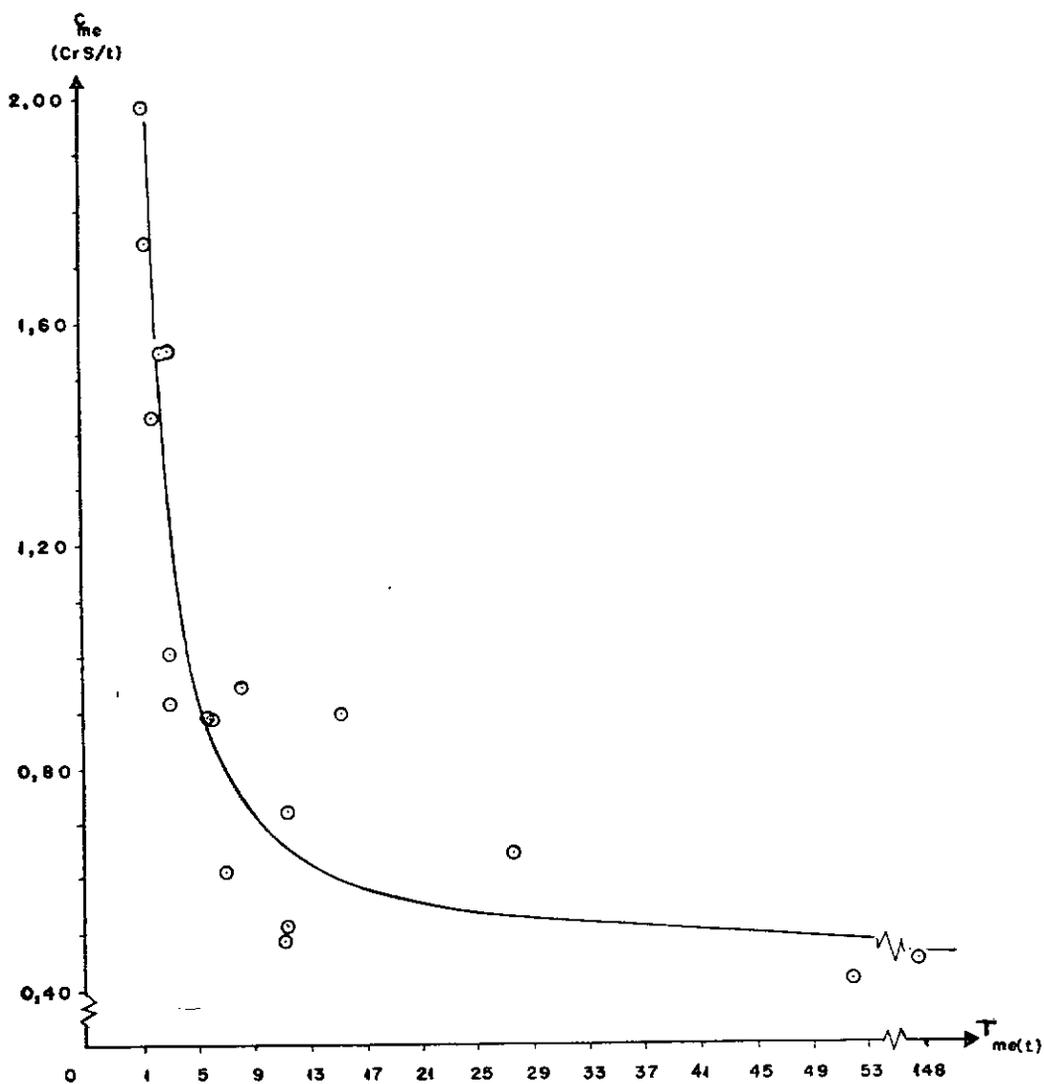


FIGURA 3. — Curva Ajustada de Custo Unitário de Carregamento Mecânico:  $C_{me} = 0,44 + 2,416,93 \frac{1}{T_{me}}$ .

ções no tempo gasto na operação.

#### 4.2.3 — Substituição entre Processos

Estimou-se o volume de produção que torna economicamente vantajoso a substituição do carregamento manual pelo carregamento mecânico, considerando a complementaridade das operações de corte manual e carregamento na colheita da cana.

Tornou-se necessário levar em conta essa complementaridade desde que o prévio enfeixamento da cana cortada se realiza para facilitar a operação de carregamento manual, ao passo que o carregamento mecânico pode ser feito com cana cortada solta.

A estimativa da média de custo de enfeixamento ( $C_t$ ) foi de Cr\$ 0,40 por tonelada líquida, quando se consideram ambos os tipos de despalha de cana. A esse valor ( $C_t$ ) foi acrescentado o custo unitário ponderado de carregamento

manual ( $CP_{ma}$ ), obtendo-se um custo igual a Cr\$ 0,79 por tonelada líquida. Esse custo é admitido invariável a qualquer volume de produção.

O primeiro método utilizado na determinação do volume de produção a partir do qual seria aconselhável o uso do carregamento mecânico ( $T_x$ ), considerou a função estimada para o custo unitário de carregamento mecânico (Modêlo III), igualando-a a soma dos custos de enfeixamento e carregamento manual, na forma:

$$CP_{ma} + C_t = a_3 + b_3 \frac{1}{T_x}$$

Substituindo-se os membros da igualdade pelos valores correspondentes, temos:

$$0,79 = 0,44 + 2.416,93 \frac{1}{T_x}$$

O volume de produção que satisfaz a condição de igualdade entre os custos unitários de carregamento foi estimado em 6.223 toneladas líquidas.

O outro método utilizado admitiu que o volume de pro-

dução ( $T_x$ ) indicado para a substituição entre os processos de carregamento poderia, também, ser estimado através da igualdade:

$$CP_{ma} + C_t = \frac{\sum CFS_{me}}{T_x} + CVP_{me}$$

onde:

$CFS_{me}$  = custo fixo de carregamento mecânico por empresa, em cruzeiros;

$CVP_{me}$  = custo variável unitário ponderado para o carregamento mecânico, em cruzeiros por tonelada líquida carregada;

$N$  = número total de conjuntos trator-carregadeira existentes nas empresas consideradas.

Substituindo-se os membros da igualdade pelos valores correspondentes, temos:

$$0,79 = \frac{83847,39}{T_x} + 0,32$$

Através desse segundo método, verifica-se que, com 5.960 toneladas líquidas carregadas, os custos decorrentes das operações associadas de carregamento manual e enfeixamento igualam-se ao custo de carregamento mecânico.

Considerando os resultados obtidos por ambos os métodos, tornou-se possível inferir que, numa empresa canavieira cujo volume de produção seja, em média, igual ou superior a 6.100 toneladas líquidas, deverá ser aconselhável o uso de carregamento mecânico. A partir desse nível, o custo unitário de carregamento mecânico passa a ser inferior aos decorrentes das operações de enfeixamento e carregamento manual.

#### 4.3 — CORTE MANUAL E CARREGAMENTO

Dada a complementaridade das fases de corte e carregamento, comparou-se os custos unitários associados das duas operações. Foi acrescentado o custo unitário de carregamento

manual aos custos unitários de corte manual da cana enfeixada na palha e enfeixada solta. O custo unitário de carregamento mecânico foi somado aos custos unitários de corte manual da cana solta na pa-

lha e da solta queimada. Na análise, êsses processos foram designados por tratamento A, B, C e D, respectivamente, e as estimativas das médias de custo obtidas são apresentadas no quadro 12.

QUADRO 12. — Médias Estimadas dos Custos Unitários dos Processos Associados de Corte Manual e Carregamento, Municípios de Piracicaba, Capivari e Rafard, São Paulo, Safra 1966/67

Processo	Média dos Custos Unitários Cr\$/t
A	$(C_{ep} + C_{ma}) = 1,63$
C	$(C_{eq} + C_{ma}) = 1,39$
B	$(C_{sp} + C_{me}) = 1,92$
D	$(C_{sq} + C_{me}) = 1,69$

Não se alterando os coeficientes das equações normais para tratamento, permanecem nesse caso os elementos da matriz C e da matriz M da comparação entre os sub-processos de corte manual (item 4.1.1).

Obtidas as estimativas dos parâmetros para tratamentos com “efeito-empresa” eliminado:

$$\hat{t}_1 = -0,0222$$

$$\hat{t}_2 = -0,1459$$

$$\hat{t}_3 = 0,1514$$

$$\hat{t}_4 = 0,0167,$$

determinou-se pela análise da variância o valor de “F” para tratamentos ajustados significativo ao nível de 5% de probabilidade. O valor de “F” para blocos ajustados não foi significativo a 5% (quadro 13).

Complementando a análise, verificou-se isoladamente o ní-

vel de significância da diferença entre as médias de tratamentos ajustados para blocos (quadro 14).

QUADRO 13. — Análise da Variância para a Comparação entre os Custos Unitários dos Processos Associados de Corte Manual e Carregamento, Municípios de Piracicaba, Capivari e Rafard, São Paulo, Safra 1966/67

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	"F"
Blocos	35	0,6705		
Tratamentos ajustados	3	0,3136	0,1045	7,03+
Resíduo (1)	26	0,3866	0,01487	
<b>Total</b>	<b>64</b>	<b>1,3707</b>		
Tratamentos	3	0,2428		
Blocos ajustados	35	0,7413	0,02118	1,42
Resíduo (1)	26	0,3866	0,01487	

(1) O coeficiente de variação é igual a 9,5%.

QUADRO 14. — Estimativas das Médias Ajustadas para os Custos Unitários dos Processos Associados de Corte Manual e Carregamento, Municípios de Piracicaba, Capivari e Rafard, São Paulo, Safra 1966/67

Processos Associados	$\hat{m}_i = \frac{\hat{A}}{m + t_i}$
A	$\hat{m}_1 = 1,2536$
B	$\hat{m}_2 = 1,1299$
C	$\hat{m}_3 = 1,4272$
D	$\hat{m}_4 = 1,2925$

Para os seis contrastes estabelecidos foram determinadas as estimativas da variância e covariância para os efeitos de tratamentos através dos elementos da Matriz  $\hat{D}$ .

Obtidas essas estimativas e os correspondentes valores de

$\Delta_k$  de Tukey, inferiu-se haver diferenças estatisticamente significativas nos contrastes  $\hat{Y}_4$  e  $\hat{Y}_5$ , respectivamente, ao nível de 1% e 5% de probabilidade. Os demais contrastes não apresentaram uma diferença significativa a 5% de probabilidade (quadro 15).

QUADRO 15. — Significância, pelo Teste Tukey, das Estimativas dos Contrastos entre as Médias Ajustadas de Custos Unitários dos Processos Associados de Corte Manual e Carregamento, Municípios de Piracicaba, Capivari e Rafard, São Paulo, Safra 1966/67

Estimativas dos Contrastos ( $\hat{Y}_k$ )	$\hat{V}(\hat{Y}_k)$	$\Delta_k$ de Tukey	
		5%	1%
$\hat{Y}_1 = m_1 - m_2 = 0,1237$	0,003271	0,1549	0,1969
$\hat{Y}_2 = m_1 - m_3 = 0,1736$	0,004590	0,1834	0,2333
$\hat{Y}_3 = m_1 - m_4 = 0,0389$	0,003352	0,1568	0,1994
$\hat{Y}_4 = m_2 - m_3 = 0,2973$	0,004222	0,1760	0,2237
$\hat{Y}_5 = m_2 - m_4 = 0,1626$	0,002854	0,1466	0,1839
$\hat{Y}_6 = m_3 - m_4 = 0,1347$	0,002506	0,1355	0,1723

Concluiu-se que, com o “efeito-empresa” eliminado, há diferença significativa entre os custos unitários dos processos de corte manual e carregamento associados. Entretanto, quando comparados isoladamente os processos, A, B, C e D

entre si, essa diferença estatística só é mantida para os contrastes  $\hat{Y}_4$  e  $\hat{Y}_5$ .

Verificou-se que os custos unitários de corte e carregamento manual da cana enfeixada queimada (Tratamento B), apresentam-se significativamente

te diferentes, ao mesmo tempo, dos de corte manual e carregamento mecânico da cana sôlta na palha (Tratamento C) e dos da cana sôlta queimada (Tratamento D). Isso quer dizer que há alterações sensíveis nas despesas de corte manual e carregamento quando se emprega um desses três processos mencionados. Torna-se menos oneroso à empresa, nesse caso, a utilização do corte manual da cana enfeixada queimada com carregamento manual (Tratamento B).

Em síntese, indicam êsses resultados que, quando se considera as operações de corte e carregamento combinadas, a economia realizada no corte com o não enfeixamento da cana é menor que o aumento de gastos em que se incorre quando se passa do carregamento mecânico para o manual.

Utilizando a empresa o carregamento mecânico, ser-lhe-á indiferente cortar a cana sôlta queimada ou sôlta na palha, desde que os respectivos custos

associados de ambas as operações não se apresentaram significativamente diferentes. Similaramente, quando a empresa carregar a cana manualmente será indiferente, também, cortá-la enfeixada na palha ou enfeixada queimada.

#### 4.4 — TRANSPORTE

##### 4.4.1 — Comparação entre Processos

Comparou-se os processos de transporte da cana em caminhões alugados e em caminhões pertencentes às empresas. Na análise, êsses processos foram designados por tratamento A e B, respectivamente e as estimativas das médias de custo médio por quilômetro são apresentadas no quadro 16.

Utilizando as raízes quadradas dos dados originais, obteve-se um valor de "F" calculado significativo ao nível de 1% (quadro 17).

Infere-se a partir do resultado da análise que há uma diferença significativa entre os

QUADRO 16. — Médias Estimadas dos Custos Médios por Quilômetro dos Processos de Transporte, Municípios de Piracicaba, Capivari e Rafard, São Paulo, Safra 1966/67

Processo	Média de Custos Médios por quilômetro Cr\$/1000 t/km
A	$\overline{CM}_{ta} = 76,13$
B	$\overline{CM}_{tp} = 107,89$

QUADRO 17. — Análise da Variância para a Comparação entre os Custos Médios por Quilômetro dos Processos de Transporte, Município de Piracicaba, Capivari e Rafard, São Paulo, Safra 1966/67

Causa de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	"F"
Inter-tratamentos	1	34,2025	34,2025	9,17 ++
Resíduo (1)	62	131,2329	3,7296	
<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>265,4354</b>		

(1) O coeficiente de variação é igual a 21,4%.

custos médios por quilômetro para o transporte de cana em caminhões alugados e em pertencentes às empresas. O custo médio por quilômetro de transporte em caminhões alugados apresenta-se, em média, inferior aquele em caminhões pertencentes às empresas, sendo assim aconselhável o uso do primeiro processo.

#### 4.4.2 — Fatores Associados aos Custos Unitários de Transporte em Caminhões Alugados às Empresas

A relação funcional entre o custo unitário de transporte da cana em caminhões alugados e a distância percorrida por viagem da lavoura à esteira da usina encontra-se representada no Modelo IV. Para a equação

de regressão estimada, verificou-se que 65% das alterações da variável dependente ( $C_{ta}$ ) puderam ser explicadas pela variável independente ( $K_{ta}$ ) com um nível de significância de 1% (quadro 18).

QUADRO 18. — Função Estimada de Custo Unitário de Transporte em Caminhões Alugados às Empresas, Municípios de Piracicaba, Capivari e Rafard, São Paulo, Safra 1966/67

Variável Independente	Coefficiente de Regressão ( $b_1$ )
$K_{ta}$ = distância percorrida por viagem em quilômetros rodados (ida e volta)	0,0308
Constante ( $a_1$ ): 0,79	
Coeficiente de Correlação ( $r$ ): 0,8078	
Coeficiente de Determinação ( $r^2$ ): 0,6525	
Valor de "F" = 82,66++	
Número de Observações (N): 46	

Verifica-se que o custo unitário de transporte de cana em caminhões alugados tende a se elevar em Cr\$ 0,31 por tonelada líquida transportada com um aumento de 5 quilômetros na distância percorrida entre a lavoura e a esteira da usina.

A figura 4 mostra a linha de custo unitário de transporte em caminhões alugados, es-

timada pela equação de regressão do Modelo IV.

4.4.3 — Fatores Associados aos Custos Médios por Quilômetro de Transporte em Caminhões Alugados e em Caminhões Pertencentes às Empresas

Na equação de regressão estimada para o custo médio por quilômetro de transporte de

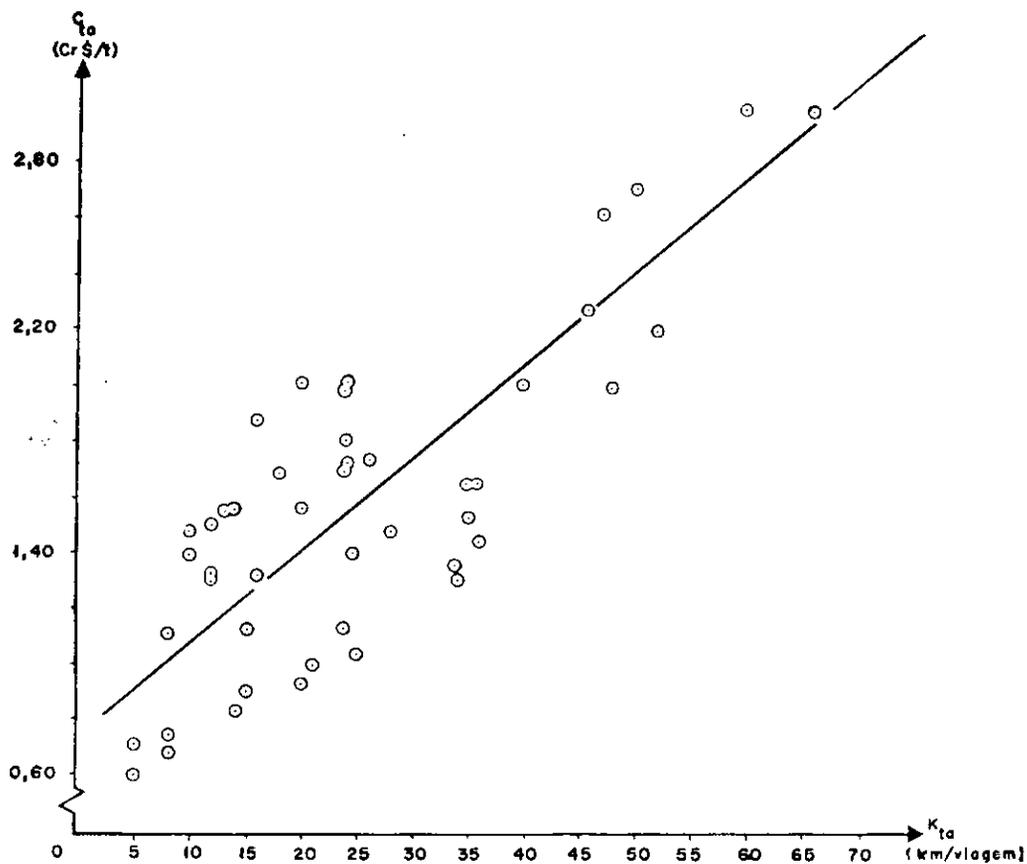


FIGURA 4. — Linha Ajustada de Custo Unitário de Transporte da Cana em Caminhões Alugados às Empresas:  $C_{ta} = 0,79 + 0,0308 K_{ta}$ .

cana em caminhões alugados às empresas, Modelo V(a), verificou-se que 58% das alterações da variável dependente ( $CM_{ta}$ ) puderam ser explicadas pela variável independente  $\left(\frac{1}{K_{ta}}\right)$  com um nível de significância de 1% (quadro 19).

QUADRO 19. — Função Estimada de Custo Médio por Quilômetro de Transporte de Cana em Caminhões Alugados às Empresas, Municípios de Piracicaba, Capivari e Rafard, São Paulo, Safra 1966/67

Variável Independente	Coefficiente de Regressão ( $b_5$ )
$\frac{1}{K_{ta}}$ onde $K_{ta}$ = distância média percorrida por viagem em quilômetros rodados (ida e volta)	593,8787
Constante ( $a_5$ ): 41,39	
Coeficiente de Correlação (r): 0,7645	
Coeficiente de Determinação ( $r^2$ ): 0,5845	
Valor de "F" = 61,87++	
Número de Observações (N): 46	

QUADRO 20. — Função Estimada de Custo Médio por Quilômetro de Transporte em Caminhões Pertencentes às Empresas, Municípios de Piracicaba, Capivari e Rafard, São Paulo, Safra 1966/67

Variável Independente	Coefficiente de Regressão ( $b_6$ )
$\frac{1}{K_{tp}}$ onde $K_{tp}$ = distância média percorrida por viagem em quilômetros rodados (ida e volta)	828,7856
Constante ( $a_6$ ): 39,26	
Coeficiente de Correlação (r): 0,9195	
Coeficiente de Determinação ( $r^2$ ): 0,8455	
Valor de "F" = 87,22++	
Número de Observações (N): 18	

Na equação de regressão estimada para o custo médio por quilômetro de transporte de cana em caminhões pertencentes às empresas, Modelo V(b), verificou-se que 84% das alterações da variável dependente ( $CM_{tp}$ ) puderam ser explicadas pela variável independente  $\left(\frac{1}{K_x}\right)$  ao nível de significância de 1% (quadro 20).

Considerando os resultados obtidos a partir do Modelo V(a) e do Modelo V(b) verifica-se que os custos médios por quilômetro de transporte de cana tanto em caminhões alugados como em caminhões próprios tendem a decrescer com o aumento da distância percorrida por viagem da lavoura à esteira da usina (figura 5).

#### 4.4.4 — Substituição entre Processos

Com o objetivo de identificar a distância percorrida por viagem ( $K_x$ ) que poderá tornar conveniente a substituição en-

tre o transporte de cana em caminhões alugados e em caminhões pertencentes às empresas, igualaram-se entre si as funções estimadas de custo médio por quilômetro de ambos os processos de transporte, como segue:

$$\begin{aligned} a_5 + b_5 \frac{1}{K_x} &= \\ &= a_6 + b_6 \frac{1}{K_x} \end{aligned}$$

Substituindo-se os membros da igualdade pelos valores correspondentes, temos:

$$\begin{aligned} 41,39 + 593,8787 \frac{1}{K_x} &= \\ &= 39,26 + 828,7856 \frac{1}{K_x} \end{aligned}$$

Inferiu-se que, quando são percorridos 110 quilômetros por viagem (ida e volta), ou seja, com 55 quilômetros de distância entre a lavoura e a esteira da usina, o custo médio por quilômetro de transporte de cana em caminhões alugados iguala-se ao de em caminhões pertencentes às empresas. A partir dessa distância, deverá ser aconselhável a utilização de

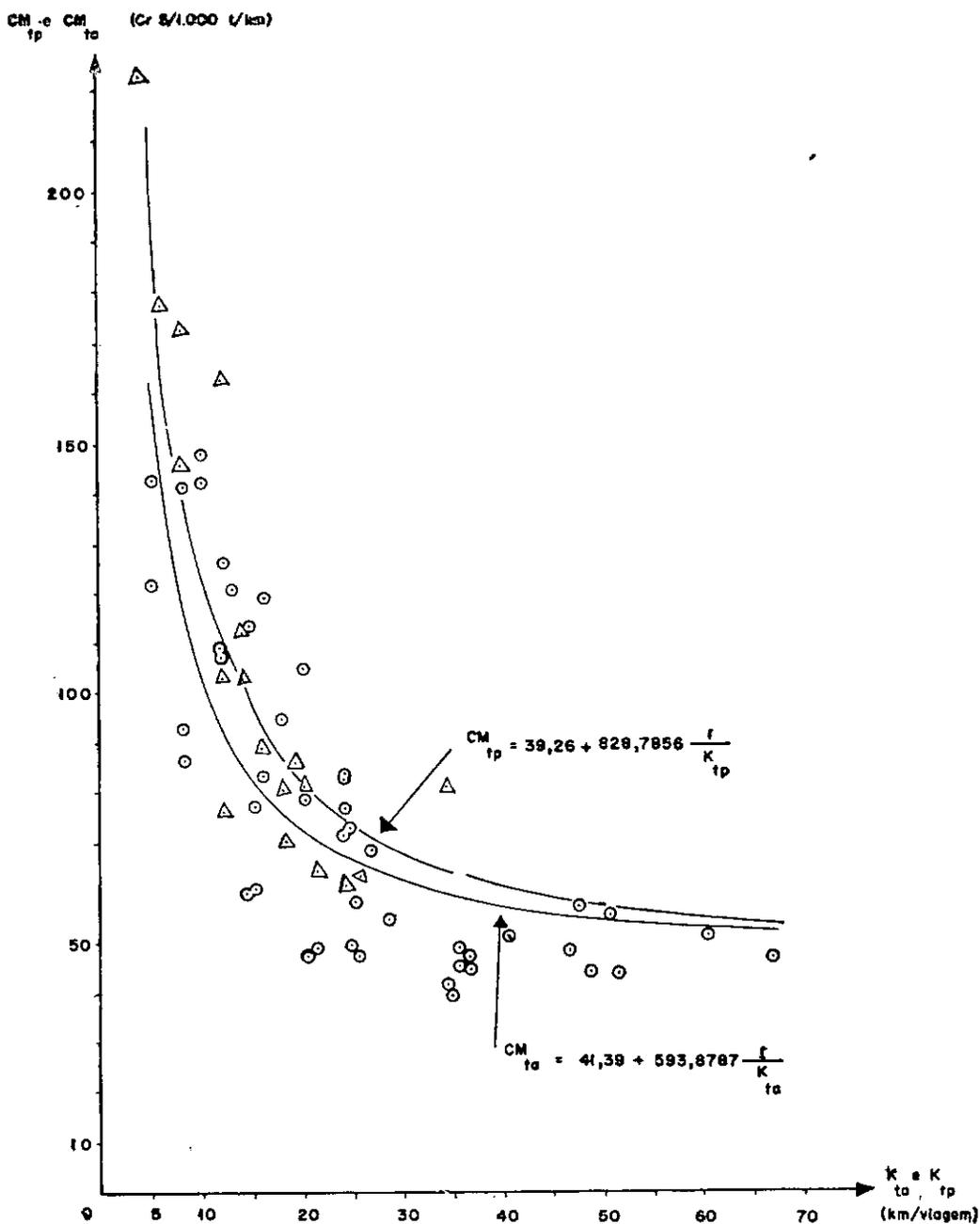


FIGURA 5. — Curvas Ajustadas de Custo Médio por Quilômetro de Transporte da Cana em Caminhões Alugados ( $CM_{ta}$ ) e em Caminhões Pertencentes às Empresas ( $CM_{tp}$ ). As Observações Referentes ao  $CM_{ta}$  Estão Assinaladas com Círculos e as Referentes ao  $CM_{tp}$  com Triângulos.

transporte de cana em caminhões pertencentes às emprêsas, visto que o respectivo custo declina mais ràpidamente que aquêle em caminhões alugados com o aumento da distância percorrida.

Cumpre notar, entretanto, que essa referida distância em quilômetros encontra-se fora do intervalo onde os dados estão compreendidos (figura 5). Por êsse motivo, devem ser guardadas as devidas restrições ainda mais considerando ser esta distância relativamente grande.

## 5 — CONCLUSÕES

### 5.1 — CONCLUSÕES DE NATUREZA ESPECÍFICA:

- a) Para emprêsas canavieiras com volume de produção inferior a 6.100 toneladas líquidas produzidas por safra, será aconselhável a utilização do processo manual de carregamento, por apresentar tal processo um custo unitário inferior ao do carregamento mecânico abaixo daquele limite;
- b) É indiferente proceder a despalha da cana cortada enfeixada e carregada manualmente, quer por meio de fogo quer por meio manual, tendo em vista que o custo unitário de corte manual da cana enfeixada na palha associado ao do carregamento manual não difere significativamente do custo unitário de corte manual da cana enfeixada queimada associado ao do carregamento manual;
- c) O custo unitário de corte manual da cana enfeixada na palha é mínimo quando o rendimento cultural se situar em tórno de 66 toneladas líquidas cortadas por hectare;
- d) Para emprêsas canavieiras com volume de produção igual ou superior a 6.100 toneladas líquidas produzidas por safra, será aconselhável a utilização do pro-

- cesso de carregamento mecânico. Este processo apresenta um custo unitário inferior ao do carregamento manual acima daquele limite;
- e) É indiferente proceder a despalha da cana cortada sôlta e carregada mecanicamente, quer por meio de fogo quer por meio manual, visto que o custo unitário de corte manual da cana sôlta na palha associado ao do carregamento mecânico não difere significativamente do custo unitário de corte manual da cana sôlta queimada associado ao do carregamento mecânico;
- f) O custo unitário de corte manual da cana sôlta queimada não se apresenta significativamente relacionado com o rendimento cultural;
- g) O custo unitário de corte manual da cana enfeixada na palha associado ao custo unitário de carregamento manual não difere significativamente do custo unitário de corte manual da cana sôlta queimada associado ao custo unitário de carregamento mecânico;
- h) O custo unitário de corte manual da cana enfeixada queimada associado ao custo unitário do carregamento manual é inferior aos demais custos unitários dos processos combinados de corte e carregamento. O custo unitário daquele processo é significativamente diferente dos custos unitários de corte manual da cana sôlta na palha e sôlta queimada, ambos associados ao custo unitário de carregamento mecânico;
- i) O custo unitário de transporte de cana em caminhões alugados às empresas tende a se elevar em Cr\$ 0,31 por tonelada líquida transportada para cada cinco quilômetros adi-

cionais percorridos entre a lavoura e a esteira da usina;

- j) O custo médio por quilômetro de viagem para o transporte de cana em caminhões alugados é significativamente diferente e inferior ao do transporte em caminhões pertencentes às empresas;
- k) O custo médio por quilômetro de viagem para o transporte de cana em caminhões alugados deverá tornar-se superior ao de em caminhões pertencentes às empresas, quando a distância percorrida da lavoura à esteira da usina ultrapassar 55 quilômetros.

## 5.2 — CONCLUSÕES DE NATUREZA GERAL

### 5.2.1 — Corte Manual e Carregamento de Cana:

- a) Quando se considera a complementaridade entre os processos de corte manual e de carregamento, verifi-

ca-se que a economia realizada com o não enfeixamento da cana é menor que o aumento de gastos devido ao uso do carregamento mecânico ao invés do manual;

- b) O custo unitário de corte manual da cana enfeixada na palha tende a decrescer com um aumento no rendimento cultural, até certo nível. Por outro lado, o custo unitário de corte manual da cana solta queimada, não se encontra significativamente relacionado com o rendimento cultural;
- c) No carregamento mecânico, quando aumenta o número de toneladas líquidas carregadas, o custo unitário desse processo diminui, sendo os decréscimos marginais cada vez menores.

### 5.2.2 — Transporte de Cana

- a) O custo unitário de transporte em caminhões alugados às empresas encontra-se correlacionado positiva-

mente com o aumento da distância percorrida por viagem entre a lavoura e a esteira da usina;

- b) No transporte de cana, quando aumenta a distância percorrida por viagem entre a lavoura e a esteira da usina, diminuem os custos médios por quilômetro, tanto em caminhões alugados como em caminhões pertencentes às empresas, sendo os decréscimos marginais cada vez menores.

### 5.3 — SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

É de se sugerir que em futuras pesquisas fôssem incluídos outros aspectos não abarcados neste estudo. Entre êsses aspectos, destacam-se:

- a) Análise mais ampla de todos os processos utilizados na colheita de cana-de-açúcar, no Estado de São Paulo. O levantamento incluiria empresas canavieiras

localizadas nas principais zonas produtoras do Estado, tanto de propriedade de usinas como de fornecedores e levaria em conta outros processos não considerados no presente trabalho, isto é, o corte mecânico e os processos de transporte com trator e carretas, em carroção e em vagões. Destacar-se-ia, como ponto principal, a análise do custo de corte mecânico com a finalidade de indicar quais as vantagens sócio-econômicas desse processo nas condições de operação nas empresas. A necessidade de tal análise se faz sentir quando se considera que a mecanização do corte em muito contribuiria para diminuir a variação estacional da demanda de mão-de-obra em empresas canavieiras;

- b) Análise dos processos de colheita onde pudessem ser controlados, experimentalmente, os fatores destaca-

dos como principais responsáveis pelas alterações nos respectivos custos. Nesse sentido, as Estações

Experimentais de Cana-de-Açúcar poderiam contribuir expressivamente na consecução de tais estudos.

#### LITERATURA CITADA

1. ASSOCIAÇÃO DE USINEIROS DE SÃO PAULO. Sinopse estatística do açúcar e do álcool. São Paulo, 1965. 179p.
2. AZZI, G. M. Considerações sobre a eficiência do trabalho mecanizado na cultura de cana-de-açúcar. Piracicaba, 1960. p.96-103 [mimeogr.] [I Simpósio nacional de tratorização da cultura canavieira, Piracicaba, 16-21, mai. 1960].
3. BARBIN, D. A. A herdabilidade do pêso aos dezoito meses do gado Canchim. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1968. 67p. [Tese de doutoramento apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", não publicada].
4. CESTA NETTO, F. Sugestões sobre a mecanização da colheita de cana: corte, carregamento e transporte. Piracicaba, 1960. p.61-65 [mimeogr.]. [I Simpósio nacional de tratorização da cultura canavieira, Piracicaba, 16-21, mai. 1960].
5. DRAPER, N. & SMITH, H. Applied regression analysis. 3th ed. New York, John Wiley, 1967. 407p.
6. ENGLER, J. J. C., ZAGATTO, A. G. & ARAÚJO, P. F. C. Produtividade de recursos e rendimento ótimo da lavoura canavieira, segundo as principais formas de exploração da terra, município de Piracicaba, Estado de São Paulo. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1965. 34p.
7. ETTORI, O. J. T., SUGAI, Y. & BEMELMANS, P. F. Custo de produção de cana industrial produzida pelos fornecedores cotistas em São Paulo. Agric. São Paulo 15(1/2):33-54. 1968.
8. FEDERAÇÃO DOS PLANTADORES DE CANA DO BRASIL. Estrutura de custos e preços da tonelada de cana. Rio de Janeiro, 1968. 48p.

9. GOMES, F. Pimentel. Curso de estatística experimental. 3.<sup>a</sup> ed. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1966. 402p.
10. ————— The solution of normal equations of experimental design models. *Ciência e Cultura* 19(3):567-573. 1967.
11. ————— The solution of normal equations of experiments in complete blocks. *Ciência e Cultura* 20(4):733-746. 1968.
12. KALIL, E. B. & LEME, H. A. Estudo econômico e agrícola da colheadeira de cana-de-açúcar na região de Piracicaba. Piracicaba, 1960. p.29-36 [mimeogr.] [I Simpósio nacional de tratorização da cultura canavieira, Piracicaba, 16-21, mai. 1960].
13. KERCHNER, O. Costs of transporting bulk and packaged milk by truck. Washington, U. S. Department of Agriculture, 1967. 24p.
14. OLIVEIRA, E. R. de. O corte de cana-de-açúcar. Piracicaba, 1962. p.53-63 [mimeogr.] [III Semana de fermentação alcoólica, Piracicaba, 9-14, abr. 1962].
15. OMETTO, D. A. Considerações sobre o transporte de cana-de-açúcar. Piracicaba, 1962. p.64-70 [mimeogr.] [III Semana de fermentação alcoólica, Piracicaba, 9-14, abr. 1962].
16. POWELL SENIOR, L. A., MURPHREE, C. E. & COVEY, C. D. The income implications of acreage control for flue-cured tobacco producers. Gainesville, University of Florida, 1962. 85p.
17. SAAD, O. Estudo comparativo dos diferentes processos de transporte de cana-de-açúcar. Piracicaba, 1960. p.51-60 [mimeogr.] [I Simpósio nacional de tratorização da cultura canavieira, Piracicaba, 16-21, mai. 1960].