

PESQUISA SOBRE CONDIÇÕES E CUSTOS DE PRODUÇÃO DA LAVOURA CANAVIEIRA *

1 — APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

A finalidade deste estudo consiste em examinar, através de uma descrição numérica, as condições gerais do processo produtivo de cana-de-açúcar nas explorações de fornecedores para, a partir daí, estudar a possibilidade de fixação de novo critério para determinar seu custo de produção.

Pretendeu-se como resultado da presente investigação chegar a uma fórmula na qual se estabelece uma relação funcional entre as quantidades físicas de fatores de produção utilizados por unidade de cana produzida. De tal sorte que conhecidos os novos preços vigentes a cada ano para os fatores de produção obtem-se, em forma automática, o novo preço da

*) Este projeto de investigação foi chefiado pelo economista Alvaro Miguez Bastos da Silva que foi assistido em suas decisões pelos economistas Anibal Villanova Villela e Julian Magalhães Chacel. Este último redigiu este texto de apresentação do trabalho. O estatístico Lindolfo Cazal Gonzalez incumbiu-se de prover fundamentação estatística do projeto.

Os trabalhos de campo foram realizados pelos seguintes agrônomos do IAA: Antônio Jovino da Fonseca, Carlos Eduardo Ferreira Pereira, Francisco Mello de Albuquerque, José Lacerda e Mello e Mancel Narciso Belo Verçosa, em

tonelada de cana, sempre que o horizonte econômico fôr suficientemente curto para descartar a hipótese de mudança no estado da técnica.

Em 1963 o Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas recebeu da Federação dos Plantadores de Cana do Brasil a incumbência de realizar estudos que conduzissem à proposição de sistemática mais apurada para determinar, a cada novo plano de safra, o preço da tonelada de cana.

2 – METODOLOGIA DA INVESTIGAÇÃO

A investigação foi realizada através de u'a amostragem probabilística, o que vale dizer que a obtenção de resultados foi controlada, conhecendo-se a margem de fidedignidade dos diversos estimadores.

2.1 – *Sistema de Referência*

Como sistema de referência foram utilizadas listas fornecidas pelo IAA, nas quais as usinas registram o volume anual de cana a estas entregues pelos fornecedores. As informações contidas nessas listas se referiam, via de regra, ao ano de 1961 e, em alguns casos, a 1962.

Partindo dessa listagem estratificou-se o universo segundo o volume de cana entregue as usinas.

2.2 – *Dimensionamento e Localização da Amostra*

A fim de dimensionar a amostra recorreu-se à seguinte hipótese de trabalho: maiores ou menores fornecimentos corresponderiam a maiores ou menores áreas de plantio e, conseqüentemente, maiores ou menores custos globais de produção.

Em seguida, foram construídos os estratos, levando-se em conta as classes de fornecimento com o intuito de homogeneizar o universo.

Pernambuco; Hamilton de Barros Soutinho e José Carlos Aragão, em Alagoas; Aldo Alves Peixoto, Herval Dias de Souza e Ruy da Silva Pinto, no Estado do Rio de Janeiro; Alfredo de Pádua Miller Azzi, José Alberto Gentil Costa Souza, José Fernandes, Mário Alberto Messina, no Estado de São Paulo.

Participaram dos trabalhos de escritório, como calculistas: Armando Madureira Luz, Cesar Cláudio Gordon, Leonardo Henriot Bloomfield, Luiz Alfredo Caldeira, Maria Lúcia Domingues e Marlene José Bento.

Carlos José Pereira de Lucena, do Centro de Processamento de Dados da Pontifícia Universidade Católica encarregou-se de orientar os serviços de processamento requeridos por este projeto.

Dermeval Caboclo da Silva, funcionário do IAA, assegurou as indispensáveis e importantes conexões entre os executores do projeto, de um lado, e o próprio IAA e a Federação de Plantadores de Cana do Brasil, de outro.

O Engenheiro-Agrônomo Salomão Schatan, da Divisão de Economia Rural da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, prestou serviços a este estudo como consultor.

Finalmente, Eliete Schnabl de Souza Cabral e Maria Cecília Barbosa incumbiram-se de suprir os serviços de secretaria.

Portanto, na ausência de dados relativos aos custos globais de produção, considerou-se como variável dimensionadora da amostra a quantidade de cana fornecida, que é uma variável correlacionada aos próprios custos.

A tabela I mostra a estratificação do universo de fornecedores de cana, em cada estado canavieiro considerado pela investigação.

2.3 — Estimativa das Médias e dos Totais do Universo

Os estimadores não tendenciosos da média e do total de um Universo finito num esquema de amostragem aleatória estratificada são respectivamente \hat{m} e \hat{T} , isto é, as suas espectâncias matemáticas são:

$$E \hat{m} = m$$

$$E \hat{T} = T$$

e cujas definições são dadas no seguinte quadro:

A M O S T R A	U N I V E R S O
ESTIMADOR	P A R A M E T R O
$\hat{m} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^L N_i \bar{X}_i$	$m = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^{N_i} X_{ij}$
$\hat{T} = \sum_{i=1}^L N_i \bar{X}_i$	$T = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^{N_i} X_{ij}$

A seguir são especificadas algumas notações relativas à estratificação:

ESPECIFICAÇÃO	N O T A Ç Õ E S		
	População	Estrato	Amostra
Número de estratos	L	—	L
Número de unidades	$N = \sum_{i=1}^L N_i$	N_i	$n = \sum_{i=1}^L n_i$
Valôres da variável	X_{ij} $i=1, 2, \dots, L$ $j=1, 2, \dots, N_i$	X_{ij} $j=1, 2, \dots, N_i$	X_{ij} $i=1, 2, \dots, L$ $j=1, 2, \dots, N_i$

DISTRIBUIÇÃO DO UNIVERSO DE FORNECEDORES EM CADA ESTADO

Tabela I

Estados	Até 100 t	100/ 500 t	500/ 1 000 t	1 000/ 2 000 t	2 000/ 3 000 t	3 000 t/ 5 000 t	5 000/ 10 000 t	10 000/ 15 000 t	+ de 15 000 t	Total
Pernambuco	726	788	321	340	228	248	209	47	11	2 918
Alagoas	353	383	226	203	118	93	47	8	4	1 435
Minas Gerais	1 379	645	121	62	19	20	3	1	—	2 250
Rio de Janeiro	5 794	3 002	547	291	96	64	46	5	5	9 850
São Paulo	964	2 724	1 212	690	254	220	153	43	60	6 320
Total	9 216	7 542	2 427	1 586	715	645	458	104	80	22 773

As variâncias respectivas desses estimadores são:

$$\sigma^2(\hat{m}) = \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^L N_i^2 \frac{N_i - n_i}{N_i - 1} \frac{\sigma_i^2}{n_i}$$

$$\sigma^2(\hat{T}) = \sum_{i=1}^L N_i^2 \frac{N_i - n_i}{N_i - 1} \frac{\sigma_i^2}{n_i}$$

Os estimadores \hat{m} e \hat{T} são variáveis aleatórias cujas reduzidas respectivas $\frac{\hat{m} - m}{\sigma(\hat{m})}$ e $\frac{\hat{T} - T}{\sigma(\hat{T})}$ têm distribuições assintoticamente normais

[0, 1], isto é:

$$\begin{aligned} \Pr \left\{ -\lambda \leq \frac{\hat{m} - m}{\sigma(\hat{m})} \leq \lambda \right\} &= \\ = \Pr \left\{ -\lambda \leq \frac{\hat{T} - T}{\sigma(\hat{T})} \leq \lambda \right\} &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\lambda}^{\lambda} e^{-\frac{x^2}{2}} dx = 1 - \alpha \end{aligned}$$

o tamanho da amostra foi determinado em função do coeficiente de confiança: $1 - \alpha = 0,95$ e o erro relativo em torno da média, ϵ_r , inferior a 6%.

2.4 - Repartição da Amostra Dentro dos Estados

A fim de diminuir o erro relativo em torno da média, resolveu-se o seguinte problema:

$$\begin{aligned} \text{Minimizar } \sigma^2(\hat{m}) &= \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^L N_i^2 \frac{N_i - n_i}{N_i - 1} \frac{\sigma_i^2}{n_i} \text{ sujeita à} \\ \text{condição restritiva } \sum_{i=1}^L n_i &= n \end{aligned}$$

Para resolver este problema de mínimo condicionado, considerou-se a Lagrangiana:

$$F = \sigma^2(\hat{m}) + \lambda \left[\sum_{i=1}^L n_i - n \right]$$

Os valores de n_i que satisfazem à solução do sistema de equações:

$$\frac{\partial F}{\partial n_i} = 0 \quad (i = 1, 2, \dots, L)$$

$$\sum_{i=1}^L n_i = n$$

São os valores que minimizam $\sigma^2(\hat{m})$, portanto:

$$n_i = n \frac{N_i \sigma_i}{\sum_{i=1}^L N_i \sigma_i}$$

2.5 Erro Relativo em Torno da Média

$$S_i^2 = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2$$

donde

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}$$

O estimador da variância dentro do estrato i tem a seguinte representação:

$$\hat{\sigma}_i^2 = \frac{N_i - 1}{N_i} \frac{n_i}{n_i - 1} S_i^2$$

Define-se a seguir o estimador da variância do estimador da média do universo pela notação:

$$\hat{\sigma}^2(\hat{m}) = \sum_{i=1}^L \left(\frac{N_i}{N} \right)^2 \frac{N_i - n_i}{N_i - 1} \frac{\hat{\sigma}_i^2}{n_i}$$

Com este novo elemento pode-se estimar o erro relativo em torno da média para o nível de significância, α , pela expressão:

$$\epsilon_r = \frac{\lambda \sigma(\hat{m})}{m}$$

DIMENSÃO DA AMOSTRA DE FORNECEDORES DE CANA EM CADA ESTADO

Tabela II

[illegible]

em que λ , α e ε_r , são relacionados da seguinte forma:

$$\Pr \left\{ 1 - \varepsilon_r \leq \frac{\hat{m}}{m} \leq 1 + \varepsilon_r \right\} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\lambda}^{\lambda} e^{-\frac{x^2}{2}} dx = 1 - \alpha$$

3. DETERMINAÇÃO DA FUNÇÃO DE CUSTO (RELATIVA A UM HECTARE DE CANA PLANTADA)

Seja: φ_i uma variável aleatória, caracterizada como fator de produção e P_i uma constante definida como preço do fator de produção φ_i

Seja: C uma combinação linear de variáveis aleatórias e caracterizada como custo de produção de um hectare de cana plantada e relativa a uma propriedade.

Dessa forma:

$$C = P_1 \varphi_1 + P_2 \varphi_2 + \dots + P_n \varphi_n$$

é também uma variável aleatória, cuja esperança matemática é:

$$\begin{aligned} EC &= E \{ P_1 \varphi_1 + P_2 \varphi_2 + \dots + P_n \varphi_n \} \\ &= E (P_1 \varphi_1) + E (P_2 \varphi_2) + \dots + E (P_n \varphi_n) \\ &= P_1 (E \varphi_1) + P_2 (E \varphi_2) + \dots + P_n (E \varphi_n) \\ &= P_1 m_1 + P_2 m_2 + \dots + P_n m_n \end{aligned}$$

Sendo $EC = \bar{C}$ (custo médio de produção)

tem-se:

$$\bar{C} = P_1 m_1 + P_2 m_2 + \dots + P_n m_n$$

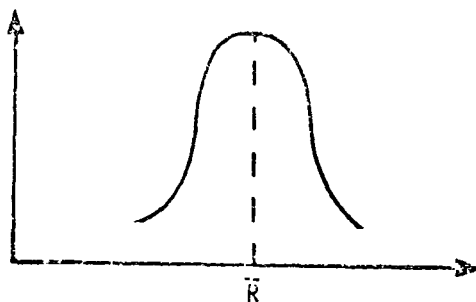
(o custo médio de produção é igual à soma dos produtos dos fatores médios de produção multiplicado pelos respectivos preços)

Sendo A o custo fixo por unidade de área relativo a cada propriedade, a função de custo terá a seguinte expressão:

$$\bar{C} = P_1 m_1 + P_2 m_2 + \dots + P_n m_n + A$$

Em que os fatores de produção são fixos e os preços variáveis e relativos ao ano considerado.

Seja $f(c)$ a função de frequência do custo de produção:



Dessa forma tem-se:

$$\bar{C} = \int_s c f(c) dc; \quad \sigma_c^2 = \int_s (c - \bar{c})^2 f(c) dc$$

Exprime-se a variância de C pela notação:

$$\sigma_c^2 = \sum_{i=1}^n P_i^2 \sigma_{\varphi_i}^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n P_i P_j \text{cov}(\varphi_i, \varphi_j)$$

Na hipótese de uma independência entre os fatores de produção tem-se:

$$\sigma_c^2 = \sum_{i=1}^n P_i^2 \sigma_{\varphi_i}^2; \quad \sigma_c = \sqrt{\sum_{i=1}^n P_i^2 \sigma_{\varphi_i}^2}$$

O que é uma suposição plausível em virtude de considerar-se as variáveis (fatores de produção) relativas a uma unidade de área e não em termos globais.

Estima-se σ^2 pela fórmula:

$$\begin{aligned} \hat{\sigma}_{\varphi}^2 &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^L N_i \hat{\sigma}_i^2 + \frac{1}{N} \sum_{i=1}^L N_i (\hat{m}_i - \hat{m})^2 \\ &- \sum_{i=1}^L \left(\frac{N_i}{N} - \frac{N_i^2}{N^2} \right) \frac{N_i - n_i}{N_i - 1} \cdot \frac{\hat{\sigma}_i^2}{n_i} \end{aligned}$$

em que:

$$\hat{\sigma}_i^2 = \frac{N_i - 1}{N_i} \frac{1}{n_i - 1} \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)$$

$$\hat{m}_i = \bar{x}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}$$

$$\hat{m} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^L N_i \bar{x}_i$$

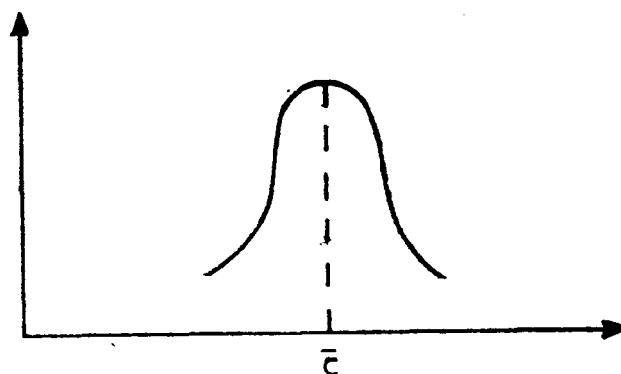
4 — RENDIMENTO FÍSICO RESULTANTE DA AÇÃO CONJUGADA FATORES DE PRODUÇÃO: FERTILIZANTE E ÁREA PLANTADA

Seja R uma variável aleatória e caracterizada como rendimento físico de uma propriedade

$$R = \frac{\text{Quantidade produzida}}{\text{hectare}}$$

Sabe-se que o rendimento físico é função de vários fatores em que o tamanho da área plantada e a adubação são elementos preponderantes. Considerando-se que estes fatores possam agir concomitantemente ou isoladamente, poderá ser o rendimento físico traduzido em termo de uma função de frequência.

Seja $f(r)$ a função de frequência do rendimento físico



Sendo:

$$E R = \bar{R} = \int_s r f(r) dr ; \sigma_R^2 = \int_s (r - \bar{R})^2 f(r) dr$$

Estima-se σ^2 pela fórmula:

$$\hat{\sigma}_R^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^L N_i \hat{\sigma}_i^2 + \frac{1}{N} \sum_{i=1}^L N_i (\hat{m}_i - \hat{m})^2 -$$

$$- \frac{1}{\sum_{i=1}^L N_i} \left(\frac{N_i}{N} - \frac{N_i^2}{N^2} \right) \frac{N_i - n_i}{N_i - 1} \cdot \frac{\hat{\sigma}_i^2}{n_i}$$

donde:

$$\hat{\sigma}_i^2 = \frac{N_i - 1}{N_i} \cdot \frac{1}{n_i - 1} \sum_{j=1}^{n_i} (r_{ij} - \bar{r}_i)^2$$

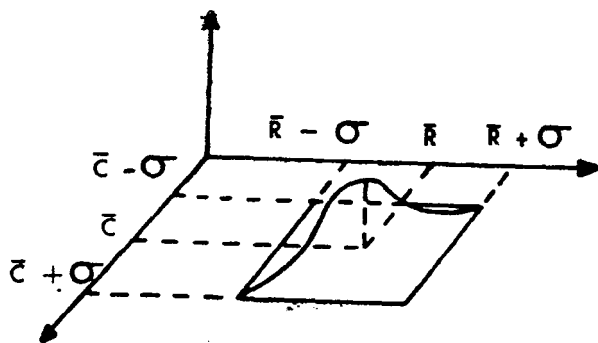
$$\hat{m}_i = \bar{r}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} r_{ij}$$

$$\hat{m} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^L N_i \bar{r}_i$$

Dessa forma podemos definir o custo médio por tonelada:

$$\bar{T} = \frac{\bar{C}}{\bar{R}}$$

A função de frequência conjunta rendimento físico e custo de produção $F(R; C)$



permite obter as flutuações do custo por tonelada quando se combinam as várias situações de custo e rendimento, como ilustra o quadro abaixo:

	$\bar{C} - \sigma_c$	\bar{C}	$\bar{C} + \sigma_c$
$\bar{R} - \sigma_R$	T_{11}	T_{12}	T_{13}
\bar{R}	T_{21}	\bar{T}	T_{23}
$\bar{R} + \sigma_R$	T_{31}	T_{32}	T_{33}

5 - FUNÇÃO DO CUSTO MÉDIO

Para cada Estado objeto do presente estudo, os resultados acham-se sintetizados nas fórmulas abaixo, que espelham a função de custo médio por hectare e o custo médio por tonelada de cana.

$$\text{Pernambuco} \dots \bar{C} = 98,2P_1 + 0,1P_2 + 10,6P_3 + 0,20P_4 + 0P_5 + \\ + 1,90P_6 + 1,5P_7 + 0,02P_8 + 0P_9 + 0P_{10}$$

$$\text{Alagoas} \dots \bar{C} = 74,5P_1 + 0,2P_2 + 4,9P_3 + 0,10P_4 + 0P_5 + \\ + 0P_6 + 1,5P_7 + 0,01P_8 + 0P_9 + 0P_{10}$$

$$\text{Minas Gerais} \dots \bar{C} = 53,1P_1 + 0,4P_2 + 4,7P_3 + 0,9P_4 + 1,9P_5 + \\ + 0P_6 + 1,5P_7 + 0,20P_8 + 0,02P_9 + 0,1P_{10}$$

$$\text{Rio de Janeiro} \dots \bar{C} = 43,7P_1 + 2,1P_2 + 23,7P_3 + 0,01P_4 + 0P_5 + \\ + 0,04P_6 + 0,9P_7 + 0,10P_8 + 0P_9 + 0,1P_{10}$$

$$\text{São Paulo} \dots \bar{C} = 37,4P_1 + 4,8P_2 + 4,8P_3 + 0,15P_4 + 1,0P_5 + \\ + 0,30P_6 + 1,6P_7 + 0,57P_8 + 0,01P_9 + 0,2P_{10}$$

CUSTO MÉDIO DE UMA TONELADA

$$\text{Pernambuco} \dots \bar{T} = \frac{1}{30} \left[98,2P_1 + 0,1P_2 + 10,6P_3 + 0,20P_4 + \right. \\ \left. + 0P_5 + 1,90P_6 + 1,5P_7 + 0,02P_8 + \right. \\ \left. + 0P_9 + 0P_{10} \right] + K$$

$$\text{Alagoas} \dots \bar{T} = \frac{1}{23,1} \left[74,5P_1 + 0,2P_2 + 4,9P_3 + 0,10P_4 + \right. \\ \left. + 0P_5 + 0P_6 + 1,5P_7 + 0,1P_8 + \right. \\ \left. + 0P_9 + 0P_{10} \right] + K$$

$$\text{Minas Gerais} \dots \bar{T} = \frac{1}{19,6} \left[53,1P_1 + 0,4P_2 + 4,7P_3 + 0,09P_4 + \right. \\ \left. + 1,9P_5 + 0P_6 + 1,5P_7 + 0,20P_8 + \right. \\ \left. + 0,02P_9 + 0,1P_{10} \right] + K$$

$$\text{Rio de Janeiro} \dots \bar{T} = \frac{1}{19,4} \left[43,7P_1 + 2,1P_2 + 23,7P_3 + 0,01P_4 + \right. \\ \left. + 0P_5 + 0,04P_6 + 0,9P_7 + 0,10P_8 + \right. \\ \left. + 0P_9 + 0,1P_{10} \right] + K$$

$$\text{São Paulo} \dots \bar{T} = \frac{1}{32,6} \left[37,4P_1 + 4,8P_2 + 4,8P_3 + 0,15P_4 + \right. \\ \left. + 1,0P_5 + 0,30P_6 + 1,6P_7 + 0,57P_8 + \right. \\ \left. + 0,01P_9 + 0,2P_{10} \right] + K$$

onde K representa os custos indiretos.

As funções de custo considerados são lineares e estabelecem uma relação funcional entre dez variáveis independentes e a variável dependente: produção de cana. As variáveis independentes refletem apenas custos diretos, sendo os custos indiretos objeto de cálculo à parte, fundamentado na observação de campo (dados emergentes dos questionários) *.

*) Os custos indiretos assim obtidos apresentaram grande variabilidade, refletindo as diferenças de estrutura operacional. Também influi notavelmente, na dispersão do custo indireto, a disparidade encontrada ao preço da terra nua. Dêsse modo, os custos indiretos aqui considerados têm duas componentes essenciais. De um lado, despesas gerais que traduzem um desembolso efetivo

A função que define o custo médio da tonelada está corrigida pelo rendimento agrícola "aparente" ao invés do rendimento agrícola "real", para melhor refletir os custos de produção que estão, evidentemente, influenciados pelos encargos das áreas de canas em formação.

Dá-se a seguir os valores correspondentes ao preço da tonelada de cana, em 1963, em cada um dos Estados considerados. Esses valores resultam da aplicação, às expressões das funções de custo, dos preços constantes da tabela I derivada da observação direta, via trabalho de campo.

Tabela III

CUSTO DE PRODUÇÃO POR TONELADA DE CANA — EM 1963*

<i>Estado</i>	<i>Custo Direto</i>	<i>Custo Indireto</i>	<i>Custo Médio Total</i>
Pernambuco	4.083	458	4.541
Alagoas	3.354	534	3.888
Minas Gerais	2.042	824	2.866
Rio de Janeiro	2.433	1.530	3.963
São Paulo	2.189	1.152	3.341

Ressalve-se que devido à grande dispersão observada não foi incluído no cálculo de custo a componente referente ao transporte da cana. Assim, os valores encontrados correspondem ao preço fixo da cana cortada e embarcada na lavoura.

de numerário, cujos valores encontrados para os Estados focalizados nas investigações foram os seguintes, por tonelada de cana: Pernambuco Cr\$ 198; Alagoas Cr\$ 368; Minas Gerais Cr\$ 199; Estado do Rio de Janeiro Cr\$ 356 e São Paulo Cr\$ 90. De outro, valores que correspondem a uma remuneração mista da atividade empresarial e capital e capital-terra segundo uma taxa arbitrária de 12% a.a. sobre os seguintes preços observados para o hectare, sem benfeitorias, nos diferentes Estados: Pernambuco Cr\$ 65 000; Alagoas Cr\$ 32 000; Minas Gerais Cr\$ 102 000; Rio de Janeiro Cr\$ 190 000 e São Paulo Cr\$ 298 000.

*) A despeito do ciclo produtivo completo de cana-de-açúcar processar-se em 18 meses, o período de observação considerado neste estudo coincide com o ano civil. A hipótese de trabalho que estabelece esta coincidência reside no fato de que todas as fases do processo se realizam durante o ano civil, se bem que pertençam a um ciclo que provém de ano anterior ou que extravaza sobre o ano seguinte.

PREÇOS DOS FATORES DE PRODUÇÃO

1 9 6 3

(Valôres observados em cruzeiros)

Tabela IV

Estados	Homem/Dia P ₁	Máquina/Hora P ₂	Animal/Dia P ₃	Adubo/t P ₄	Inseticida/kg P ₅	Produto químico/kg P ₆	Semente/t P ₇	Equipamento agrícola P ₈	Equipamento diverso P ₉	Veículo P ₁₀
Pernambuco	997	1.879	304	40.767	—	2.934	4.929	2.857	23.871	31.852
Alagoas	807	1.758	493	48.039	—	2.033	6.462	8.623	12.671	148.757
Minas Gerais	343	1.338	248	49.004	268	—	3.991	18.386	5.828	55.178
Rio de Janeiro ...	697	1.879	167	35.538	250	2.034	4.246	11.741	21.293	34.128
São Paulo	631	1.683	454	36.979	943	—	3.470	4.054	18.833	111.816

6 – BREVE ANÁLISE DAS VARIÁVEIS ECONÔMICAS MAIS RELEVANTES

Nesta secção passa-se em revista o comportamento dos fatores produtivos em termos das diferenças regionais na estrutura técnica da oferta de canas e, dentro de cada Estado, em termos de mudança na escala de produção.

6.1 – *As diferenças regionais na estrutura produtiva*

Essas diferenças podem ser rapidamente apreciadas através de algumas das tabelas aqui apresentadas e resultam na verificação numérica de que o processo de produção de cana-de-açúcar no Brasil possui características regionais bem definidas, que se refletem no rendimento físico da produção e no nível de custos.

A tabela V apresenta, em forma sintética, a intensidade de uso dos diversos fatores produtivos nos cinco estados correspondentes à área investigada. As diferenças de intensidade no emprêgo dos fatores estão bem caracterizadas. Pernambuco e Alagoas denotam elevada utilização de mão-de-obra, em volume muito superior a qualquer outro Estado. Como consequência da técnica de uso intensivo de trabalho, é sensivelmente inferior nos estados nordestinos o emprêgo de equipamento mecanizado, cujo total situa-se abaixo do estado de menor índice de mecanização da Região Centro-Sul: Minas Gerais.

Verificações análogas podem ser feitas quanto ao emprêgo de equipamento agrícola não motorizado, cuja maior intensidade de utilização ocorre, em ordem decrescente, nos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. Contudo, o exame dessa tabela não é suficiente para explicar as disparidades nos níveis observados do rendimento agrícola aparente.* Este tem um largo espectro de variação, indo de um valor mínimo de 19,4 toneladas por hectare do Rio de Janeiro, até um valor máximo de 32,6 toneladas por hectare em São Paulo: Pernambuco e Alagoas mantêm-se em posição intermediária, com rendimentos respectivamente de 30,0 e 23,1 toneladas por hectare, ambos superiores ao rendimento observado para Minas Gerais.

É preciso ter sempre presente que a estrutura agrária básica é diferente nos cinco Estados aqui investigados. Cada um apresenta características próprias, não só de caráter institucional, como no que diz respeito ao aproveitamento das áreas aráveis, em função da topografia e da natureza dos solos. São estas últimas diferenças que estão registradas nas tabelas

*) Em consequência da metodologia estatística adotada, utilizou-se neste estudo o conceito de rendimento "aparente" ao invés do de rendimento "real". O rendimento "aparente" é obtido estalecendo-se a relação entre o produto colhido e a área total plantada, que inclui canas em formação. Este foi o critério adotado na quantificação unitária do uso dos fatores de produção.

PARAMETRO DA FUNÇÃO DE CUSTO

Tabela V

ESTADOS	HOMENS - DIA/H3	MAQUINAS HORA/H3	ANIMAIS DIA/H3	QUANTIDADE ADUBOS/H3 (t)	QUANTIDADE INSETICIDA/H3 (kg)	QUANTIDADE PRODUTOS QUÍMICOS/H3 (kg)	QUANTIDADE SEMENTES/H3 (t)	QUANTIDADE EQUIPAMENTO AGRICOLA/H3	QUANTIDADE EQUIPAMENTO DIVERSO/H3	NÚMERO DE VEÍCULOS/H3	RENDIMENTO AGRICOLA (t/H3)
Pernambuco	98,2	0,1	10,6	0,20	—	1,90	1,5	0,02	—	—	30,0
Alagoas	74,5	0,2	4,9	0,10	—	—	1,5	0,01	—	—	23,1
Minas Gerais	53,1	0,4	4,7	0,09	1,9	—	1,5	0,20	0,02	0,1	19,6
Rio de Janeiro	43,7	2,1	23,7	0,01	—	0,04	0,9	0,10	—	0,1	19,4
São Paulo	37,4	4,8	4,8	0,15	1,0	0,30	1,6	0,57	0,01	0,2	32,6

VALORES MÉDIOS EM PERNAMBUCO

Tabela VI

DISCRIMINAÇÃO	ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	ESTRATO 4	ESTRATO 5	ESTRATO 6	ESTRATO 7	ESTRATO 8	ESTRATO 9
Homens-dia/Ha ..	92,7	98,7	115,3	91,2	94,9	99,7	103,2	96,6	98,1
Animais-dia/Ha ..	7,2	11,5	10,3	10,0	11,2	15,6	13,0	15,0	13,9
Máquinas-hora/Ha		0,1			0,2	0,5	0,6	1,0	
Quant. Sementes/ Ha	1,7	1,6	1,8	1,2	1,1	1,2	1,5	1,3	1,1
Quant. Prod. Quí- micos/Ha			0,1	16,2		0,2	0,2	0,4	
Quant. Adubos/Ha	0,03	0,2	0,2	0,1	0,3	0,4	0,5	0,3	0,2
Quantidade Equip. Agrícola/Ha			0,03	0,1	0,02	0,03	0,03	0,02	0,1
Quantidade Equip. Diverso/Ha					0,01				
Quantidade Inseti- cida/Ha								1,0	
N.º de Veículos/Ha			0,04	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03

VALORES MEDIOS EM ALAGOAS

Tabela VII

DISCRIMINAÇÃO	ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	ESTRATO 4	ESTRATO 5	ESTRATO 6	ESTRATO 7	ESTRATO 8	ESTRATO 9
Homens-dia/Ha ..	67,3	77,5	77,8	78,5	70,0	75,8	79,9	70,9	88,9
Animais-dia/Ha ..	3,6	4,2	4,8	6,8	5,7	7,0	7,2	6,6	4,5
Máquinas-hora/Ha		0,1		0,1	0,2	0,5	1,9	1,2	0,4
Quant. Sementes/ Ha	1,7	1,6	1,3	1,3	1,1	1,2	1,3	1,0	1,2
Quant. Prod. Qui- micos/Ha						0,03		0,1	0,1
Quant. Adubos/Ha		0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,2	0,04
Quantidade Equip. Agrícola/Ha				0,03	0,02	0,04	0,04	0,03	0,04
Quantidade Equip. Diverso/Ha						0,01		0,01	0,01
Quantidade Inseti- cida/Ha									
N.º de Veículos/Ha				0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02

VALORES MÉDIOS EM MINAS GERAIS

Tabela VIII

DISCRIMINAÇÃO	ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	ESTRATO 4	ESTRATO 5	ESTRATO 6	ESTRATO 7
Homens-dia/Ha	47,8	59,7	65,3	65,8	74,5	72,1	40,4
Animais-dia/Ha	4,0	6,1	4,4	4,8	7,5	1,5	3,0
Máquinas-hora/Ha	0,02	0,8	1,2	0,9	0,3	3,0	2,5
Quantidade Sementes/Ha	1,5	1,5	1,3	1,3	1,5	1,2	1,3
Quantidade Produtos Químicos/Ha							
Quantidade Adubos/Ha	0,1	0,1	0,04	0,03	0,1	0,1	0,1
Quantidade Equipamento Agrícola/Ha	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,01
Quantidade Equipamento Diverso/Ha	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,01	
Quantidade Inseticida/Ha	2,3	1,6	0,7	0,9	1,49	0,2	0,4
Número de Veículos/Ha	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,04	

VALORES MÉDIOS NO RIO DE JANEIRO

Tabela IX

[illegible]

VALORES MÉDIOS EM SÃO PAULO

Tabela X

DISCRIMINAÇÃO	ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	ESTRATO 4	ESTRATO 5	ESTRATO 6	ESTRATO 7	ESTRATO 8	ESTRATO 9
Homens-dia/Ha ..	30,5	35,4	39,4	42,9	47,7	45,9	43,0	41,1	47,8
Animais-dia/Ha ..	8,3	3,8	2,9	7,3	4,4	6,4	2,5	3,1	2,0
Máquinas-hora/Ha	0,7	5,1	7,1	4,5	4,7	5,8	5,4	6,1	5,2
Quant. Sementes/ Ha	1,6	1,5	1,8	1,9	1,5	1,6	1,4	1,4	1,4
Quant. Prod. Qui- micos/Ha	0,2			2,2			1,2	0,2	
Quant. Adubos/Ha	0,01	0,1	0,2	0,4	0,1	0,2	0,5	0,3	0,3
Quantidade Equip. Agrícola/Ha	1,1	0,6	0,4	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
Quantidade Equip. Diverso/Ha		0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
Quantidade Inseti- cida/Ha	1,5	0,6	0,2	0,8	0,3	0,2	2,4	0,1	1,5
N.º de Veículos/Ha	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1	0,04	0,03	0,02	0,02

RENDIMENTO AGRÍCOLA REAL (Em t/Ha)

Tabela XI

ESTADOS	ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	ESTRATO 4	ESTRATO 5	ESTRATO 6	ESTRATO 7	ESTRATO 8	ESTRATO 9	RENDIMENTO AGRÍCOLA REAL (t/Ha)
Pernambuco	50,3	49,0	39,8	30,8	30,5	36,3	40,1	36,3	33,8	42,8
Alagoas	36,3	31,6	32,4	34,3	33,1	36,7	40,2	35,1	45,4	34,0
Minas Gerais	32,5	32,4	36,1	37,7	48,4	44,2	47,9			33,1
Rio de Janeiro	22,2	23,9	31,1	34,9	45,3	35,9	47,9	31,3		24,0
São Paulo	32,8	45,8	47,3	48,5	63,1	50,0	43,6	45,5	65,1	45,3

RENDIMENTO AGRÍCOLA APARENTE (t/Ha)

Tabela XII

ESTADOS	ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	ESTRATO 4	ESTRATO 5	ESTRATO 6	ESTRATO 7	ESTRATO 8	ESTRATO 9
Pernambuco	31,5	35,6	27,3	22,7	25,2	26,5	29,2	26,5	26,3
Alagoas	20,5	21,3	24,1	24,7	25,3	26,9	29,9	28,4	34,8
Rio de Janeiro ...	18,4	18,1	26,7	28,4	35,5	27,9	36,1	25,5	
Minas Gerais	15,7	24,1	29,0	30,8	32,5	38,9	32,4		
São Paulo	25,9	33,5	33,6	34,6	31,0	36,3	34,8	33,4	49,1

COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO EM CADA ESTADO

Tabela XIII

Estados	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO PARCIAL									Correlação Total	Coeficiente de Determinação
	HOMENS/DIA 1	ANIMAIS/DIA 2	MÁQUINAS/ HORA 3	QUANTIDADE DE SEMENTE 4	QUANTIDADE PRODUTOS QUÍMICOS 5	QUANTIDADE ADUEO 6	QUANTIDADE EQUIPAMENTO AGRÍCOLA 7	QUANTIDADE EQUIPAMENTO DIVERSO 8	ÁREA TRABALHADA 9		
Pernambuco	0,91	9,78	0,24	0,84	0,03	0,55	0,72	-0,13	0,01	0,96	92%
Alagoas	0,96	0,81	0,52	0,83	0,46	0,72	0,81	-0,05	0,30	0,98	96%
Minas Gerais	0,89	0,46	0,76	0,75	0,06	0,71	0,36	0,13	0,77	0,96	92%
Rio de Janeiro ...	0,93	0,11	0,67	0,79	0,45	0,48	0,86	0,45	0,87	0,96	92%
São Paulo	0,89	0,54	0,72	0,73	0,08	0,65	0,59	0,40	0,93	0,95	90%

CARACTERÍSTICAS GERAIS DE EXPLORAÇÃO

Area Total, Area Média e Utilização da Terra

Tabela XIV

DISCRIMINAÇÃO	Pernambuco	Alagoas	Minas Gerais	Rio de Janeiro	São Paulo
Area Total (Ha)	648.227	354.286	98.154	397.920	593.399
Area Média de Estabelecimento (Ha)	—	—	—	—	—
Area em Canas (Ha)	30.643	45.750	12.361	99.467	210.216
Area em Café (Ha)	877	—	976	—	22.617
Area em Cereais (Ha)	—	7	9.106	19.139	60.006
Area em Gado (Ha)	5.066	—	9.240	23.972	74.798
Area em Outras Atividades	2.964	201	6.625	135.209	18.980
Número de Estabelecimentos	2.918	1.435	2.250	9.850	6.320

TOPOGRAFIA E SOLOS

Tabela XV

ESTADOS	TOPOGRAFIA			SOLOS				AREA TOTAL
	Plana	Semi Encosta	Ladeira	Leves	Médios	Pesados	Muit o Pesados	
Pernambuco	117.828	221.519	295.451	51.807	385.698	134.743	18.508	648.227
Alagoas	155.885	96.855	93.506	36.590	30.245	7.220	305	354.286
Minas Gerais	21.701	22.789	34.466	19.982	60.846	3.340	27	97.974
Rio de Janeiro	318.336	58.096	21.487	105.165	150.370	85.545	47.840	397.920
São Paulo	491.780	83.620	12.175	223.552	326.383	28.818	27	593.399

XIV e XV. Nas primeiras dessas tabelas têm-se a caracterização das áreas canavieiras em termos de número de propriedades, de área plantada e de sua destinação quanto ao tipo e modalidade de cultivo. Tomando-se pares de Estados para confronto, observa-se, desde logo, que embora a área total dos fundos agrícolas em Pernambuco e São Paulo e em Alagoas e Estado do Rio de Janeiro sejam da mesma ordem de grandeza, o número de fundos agrícolas é quase 3 vezes superior em São Paulo e 7 vezes mais elevado no Estado do Rio de Janeiro em comparação, respectivamente, com Pernambuco e Alagoas. Ademais, a mesma tabela põe em evidência o caráter fortemente monocultor dos fundos agrícolas nordestinos. Em Pernambuco e Alagoas a plantação de cana representa, respectivamente, 77 e 99% do total da área cultivada; a mesma relação corresponde a 15% em Minas Gerais, 36% no Estado do Rio de Janeiro e 57% em São Paulo.

O aproveitamento total das terras em termos da relação área total/área plantada é também significativamente diverso. Enquanto Pernambuco e Alagoas indicam um grau de utilização de 6 e 11%, respectivamente, a relação eleva-se para 39% em Minas Gerais, 46% no Estado do Rio de Janeiro e 65% em São Paulo.

As condições apresentadas na tabela XV completam o quadro regionalmente diferenciado das condições gerais de exploração da lavoura canavieira. No que refere à topografia, a mesma é extremamente favorável à mecanização em Alagoas, no Estado do Rio de Janeiro e em São Paulo, enquanto Pernambuco e Minas Gerais possuem grande parte de sua área de cultivo em terreno montanhoso, o que restringe o emprego de equipamento motorizado.

6.2 — *A Mudança na Escala de Produção*

Dentro de cada Estado considerado neste estudo, o rendimento agrícola aparente que foi observado nem sempre guarda relação direta com a escala de produção. Um breve exame da tabela XII permite verificar que apenas Alagoas e São Paulo denotam rendimentos agrícolas crescentes em função da dimensão ou capacidade produtiva do fundo agrícola. Nos demais Estados, observa-se sensível flutuação no rendimento agrícola de um Estado para outro sem que, à primeira vista, haja relação direta com o volume produzido. Esta última situação é bem evidente em Pernambuco, onde o maior rendimento observado recai no segundo estrato, que agrupa propriedades cuja produção se situa entre os limites de 100 e 500 toneladas. Esse rendimento que é 16% superior ao rendimento médio aparente do Estado, tem uma possível explicação em fatores não quantificáveis como a fertilidade natural de solo e melhores cuidados de plantio e cultivo.

Analogamente, a intensidade de uso dos fatores produtivos segundo estratos dimensionais (tabelas VI a X), não apresenta de imediato

indicação sobre a escala produtiva capaz de fornecer melhores resultados. De onde, a pesquisa de uma função ideal de produção ter de considerar, ao nível atual da tecnologia utilizada, a fertilidade natural do solo e a habilidade gerencial do responsável pela exploração como elementos capazes de influenciar, predominantemente, os resultados apresentados.

7 – PROCESSO PARA ATUALIZAÇÃO DOS CUSTOS MONETÁRIOS

Admitindo que a estrutura técnica de produção nas lavouras de fornecedores de canas mantenha-se relativamente constante durante limitado número de anos, os parâmetros das funções de custo, registrados na tabela V (dos quais resultam as expressões fundamentais (1) e (2) apresentadas como conclusão deste estudo), também pode ser consideradas constantes.

Daí o custo médio da tonelada de cana em 1965 ser expresso em cada Estado por:

$$\text{Pernambuco} \dots \bar{T} = \frac{1}{R} \left[98,2P_1 + 0,1P_2 + 10,6P_3 + 0,20P_4 + \right. \\ \left. + 0,0P_5 + 1,90P_6 + 1,5P_7 + 0,02P_8 + \right. \\ \left. + 0P_9 + 0P_{10} \right] + 458$$

$$\text{Alagoas} \dots\dots\dots \bar{T} = \frac{1}{R} \left[74,5P_1 + 0,2P_2 + 4,9P_3 + 0,10P_4 + \right. \\ \left. + 0P_5 + 0P_6 + 1,5P_7 + 0,01P_8 + \right. \\ \left. + 0P_9 + 0P_{10} \right] + 534$$

$$\text{Minas Gerais} \dots \bar{T} = \frac{1}{R} \left[53,1P_1 + 0,4P_2 + 4,7P_3 + 0,09P_4 + \right. \\ \left. + 1,9P_5 + 0P_6 + 1,5P_7 + 0,20P_8 + \right. \\ \left. + 0,02P_9 + 0,1P_{10} \right] + 824$$

$$\text{Rio de Janeiro} \dots \bar{T} = \frac{1}{R} \left[43,7P_1 + 2,1P_2 + 23,7P_3 + 0,01P_4 + \right. \\ \left. + 0P_5 + 0,04P_6 + 0,9P_7 + 0,10P_8 + \right. \\ \left. + 0P_9 + 0,1P_{10} \right] + 1530$$

$$\text{São Paulo} \dots\dots \bar{T} = \frac{1}{R} \left[37,4P_1 + 4,8P_2 + 4,8P_3 + 0,15P_4 + \right. \\ \left. + 1,0P_5 + 0,30P_6 + 1,6P_7 + 0,57P_8 + \right. \\ \left. + 0,01P_9 + 0,2P_{10} \right] + 1152$$

Contudo, há dois tipos de variável cujo conhecimento deve ser determinado a fim de chegar à expressão atualizada de custo: rendimento e preços.

A variável rendimento está sujeita a flutuações motivadas pelas variações nas condições de clima.

Neste estudo, por exemplo, em que o período de observação foi o ano de 1963, o rendimento agrícola esteve influenciado, em certas áreas investigadas, por condições climáticas desfavoráveis. Portanto, não seria lícito supor, "a priori", a prevalência dessas mesmas condições em 1965, que influenciando tendenciosamente o custo médio da tonelada terminariam por atingir adversamente os consumidores finais. Faz-se necessário, assim, uma indagação sobre o rendimento agrícola "aparente" para que novos valores sejam atribuídos a R nas expressões propostas.

Mais evidente é a necessidade de conhecer os novos preços dos fatores (*inputs*), que devem ser aplicados a seus respectivos parâmetros nas funções de custo.

Daf impor-se o lançamento de breve investigação de campo para determinação objetiva dos novos valores (rendimento e preços).

S U M M A R Y

This paper is an empirical study of the production cost of sugar cane produced in the states of Pernambuco, Alagoas, Minas Gerais, Rio de Janeiro and São Paulo.

It was based on a sample of 496 producers for a universe containing 22.773 members distributed in 9 classes.

In order to find a cost function for 1 hectare of planted land the paper makes S_i = an aleatory variable = a factor of production and p_i a constant = cost of factor S_i . Then letting C be a linear combination of S_i , P_i , ($i = 1, 2, 3 \dots n$) we have c = cost of production. In this case c is also aleatory the frequency distribution of which may be represented by a Curve.

The paper then studies the physical productivity of land taking into account that the marginal physical output of land is a function of both the land size and the amount of fertilizer used.

Making R = the physical productivity of land the paper assumes that $f(r)$ = the frequency distribution of R is represented by a Curve.

In order to minimize the variance $\sigma^2 (\hat{m})$ subject to the condition that $\sum_{i=1}^L n_i = N$ the paper applies the Lagrange multiplier λ .

Based on the data found by the above mentioned procedure the paper studies the productivity of the sugar cane producers in each of the aforesaid cases and sets a formula to calculate the cost of production for each area. Finally it draws the attention of the authorities to two variables the values of which must be determined prior to any estimate of cost, to wit: the climatic conditions and the costs of inputs.