

**MINIMIZAÇÃO DO CUSTO DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE OLEAGINOSAS
PARA INDUSTRIALIZAÇÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO**

Marina Brasil Rocha
Sylvia Regina Hellmeister

**Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Agricultura e Abastecimento
Coordenadoria Sócio-Econômica**

Instituto de Economia Agrícola



Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Agricultura e Abastecimento
Instituto de Economia Agrícola

ISSN 0101-5109
Relatório de Pesquisa
18/87

**MINIMIZAÇÃO DO CUSTO DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE OLEAGINOSAS PARA
INDUSTRIALIZAÇÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO**

Marina Brasil Rocha
Sylvia Regina Hellmeister

São Paulo
1987

ÍNDICE

1 - INTRODUÇÃO	1
1.2 - Objetivo	2
2 - MATERIAL E MÉTODO	4
2.1 - Informação Básica	4
2.2 - Instrumental Analítico	8
2.2.1 - Apresentação matemática	10
2.3 - Presuposições do Modelo Teórico e suas Limitações	11
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4 - CONCLUSÃO	18
LITERATURA CITADA	19
RESUMO	21

Marina Brasil Rocha
Sylvia Regina Hellmeister

1 - INTRODUÇÃO

A utilização do transporte rodoviário no Brasil é preponderante, particularmente no que diz respeito ao setor agrícola brasileiro. Essa é a tendência de longos anos a despeito, a partir da primeira metade da década de 1970, das dificuldades com os derivados do petróleo. Os reflexos internos da "crise energética" iniciada em 1973/74 e realimentada em 1979/80, foi de tal magnitude que o País se lançou à implementação do modelo energético brasileiro, procurando alternativas para a substituição do petróleo. Não foi possível, entretanto, nesses poucos anos de pesquisa, se chegar aos substitutos energéticos que atendam amplamente a demanda do País por combustíveis.

O setor agrícola, necessariamente envolvido com a transferência de produtos, mantém-se dependente do petróleo importado, permanecendo vulnerável a toda e qualquer medida que venha a afetar os preços e/ou a importação. A tendência a curto e médio prazos é de aumento das tarifas dos fretes, com reflexo imediato nos custos de transporte, agravados ainda mais, pelas longas distâncias que separam, no Brasil, as regiões produtoras dos pólos de destino.

A preocupação, portanto, deve ser no sentido de redução desses custos. O presente trabalho é uma tentativa de fornecer indicadores que possam contribuir para a redução dos custos de transporte rodoviário de matérias-primas oleaginosas para as indústrias processadoras de óleos vegetais alimentícios.

As indústrias no Estado de São Paulo apresentam diversificação quanto à utilização de oleaginosas (8). Da capacidade total instalada para processamento no Estado, em 1974, 31,6% operam com amendoim/soja; 22% com caroço de algodão/soja; 10,2% com caroço de algodão/amendoim/soja; 9,3% com milho; 7,6% com amendoim/soja/mamona (quadro 1).

O óleo de soja é o óleo comestível mais utilizado no País. O consumo desse óleo começou a se expandir a partir de 1971, deslocando os provenientes de caroço de algodão e amendoim, até então de maior importância. Em 1974, estimava-se que 78,5% dos principais óleos produzidos no Brasil eram pro

QUADRO 1. - Capacidade Diária Instalada, em Porcentagem de Matéria-Prima, das Indústrias de Óleos Vegetais em Operação, por Espécie de Oleaginosa, Estado de São Paulo, 1974

Espécie de oleaginosa	Participação (%)
Caroço de algodão	2,3
Mamona	1,5
Milho	9,3
Soja	3,3
Amendoim/soja	31,6
Amendoim/mamona	1,5
Amendoim/soja/mamona	7,6
Caroço de algodão/amendoim	5,5
Caroço de algodão/soja	22,0
Caroço de algodão/amendoim/soja	10,2
Algodão/soja/amendoim/milho	2,8
Soja/milho	0,5
Mamona/amendoim/algodão	1,9
Total	100,0

Fonte: RENESTO (8).

venientes da soja, contra 35,3% de 1970 (quadro 2).

1.2 - Objetivo

Considerando-se a distribuição das indústrias de óleos vegetais comestíveis no Estado de São Paulo, que aparentemente estão alocadas de forma aleatória e também a quase inexistência de trabalhos realizados nesta área, o presente estudo visa determinar um programa de distribuição de matérias-primas oleaginosas (soja, amendoim, algodão) às indústrias de óleos vegetais alimentícios, através da programação linear, de forma a minimizar o custo de

QUADRO 2. - Produção dos Principais Óleos Vegetais Comestíveis, Brasil, 1970-74

Tipo	1970		1971		1972		1973		1974	
	Quantidade (1.000t)	Participação (%)								
Amendoim	209	38	218	33	223	27	131	17	92	9
Caroço de algodão	147	27	126	19	179	22	158	20	139	13
Soja	194	35	308	48	411	51	493	63	842	78
Total	550	100	652	100	813	100	782	100	1.073	100

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA) e Secretaria Nacional do Planejamento Agrícola do Ministério da Agricultura (SUPLAN/MA).

transporte de grãos oleaginosos, tendo em vista a localização atual das fontes produtoras e consumidoras. Será considerado apenas o modo de transporte rodoviário, dado este ser o mais usual na movimentação de produtos agropecuários.

2 - MATERIAL E MÉTODO

2.1 - Informação Básica

Os dados básicos de soja, amendoim e algodão foram coletados pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA) e se referem à produção média verificada em 53 Delegacias Agrícolas (DAs) do Estado de São Paulo no período de 1977/79 (quadro 3).

Outros Estados, como o Paraná, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Goiás, também foram considerados como fontes de oferta com afluxo através de 13 pontos estratégicos (quadro 4).

Para o cálculo da oferta gerada nos 13 pontos considerados, utilizou-se de média trienal dos dados. Os valores finais resultaram de transformações envolvendo produção, consumo interno e exportações, fornecidos pelo IEA e Grupo Executivo de Movimentação de Safras (GREMOS).

Fontes diferentes de informação constituem limitação deste trabalho, em virtude das possíveis divergências dos métodos de levantamento dos dados.

Trabalhou-se com a oferta de grãos para esmagamento. Portanto, no caso do algodão, procedeu-se a uma transformação em que se considerou 65% da produção total como percentual equivalente à matéria-prima a ser esmagada. A soja e o amendoim entraram com os dados originais de produção, sendo que este último teve computadas as safras das águas e da seca.

A localização e capacidade instalada das indústrias foram baseadas em pesquisa realizada pela Secretaria Nacional do Planejamento Agrícola do Ministério da Agricultura (SUPLAN). As indústrias de refino foram descartadas em função do interesse da pesquisa se ater ao transporte de grãos para processamento. Optou-se pela não utilização da capacidade instalada de esmagamento devido à falta de capital de giro para manter estoque de matéria-prima durante o período de entressafra e à própria escassez de matéria-prima que limita as fábricas a operarem com 70% da capacidade instalada. A capacidade efetiva de esmagamento utilizada neste trabalho refere-se, portanto, ao nível aproximado de 70% da capacidade instalada (quadro 5).

QUADRO 3. - Oferta de Oleaginosas no Estado de São Paulo, Média 1977-79

(em tonelada)				
Origem	Amendoim	Soja	Algodão	Total
Itu	124,00	134,33	5.949,89	6.208,22
Itararé	40,00	15.656,00	2.031,69	17.727,69
Avare	31,20	27.081,33	12.517,91	39.630,44
Sorocaba	50,00	-	479,49	529,49
Itapetininga	8,00	3.270,67	2.717,86	5.936,53
Capão Bonito	-	160,00	222,51	382,51
Botucatu	-	2.205,67	3.654,30	5.859,97
Mogi-Mirim	154,70	6.898,33	12.059,89	19.112,92
Amparo	21,00	-	1.363,05	1.384,05
Campinas	13,60	245,00	5.477,11	5.735,71
Piracicaba	387,00	292,00	2.700,54	3.379,54
Limeira	595,70	6.247,67	31.129,36	37.972,73
Casa Branca	61,00	12.976,33	13.726,05	26.763,38
Rio Claro	38,70	-	1.125,36	1.164,06
São João da Boa Vista	36,00	7.600,00	9.698,65	17.334,65
São José do Rio Pardo	-	943,00	549,69	1.492,69
Ribeirão Preto	28.959,00	20.010,67	11.445,20	60.414,87
Franca	1.759,33	11.925,67	416,65	14.101,65
Batatais	314,60	5.220,00	287,95	5.822,55
Orlândia	13.985,03	152.406,00	5.782,84	172.173,87
Ituverava	5.737,00	67.366,00	16.852,76	89.955,76
Barretos	27.145,67	89.193,00	9.181,25	125.519,92
Bebedouro	33.880,63	23.728,00	14.351,14	71.959,77
Araraquara	221,00	1.462,00	1.267,71	2.950,71
Taquaritinga	37.366,00	2.287,00	2.852,85	42.505,85
São Carlos	32,30	1.428,00	4.084,60	5.544,90
São Simão	-	6.627,67	2.277,16	8.904,83
Bauru	1.525,30	206,30	445,04	2.176,64
Lins	16.454,00	555,67	2.419,95	19.429,62
Jau	1.943,33	359,67	934,49	3.237,49
São José do Rio Preto	1.302,37	-	1.082,04	2.384,41
Olímpia	1.186,63	4.301,00	2.700,10	8.187,73
Catanduva	16.097,70	367,00	3.180,45	19.645,15
Votuporanga	2.427,33	514,67	10.318,10	13.260,10
Fernandópolis	5.540,00	5.469,00	10.988,46	21.997,46
Jales	12.159,63	2.067,00	4.029,14	18.255,77
Santa Fé do Sul	8.436,00	577,33	1.387,54	10.400,87
Mirassol	5.674,00	3.422,00	3.220,96	12.316,96
Araçatuba	5.732,33	1.408,00	6.023,76	13.164,09
Pereira Barreto	1.006,67	220,33	6.628,70	7.855,70
Andradina	2.941,00	498,00	3.080,56	6.519,56
Penapolis	10.009,97	803,00	1.998,75	12.811,72
Presidente Prudente	35.656,97	2.952,00	5.278,44	43.887,41
Presidente Venceslau	22.170,70	883,00	8.496,80	31.550,50
Martinópolis	22.808,67	8.929,67	4.816,94	36.555,28
Dracena	14.115,03	19,00	1.394,90	15.528,93
Oswaldo Cruz	26.740,97	-	1.423,06	28.164,83
Marília	17.954,30	1.280,33	222,51	19.457,14
Ourinhos	943,00	26.594,67	1.065,79	28.603,46
Paraguçu Paulista	3.878,00	91.362,67	1.749,59	96.990,26
Santa Cruz do Rio Pardo	90,70	15.352,33	1.186,46	16.629,49
Assis	973,00	120.546,00	1.646,89	123.165,89
Tupã	59.349,70	-	372,01	59.721,71
Total	448.078,76	753.992,98	260.294,89	1.462.367,43

Fonte: Elaborado a partir de dados básicos do Instituto de Economia Agrícola (IEA).

QUADRO 4. - Oferta Média de Oleaginosas para São Paulo, Procedente de Outras Unidades da Federação, 1977-79

(em tonelada)

Origem	Amendoim	Soja	Algodão	Total
Assaí (PR)	-	-	9.100	9.100
Cornélio Procópio (PR)	-	-	7.500	7.500
Cruzeiro do Oeste (PR)	-	-	9.100	9.100
Umuarama (PR)	5.400	-	-	5.400
Cambará (PR)	-	293.500	-	293.500
Jacarezinho (PR)	-	244.600	-	244.600
Londrina (PR)	-	244.600	-	244.600
Paranavaí (PR)	-	195.700	-	195.700
Três Lagoas (MS)	-	211.600	-	211.600
Dourados (MS)	-	317.500	65.600	383.100
Uberaba (MG)	-	58.400	-	58.400
Uberlândia (MG)	-	58.400	-	58.400
Itumbiara (GO)	-	126.000	43.600	169.600
Total	5.400	1.750.300	134.900	1.890.600

Fonte: Prognóstico Região Centro-Sul, Secretaria de Agricultura e Abastecimento - SAA, Instituto de Economia Agrícola (IEA), 1977-1979 e Relatório Anual. Brasília, Grupo Executivo de Manutenção de Safras.

QUADRO 5. - Capacidades Instalada e Utilizada das Unidades Processadoras de Oleaginosas no Estado de São Paulo, 1978

(em tonelada)

Nº de ordem da firma em funcionamento	Localidades (DA)	Capacidade instalada anual	Capacidade utilizada ⁽¹⁾
1	Paraguaçu Paulista	90.000	63.000
2	Sorocaba	648.000	453.600
3	Assis	28.800	20.160
4	Martinópolis	216.000	151.200
5	Presidente Prudente	108.000	75.600
6	Presidente Prudente	54.000	37.800
7	Presidente Venceslau	28.800	20.160
8	Presidente Venceslau	64.500	45.360
9	Dracena	75.600	52.920
10	Tupã	82.800	57.960
11	Dracena	28.800	20.160
12	Oswaldo Cruz	46.500	32.760
13	Oswaldo Cruz	64.500	45.360
14	Marília	36.000	25.200
15	Marília	36.000	25.200
16	Marília	43.200	30.240
17	Marília	39.600	27.720
18	Tupã	28.800	20.160
19	Araçatuba	133.200	93.240
20	Bauru	144.000	100.800
21	Lins	72.000	50.400
22	Araçatuba	172.800	120.960
23	Araraquara	277.200	194.040
24	Araraquara	129.600	90.720
25	Catanduva	100.800	70.560
26	Orlândia	360.000	252.000
27	Taquaritinga	162.000	113.400
28	Jaú	180.000	126.000
29	Araraquara	64.500	45.360
30	Campinas	133.200	93.240
31	Campinas	234.000	163.800
32	Jaboticabal	100.800	70.560
33	Bebedouro	324.000	226.800
34	Catanduva	64.800	45.360
35	Orlândia	30.960	21.600
36	Orlândia	28.800	20.160
37	Ituverava	43.200	30.240
38	Barretos	79.200	55.440
39	Orlândia	30.600	21.600

(¹) Com aproximadamente 30% de ociosidade anual.

Fonte: Secretaria Nacional de Planejamento Agrícola do Ministério da Agricultura (SUPLAN-MA).
Dados não publicados.

No conjunto, o modelo de minimização dos custos de transporte foi aplicado a 66 municípios produtores de oleaginosas, dos quais 53 pertencentes ao Estado de São Paulo, 8 ao Paraná, 2 a Mato Grosso do Sul, 2 a Minas Gerais e 1 a Goiás, e a 23 indústrias processadoras localizadas em São Paulo.

As ligações entre os pontos de oferta e demanda foram efetuadas de acordo com a orientação do Desenvolvimento Rodoviário S.A. (DERSA), da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do mapa rodoviário do Estado de São Paulo.

O custo unitário de transporte de matéria-prima, das regiões produtoras às indústrias, resultou das ligações acima consideradas e de estudo, não publicado, desenvolvido pela Companhia de Financiamento da Produção (CFP) em 1977, com vistas ao transporte de grãos adquiridos segundo a política de preços mínimos, no Estado do Paraná. A similaridade com a oferta de transporte e com o sistema rodoviário paulista possibilitou o aproveitamento desse trabalho. Esse cálculo envolveu salário do motorista, combustível, pedágio e seguro, não considerando tipo de rodovia, despesa de carga e desgaste de veículo (quadro 6).

2.2 - Instrumental Analítico

Utilizou-se um caso particular de programação linear que é o modelo de minimização dos custos de transporte desenvolvido por F.L.Hitchcock, citado por DORFMANN; SAMUELSON & SOLOW (3), que ressaltam o fato de o modelo poder ser utilizado para solução de problemas econômicos e comerciais, diferentes da questão do transporte, tais como: determinação do tamanho e número ideal de plantas agroindustriais, ótima alocação e distribuição de produtos, etc.

No Brasil, é pequeno o número de trabalhos nessa área de pesquisa, sendo os mais conhecidos os de AMARO et alii (1), FIGUEIREDO; SILVA; NEVES (4) e BERGER (2).

AMARO et alii (1), em 1973, empregaram esse método para a análise da citricultura paulista testando três modelos. No modelo A, o intuito era a minimização do custo individual das fábricas de suco; no modelo B, o custo total do transporte, e no C foram ponderadas três possíveis localizações de novas fábricas: Taquaritinga, Olímpia e Pirassununga. Os comentários dos autores a respeito dos novos modelos apresentados (alterações do modelo básico) são de que os mesmos exigem a introdução de métodos sofisticados na determinação de custos de produção e vendas que nem sempre proporcionavam resultados

QUADRO 6. - Custo de Transporte de Oleaginosas, Estado do Paraná, 1979

Distância (km)	Custo (Cr\$/t)
1 - 50	115,00
51 - 100	218,50
101 - 150	319,12
151 - 200	333,50
201 - 250	353,62
251 - 300	400,20
301 - 350	462,88
351 - 400	519,80
401 - 450	574,42
451 - 500	632,50
501 - 550	688,90
551 - 600	783,30
601 - 650	784,88
651 - 700	829,15
701 - 750	862,50
751 - 800	883,20
801 - 850	908,50
851 - 900	931,50
901 - 950	961,40
+ 950	977,50

Fonte: Companhia de Financiamento da Produção (CFP).

que diferiam dos apresentados pelo modelo básico.

FIGUEIREDO; SILVA & NEVES (4), em 1974, aplicaram o modelo do transporte para racionalizar a distribuição de álcool anidro na safra 1973/74, referente a 27 usinas do Estado de São Paulo, com o intuito de minimizar os custos de transporte das usinas produtoras para os centros de mistura carburante.

BERGER (2), em 1975, utilizou o modelo de transporte com a finalidade de organizar eficientemente o complexo das fábricas celulósico-papelarias e de chapas de fibra de madeira no Estado de São Paulo, face ao suprimento de matéria-prima - madeira de Eucalyptus - visando a minimização dos custos de transporte para os anos de 1975, 1977 e 1979.

2.2.1 - Apresentação matemática

A apresentação matemática do modelo de minimização dos custos de transporte aqui descrita pode ser encontrada também em LANGE (7), FRAZER (5), GASS (6) e SMITH & JOHNSON (9).

Considere-se a existência de m origens e n destinos, conhecendo-se, respectivamente, as disponibilidades a_i ($i = 1, 2, 3 \dots m$) e as necessidades b_j ($j = 1, 2, 3 \dots n$) para determinado produto homogêneo. Seja C_{ij} o custo unitário de transporte da origem i para o destino j , e X_{ij} , a quantidade transportada da origem i para o destino j .

O modelo adotado pretende minimizar a função objetivo:

$$R = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} \cdot X_{ij}$$

Onde:

R = Custo total de transporte.

Para se obter esse mínimo deve-se selecionar os valores de X_{ij} que satisfaçam quatro diferentes restrições:

a) A soma das quantidades X_{ij} a serem transportadas a partir da origem i não pode exceder a oferta da mesma:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \leq S_i$$

Onde:

S_i = oferta do produto na região i .

b) A soma das quantidades X_{ij} , a serem transportadas para um destino j não pode ser menor que a procura nessa região:

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} \geq P_j$$

Onde:

P_j = procura do produto na região j .

c) A procura total do produto deve ser igual à sua oferta total:

$$\sum_{j=1}^n P_j = \sum_{i=1}^m S_i$$

Essa restrição elimina o sinal das desigualdades das restrições a e b.

No caso de ocorrer um excesso de oferta, o modelo dos transportes pode ser adaptado introduzindo-se um destino fictício F_{j+i} , em que a demanda D_{j+i} corresponda à diferença entre a oferta total e a demanda total.

$$D_{j+i} = \sum_{i=1}^m S_i - \sum_{j=1}^n D_j$$

Os custos de transporte para o destino fictício são considerados nulos.

d) Os valores de X_{ij} não podem ser negativos:

$$X_{ij} \geq 0$$

No caso de X_{ij} nulos, considera-se que a rota $i-j$ não está sendo utilizada.

2.3 - Pressuposições do Modelo Teórico e suas Limitações

a) Admite-se um mercado de concorrência perfeita no espaço, forma e tempo. Para que isto ocorra deve existir um grande número de vendedores e compradores, de modo que nenhum deles interfira no preço de equilíbrio; os produtos devem ser homogêneos e deverá existir informação perfeita no mercado.

b) Os custos de transporte são considerados independentes das quantidades transportadas, portanto, admite-se rendimentos constantes à escala.

c) Os custos de transporte das áreas produtivas até o centro da região produtora não devem ser computados.

d) A tecnologia de transporte é considerada constante para todas as empresas consumidoras.

e) A oferta e a demanda devem ser conhecidas antecipadamente.

f) As relações entre as variáveis do modelo são lineares.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

No contexto da época, ou seja, para o período de 1977 a 1979, caracterizado por uma determinada disponibilidade de produto, por uma estrutura industrial e um determinado nível de processamento, os resultados obtidos expressam as quantidades ótimas a serem transferidas das regiões produtoras de matérias-primas oleaginosas para as indústrias processadoras e que implicam na minimização do custo total de transporte.

As simulações do modelo de transporte resultaram em uma solução ótima correspondente ao custo total mínimo de Cr\$1.113.110,00. Esse montante envolve todo o custo de movimentação inter e intra-estadual das oleaginosas, soja, amendoim e algodão, processadas nas indústrias do Estado de São Paulo.

Observa-se a concentração do fluxo de transferência de matéria-prima, principalmente, para a localidade de Sorocaba que ativada com uma única unidade processadora e operando com 30% de ociosidade esmaga 453.600 toneladas anuais. Também operando com cerca de 70% da capacidade instalada, a região de Araraquara processa 330.120 toneladas em três unidades de esmagamento, Orlândia esmaga 315.360 toneladas em quatro unidades ativadas, Bebedouro processa 226.800 toneladas em somente uma unidade e Araçatuba esmaga 214.200 toneladas em duas unidades processadoras. Em termos regionais, Ribeirão Preto que congrega entre outros municípios, os de OrLândia, Bebedouro e Araraquara, é a principal região produtora de óleos vegetais comestíveis demandando um total de 872.280 toneladas de matérias-primas esmagadas nas oito principais unidades de processamento (quadro 7 e figura 1).

Em termos percentuais, Sorocaba processa 14,6% da matéria-prima oleaginosa industrializada no Estado. A proximidade de um dos maiores, senão o maior centro consumidor do País é o principal fator que influencia nesse dinamismo. Graças a proliferação das unidades processadoras em atividade nas

QUADRO 7. - Quantidades Ótimas Transportadas das Regiões Produtoras (Origens) para as Indústrias Processadoras (Destinos) que Minimizam o Custo Total de Transporte, 1978

(em tonelada)

(continua)

Origem	A P. Paulista	B Sorocaba	C Assis	D Martin.	E P. Prud.	F P. Venc.	G Dracena	H Tupã	I O. Cruz	J Marília	K Araçatuba	L Bauru
Itu	-	6.208,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Itararé	-	17.729,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Avare	-	39.630,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sorocaba	-	529,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Itapeva	-	5.936,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Capão Bonito	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Botucatu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mogi-Mirim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amparo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Campinas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Piracicaba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Limpeira	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C. Branca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rio Claro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S. J. Boa Vista	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S. J. Rio Pardo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rib. Preto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Franca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Batatais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Orlândia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ituverava	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barretos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bebedouro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Araçatuba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Taquaritinga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
São Carlos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
São Simão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bauru	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.176,64
Lins	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S. J. Rio Preto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Olimpia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Catanduva	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Votuporanga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fernadópolis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sta. Fé do Sul	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mirassol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Dados da Pesquisa.

QUADRO 7. - Quantidades Ótimas Transportadas das Regiões Produtoras (Origens) para as Indústrias Processadoras (Destinos) que Minimizam o Custo Total de Transporte, 1978

(em toneladas)

(continua)

Origem	A P.Paulista	B Sorocaba	C Assis	D Martin.	E P.Prud.	F P.Venc.	G Dracena	H Tupã	I O.Cruz	J Marília	K Araçatuba	L Bauru
Araçatuba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.164,09	-
P.Barreto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Andradina	-	-	-	-	-	-	6.519,56	-	-	-	-	-
Penápolis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P.Prudente	-	-	-	43.887,41	-	-	-	-	-	-	-	-
P.Venceslau	-	-	-	-	-	31.550,50	-	-	-	-	-	-
Martinópolis	-	-	-	36.555,28	-	-	-	-	-	-	-	-
Dracena	-	-	-	-	-	-	15.528,93	-	-	-	-	-
O.Cruz	-	-	-	-	-	-	-	-	28.164,83	-	-	-
Marília	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.457,14	-	-
Ourinhos	-	28.603,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P.Paulista	63.000,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.990,26
S.Cruz R.Pardo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Assis	-	-	20.160,00	-	-	-	-	-	-	88.902,86	-	14.103,03
Tupã	-	-	-	-	-	-	-	59.721,71	-	-	-	-
Três Lagoas	-	-	-	-	-	-	10.564,09	-	-	-	201.035,91	-
Dourados	-	199.812,63	-	17.847,69	113.400,00	-	-	-	-	-	-	-
Itumbiara	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.100,00
Assaí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.500,00
C.Procópio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C.Oeste	-	9.100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umuarama	-	5.400,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cambará	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jacarezinho	-	140.651,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.930,07
Londrina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paranavaí	-	-	-	52.909,62	-	33.969,50	40.467,42	18.398,29	49.955,17	-	-	-
Uberaba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Uberlândia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Demanda total	63.000,00	453.600,00	20.160,00	151.200,00	113.400,00	65.520,00	73.080,00	78.120,00	78.120,00	108.360,00	214.200,00	100.800,00

Fonte: Dados da Pesquisa.

QUADRO 7. - Quantidades Ótimas Transportadas das Regiões Produtoras (Origens) para as Indústrias Processadoras (Destinos) que Minimizam o Custo Total de Transporte, 1978

Origem	(em toneladas)											Oferta Total
	M Lins	N Araraq.	O Catand.	P Orland.	Q Taquar.	R Jaú	S Camp.	T Jabot.	U Bebed.	V Ituver.	W Barretos	
Itu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.208,22
Itararé	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.727,69
Avaré	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39.630,44
Sorocaba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	529,49
Itapeva	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.936,53
Capão Bonito	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	382,51
Botucatu	-	-	-	-	-	-	382,51	-	-	-	-	5.859,97
Mogi Mirim	-	-	-	-	-	-	5.859,97	-	-	-	-	19.112,92
Amparo	-	-	-	-	-	-	19.112,92	-	-	-	-	1.384,05
Campinas	-	-	-	-	-	-	1.384,05	-	-	-	-	5.735,71
Piracicaba	-	-	-	-	-	-	5.735,71	-	-	-	-	3.379,54
Limeira	-	-	-	-	-	-	3.379,54	-	-	-	-	37.938,73
C.Branca	-	-	-	-	-	-	37.938,73	-	-	-	-	26.763,38
Rio Claro	-	-	-	-	-	-	26.763,38	-	-	-	-	1.164,06
S.J.Boa Vista	-	-	-	-	-	-	1.164,06	-	-	-	-	17.334,65
S.J.Rio Pardo	-	-	-	-	-	-	17.334,65	-	-	-	-	1.492,69
Rib.Preto	-	-	-	-	-	-	1.492,69	-	-	-	-	60.414,87
Franca	-	-	-	14.101,65	-	-	-	60.414,87	-	-	-	14.101,65
Batatais	-	5.709,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.822,56
Orlândia	-	-	-	172.173,87	-	-	-	-	-	-	-	172.173,87
Ituverava	-	-	-	89.955,76	-	-	-	-	-	-	-	89.955,76
Barretos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	125.519,92
Bebedouro	-	-	-	-	-	-	-	-	78.267,65	-	47.252,27	71.959,77
Araraquara	-	2.959,71	-	-	-	2.184,56	-	-	69.775,21	-	-	2.959,71
Taquaritinga	-	-	-	-	42.505,85	-	-	-	-	-	-	42.505,85
São Carlos	-	5.544,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.544,90
São Simão	-	8.904,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.904,83
Bauru	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.176,64
Lins	19.429,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.429,62
Jaú	-	-	-	-	-	-	3.237,49	-	-	-	-	3.237,49
S.J.R.Preto	-	-	2.384,41	-	-	-	-	-	-	-	-	2.384,41
Olimpia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.187,73
Catanduva	-	-	19.645,15	-	-	-	-	-	-	-	-	19.645,15
Votuporanga	-	-	13.260,10	-	-	-	-	-	-	-	-	13.260,10
Fernadópolis	-	-	21.997,46	-	-	-	-	-	-	-	-	21.997,46
Jales	-	-	18.255,77	-	-	-	-	-	-	-	-	18.255,77
Sta.Fê do Sul	-	-	10.400,87	-	-	-	-	-	-	-	-	10.400,87
Mirassol	-	-	12.316,96	-	-	-	-	-	-	-	-	12.316,96

Fonte: Dados da Pesquisa.

QUADRO 7. - Quantidades Ótimas Transportadas das Regiões Produtoras (Origens) para as Indústrias Processadoras (Destinos) que Minimizam o Custo Total de Transporte, 1978

(em toneladas) (conclusão)

Origem	M Lins	N Araraq.	O Catand.	P Orlând.	Q Taquar.	R Jau	S Camp.	T Jabot.	U Bebed.	V Ituver.	W Sarretos	Oferta Total
Araçatuba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.164,09
P.Barreto	-	-	7.855,70	-	-	-	-	-	-	-	-	7.855,70
Andradina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.519,56
Penápolis	12.811,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.811,72
P.Prudente	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43.887,41
P.Venceslau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31.550,50
Martinópolis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36.555,28
Dracena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.528,93
D.Cruz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.164,83
Marília	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.457,14
Ourinhos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.603,46
P.Paulista	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	96.990,26
S.Cruz R.Pardo	-	-	-	-	-	16.629,49	-	-	-	-	-	16.629,49
Assis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	123.165,89
Tupã	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59.721,71
Tres Lagoas	18.158,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	211.600,00
Dourados	18.158,66	-	-	-	-	-	33.881,02	-	-	-	-	383.100,00
Itumbara	-	-	9.803,58	-	70.894,15	-	-	10.145,13	78.757,14	-	-	169.600,00
Assaí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.100,00
C.Procópio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.500,00
C.Oeste	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.100,00
Umuarama	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.400,00
Cambará	-	259.569,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	293.500,00
Jacarezinho	-	-	-	-	-	103.948,46	-	-	-	-	-	244.600,00
Londrina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paranavaí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	195.700,00
Uberaba	-	47.431,28	-	10.968,72	-	-	-	-	-	-	-	58.400,00
Uberlândia	-	-	-	8.160,00	-	-	-	-	-	30.240,00	-	58.400,00
Demanda total	50.400,00	330.120,90	115.920,00	315.360,00	113.400,00	126.000,00	154.542,43	70.560,00	226.800,00	30.240,00	55.440,00	3.108.342,43

Fonte: Dados da Pesquisa.

localidades de Araraquara, Orlândia e Bebedouro, a região de Ribeirão Preto trabalha num ritmo responsável pelo processamento de 28,1% do total do Estado. Identificada como a principal produtora de soja do Estado, a região de Ribeirão Preto dispõe de oferta para atender em média 40% da demanda local das oito principais unidades de processamento.

É evidente a ampla distribuição da produção de oleaginosas no Estado, a despeito da concentração característica de determinadas regiões, mais particularmente sub-regiões. É o caso de Orlândia, Barretos, Assis, Ituverava, Paraguaçu Paulista e Bebedouro que constam como os grandes pólos fornecedores de matéria-prima contribuindo com cerca de 680.000 toneladas, isto é, cerca de 46,0% da oferta total do Estado, na casa de 1.460.000 toneladas.

O fornecimento externo, entretanto, é imprescindível, já que da capacidade paulista de processamento, ou seja, perto de 3.110.000 toneladas, o equivalente a 53,0% origina-se dos Estados fronteiriços a São Paulo. Ao Paraná se deve a maior contribuição, em virtude do fornecimento da ordem de 765.000 toneladas. A participação de Mato Grosso do Sul é igualmente importante, pois totaliza cerca de 595.000 toneladas. Goiás e Minas Gerais vêm a seguir, ofertando em torno de 170.000 e 117.000 toneladas, respectivamente.

Esses resultados mostram-se em concordância com a realidade observada para o Estado de São Paulo, no que diz respeito ao escoamento das matérias-primas oleaginosas.

A comparação do fluxo ótimo estabelecido entre os municípios produtores de oleaginosas e usinas processadoras com relação a situações passadas não de mostra possível em razão da inexistência de estudos anteriores. Contudo, os resultados apontam os fluxos mais racionais, que devem ser levados em consideração tanto no que diz respeito ao transporte atual de matérias-primas, bem como nos investimentos futuros no setor.

4 - CONCLUSÃO

O Estado de São Paulo é um importante centro processador de matéria-prima oleaginosa. Várias unidades processadoras distribuídas pelo Estado concorrem para esse destaque, exigindo simultaneamente a presença da matéria-prima dos mais diversos pólos produtores, inclusive externos ao Estado.

As simulações do modelo de transporte resultaram em um fluxo ótimo de transporte que viabiliza os diversos pontos potenciais de origem de matéria-prima, bem como a localização das unidades de processamento que compõem o parque industrial paulista. Esse fluxo concretiza a movimentação de olea

ginosas em tempo e lugar a um custo total mínimo de transporte.

A solução ótima incorpora a convergência preponderante de matéria-prima para unidades industriais de Sorocaba, Araraquara, Orliândia, Bebedouro e Araçatuba, responsáveis por uma parcela considerável do esmagamento do Estado.

Londrina foi o único ponto fornecedor descartado pelo modelo, pois sua inclusão altera a matriz de custo mínimo, o que significa a impossibilidade da solução ótima, a qual minimiza o custo de transporte de matéria-prima para industrialização. Mesmo assim fica evidente a dependência de São Paulo do fornecimento externo, principalmente do Paraná e Mato Grosso do Sul, produtores em potencial de soja.

Do ponto de vista de subsídio aos setores governamentais a identificação dessa malha de transporte de custo mínimo permite que se direcionem medidas no sentido de:

- garantir o perfeito acesso e trafegabilidade das principais rodovias e vias vicinais que permitem a concretização desse fluxo;
- garantir a infra-estrutura de coleta e armazenagem adequada para receber matéria-prima e conservá-la dentro dos padrões exigidos, possibilitando o fornecimento às indústrias e a rentabilidade do produtor;
- providenciar a frota de veículos adequada à racionalização pretendida de combustível;
- sugerir tarifas que permitam o pleno escoamento de matéria-prima sem as flutuações acentuadas que caracterizam as épocas de pico de oferta tanto da matéria-prima como de outros produtos que concorrem pelos mesmos meios de transporte.

É importante se atentar para o fato de que qualquer alteração que venha a ocorrer nas condições e situações descritas, pode vir a alterar esse quadro exigindo novas propostas.

LITERATURA CITADA

1. AMARO, Antonio A. et alii. Desenvolvimento da citricultura e localização de novas indústrias para processamento no Estado de São Paulo. Piracicaba; ESALQ/USP, 1973. 78p. (Série Relatório de Pesquisa, 22)
2. BERGER, Ricardo. Minimização do custo de transporte de madeira de eucalipto no Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ/USP, 1975. 122p. (Tese-Mestrado)
3. DORFMAN, Robert; SAMUELSON, Paul A.; SOLOW, Robert M. Linear programming and economic analysis. New York, Mc Graw-Hill, 1958. 525p.
4. FIGUEIREDO, Nelly S. de; SILVA, José F.G. da; NEVES, Evaristo M. Minimização de custos de transporte de álcool. Agricultura em São Paulo, SP, 21(1):117-198, 1974.
5. FRAZER, J.R. Applied linear programming. New York, Prentice-Hall, 1968. p.123-164.
6. GASS, Saul I. Programacion lineal: métodos y aplicaciones. 3.ed. México, Ed. Continental, 1964. p.179-202.
7. LANGE, Oskar. Introdução à econometria. Rio de Janeiro, Fundo de Cultura, 1967. p-249-266.
8. RENESTO, Ovaryr V. Produção e consumo de óleos alimentícios. Campinas, Secretaria da Agricultura, ITAL, 1975. 109p. (Estudos Econômicos - Alimentos processados, 2)
9. SMITH, W.R. & JOHNSON, L.D. Introduction to linear programming: applications. New York, Prentice-Hall, 1966. p.170-184.

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi o de determinar um programa de distribuição de matérias-primas oleaginosas - soja, algodão e amendoim - às usinas processadoras de óleos vegetais comestíveis, utilizando a técnica de programação linear, de forma a minimizar o custo de transporte desses grãos oleaginosos, considerando a localização atual das fontes produtoras e consumidoras.

Foram utilizados dados do IEA, para as quantidades produzidas por região, e da SUPLAN no que diz respeito às quantidades demandadas; os dados referentes ao custo de transporte tiveram como base pesquisa desenvolvida pela CFP no Estado do Paraná.

Os resultados obtidos apresentam as quantidades ótimas a serem transportadas das fontes produtoras às usinas processadoras e o programa de distribuição de matérias-primas.

**SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA**

Comissão Editorial:

Coordenador: Celuta Moreira Cesar Machado

Membros: Antonio Ambrósio Amaro
Arthur Antonio Ghilardi
Flávio Condé de Carvalho
José Luis Teixeira Marques Vieira
Maria Carlota Meloni Vicente

Bibliografia: Fátima Maria Martins Saldanha Faria

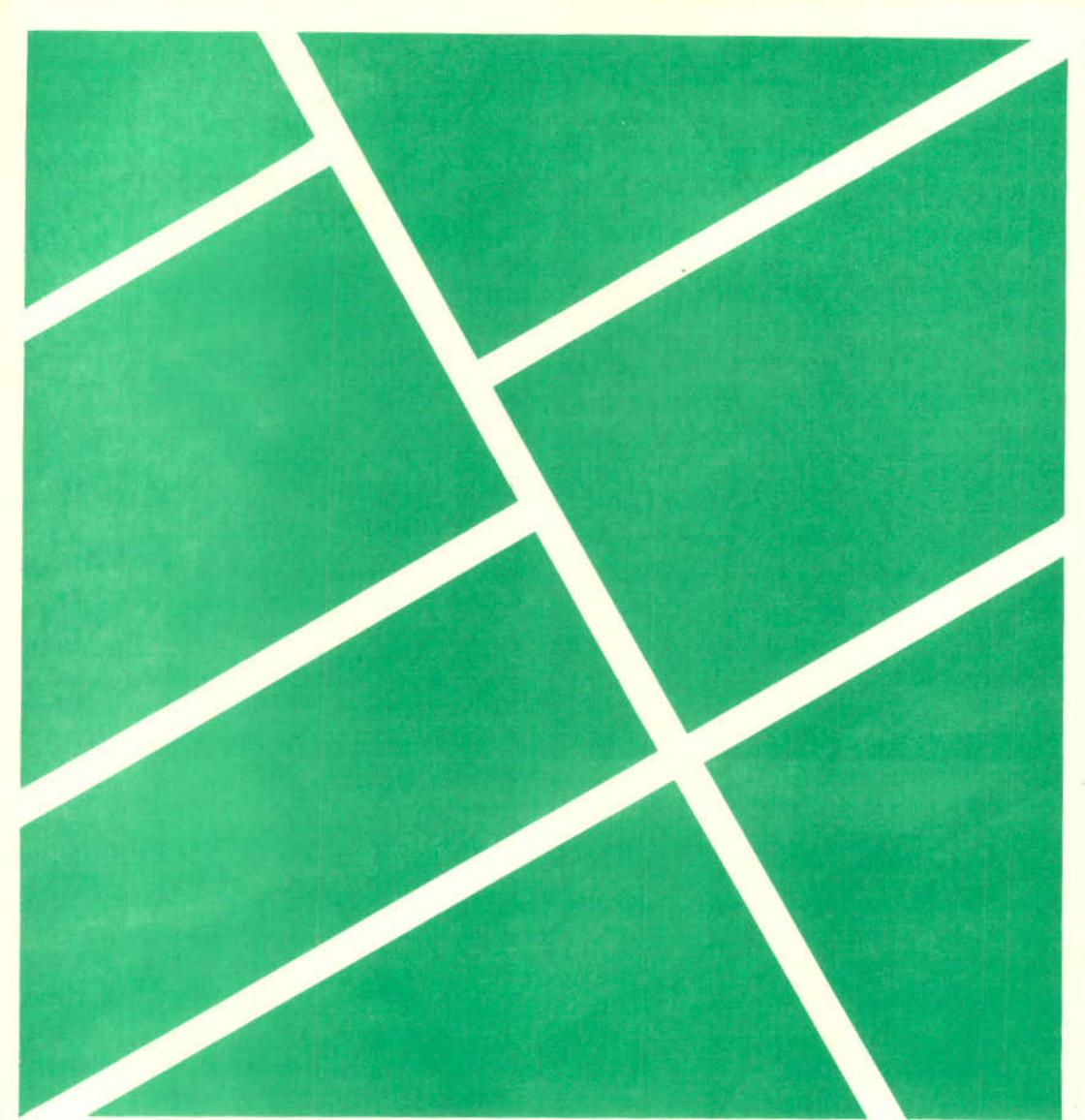




Relatório de Pesquis.
Nº 18/87

Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Agricultura e Abastecimento
Coordenadoria Sócio-Econômica

Instituto de Economia Agrícola



**MINIMIZAÇÃO DO CUSTO DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE OLEAGINOSAS
PARA INDUSTRIALIZAÇÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO**

Marina Brasil Rocha
Sylvia Regina Hellmeister

**Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Agricultura e Abastecimento
Coordenadoria Sócio-Econômica**

Instituto de Economia Agrícola



Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Agricultura e Abastecimento
Instituto de Economia Agrícola

ISSN 0101-5109
Relatório de Pesquisa
18/87

**MINIMIZAÇÃO DO CUSTO DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE OLEAGINOSAS PARA
INDUSTRIALIZAÇÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO**

Marina Brasil Rocha
Sylvia Regina Hellmeister

São Paulo
1987

ÍNDICE

1 - INTRODUÇÃO	1
1.2 - Objetivo	2
2 - MATERIAL E MÉTODO	4
2.1 - Informação Básica	4
2.2 - Instrumental Analítico	8
2.2.1 - Apresentação matemática	10
2.3 - Presuposições do Modelo Teórico e suas Limitações	11
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4 - CONCLUSÃO	18
LITERATURA CITADA	19
RESUMO	21

Marina Brasil Rocha
Sylvia Regina Hellmeister

1 - INTRODUÇÃO

A utilização do transporte rodoviário no Brasil é preponderante, particularmente no que diz respeito ao setor agrícola brasileiro. Essa é a tendência de longos anos a despeito, a partir da primeira metade da década de 1970, das dificuldades com os derivados do petróleo. Os reflexos internos da "crise energética" iniciada em 1973/74 e realimentada em 1979/80, foi de tal magnitude que o País se lançou à implementação do modelo energético brasileiro, procurando alternativas para a substituição do petróleo. Não foi possível, entretanto, nesses poucos anos de pesquisa, se chegar aos substitutos energéticos que atendam amplamente a demanda do País por combustíveis.

O setor agrícola, necessariamente envolvido com a transferência de produtos, mantém-se dependente do petróleo importado, permanecendo vulnerável a toda e qualquer medida que venha a afetar os preços e/ou a importação. A tendência a curto e médio prazos é de aumento das tarifas dos fretes, com reflexo imediato nos custos de transporte, agravados ainda mais, pelas longas distâncias que separam, no Brasil, as regiões produtoras dos pólos de destino.

A preocupação, portanto, deve ser no sentido de redução desses custos. O presente trabalho é uma tentativa de fornecer indicadores que possam contribuir para a redução dos custos de transporte rodoviário de matérias-primas oleaginosas para as indústrias processadoras de óleos vegetais alimentícios.

As indústrias no Estado de São Paulo apresentam diversificação quanto à utilização de oleaginosas (8). Da capacidade total instalada para processamento no Estado, em 1974, 31,6% operam com amendoim/soja; 22% com caroço de algodão/soja; 10,2% com caroço de algodão/amendoim/soja; 9,3% com milho; 7,6% com amendoim/soja/mamona (quadro 1).

O óleo de soja é o óleo comestível mais utilizado no País. O consumo desse óleo começou a se expandir a partir de 1971, deslocando os provenientes de caroço de algodão e amendoim, até então de maior importância. Em 1974, estimava-se que 78,5% dos principais óleos produzidos no Brasil eram pro

QUADRO 1. - Capacidade Diária Instalada, em Porcentagem de Matéria-Prima, das Indústrias de Óleos Vegetais em Operação, por Espécie de Oleaginosa, Estado de São Paulo, 1974

Espécie de oleaginosa	Participação (%)
Caroço de algodão	2,3
Mamona	1,5
Milho	9,3
Soja	3,3
Amendoim/soja	31,6
Amendoim/mamona	1,5
Amendoim/soja/mamona	7,6
Caroço de algodão/amendoim	5,5
Caroço de algodão/soja	22,0
Caroço de algodão/amendoim/soja	10,2
Algodão/soja/amendoim/milho	2,8
Soja/milho	0,5
Mamona/amendoim/algodão	1,9
Total	100,0

Fonte: RENESTO (8).

venientes da soja, contra 35,3% de 1970 (quadro 2).

1.2 - Objetivo

Considerando-se a distribuição das indústrias de óleos vegetais comestíveis no Estado de São Paulo, que aparentemente estão alocadas de forma aleatória e também a quase inexistência de trabalhos realizados nesta área, o presente estudo visa determinar um programa de distribuição de matérias-primas oleaginosas (soja, amendoim, algodão) às indústrias de óleos vegetais alimentícios, através da programação linear, de forma a minimizar o custo de

QUADRO 2. - Produção dos Principais Óleos Vegetais Comestíveis, Brasil, 1970-74

Tipo	1970		1971		1972		1973		1974	
	Quantidade (1.000t)	Participação (%)								
Amendoim	209	38	218	33	223	27	131	17	92	9
Caroço de algodão	147	27	126	19	179	22	158	20	139	13
Soja	194	35	308	48	411	51	493	63	842	78
Total	550	100	652	100	813	100	782	100	1.073	100

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA) e Secretaria Nacional do Planejamento Agrícola do Ministério da Agricultura (SUPLAN/MA).

transporte de grãos oleaginosos, tendo em vista a localização atual das fontes produtoras e consumidoras. Será considerado apenas o modo de transporte rodoviário, dado este ser o mais usual na movimentação de produtos agropecuários.

2 - MATERIAL E MÉTODO

2.1 - Informação Básica

Os dados básicos de soja, amendoim e algodão foram coletados pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA) e se referem à produção média verificada em 53 Delegacias Agrícolas (DAs) do Estado de São Paulo no período de 1977/79 (quadro 3).

Outros Estados, como o Paraná, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Goiás, também foram considerados como fontes de oferta com afluxo através de 13 pontos estratégicos (quadro 4).

Para o cálculo da oferta gerada nos 13 pontos considerados, utilizou-se de média trienal dos dados. Os valores finais resultaram de transformações envolvendo produção, consumo interno e exportações, fornecidos pelo IEA e Grupo Executivo de Movimentação de Safras (GREMOS).

Fontes diferentes de informação constituem limitação deste trabalho, em virtude das possíveis divergências dos métodos de levantamento dos dados.

Trabalhou-se com a oferta de grãos para esmagamento. Portanto, no caso do algodão, procedeu-se a uma transformação em que se considerou 65% da produção total como percentual equivalente à matéria-prima a ser esmagada. A soja e o amendoim entraram com os dados originais de produção, sendo que este último teve computadas as safras das águas e da seca.

A localização e capacidade instalada das indústrias foram baseadas em pesquisa realizada pela Secretaria Nacional do Planejamento Agrícola do Ministério da Agricultura (SUPLAN). As indústrias de refino foram descartadas em função do interesse da pesquisa se ater ao transporte de grãos para processamento. Optou-se pela não utilização da capacidade instalada de esmagamento devido à falta de capital de giro para manter estoque de matéria-prima durante o período de entressafra e à própria escassez de matéria-prima que limita as fábricas a operarem com 70% da capacidade instalada. A capacidade efetiva de esmagamento utilizada neste trabalho refere-se, portanto, ao nível aproximado de 70% da capacidade instalada (quadro 5).

QUADRO 3. - Oferta de Oleaginosas no Estado de São Paulo, Média 1977-79

(em tonelada)				
Origem	Amendoim	Soja	Algodão	Total
Itu	124,00	134,33	5.949,89	6.208,22
Itararé	40,00	15.656,00	2.031,69	17.727,69
Avare	31,20	27.081,33	12.517,91	39.630,44
Sorocaba	50,00	-	479,49	529,49
Itapetininga	8,00	3.270,67	2.717,86	5.936,53
Capão Bonito	-	160,00	222,51	382,51
Botucatu	-	2.205,67	3.654,30	5.859,97
Mogi-Mirim	154,70	6.898,33	12.059,89	19.112,92
Amparo	21,00	-	1.363,05	1.384,05
Campinas	13,60	245,00	5.477,11	5.735,71
Piracicaba	387,00	292,00	2.700,54	3.379,54
Limeira	595,70	6.247,67	31.129,36	37.972,73
Casa Branca	61,00	12.976,33	13.726,05	26.763,38
Rio Claro	38,70	-	1.125,36	1.164,06
São João da Boa Vista	36,00	7.600,00	9.698,65	17.334,65
São José do Rio Pardo	-	943,00	549,69	1.492,69
Ribeirão Preto	28.959,00	20.010,67	11.445,20	60.414,87
Franca	1.759,33	11.925,67	416,65	14.101,65
Batatais	314,60	5.220,00	287,95	5.822,55
Orlândia	13.985,03	152.406,00	5.782,84	172.173,87
Ituverava	5.737,00	67.366,00	16.852,76	89.955,76
Barretos	27.145,67	89.193,00	9.181,25	125.519,92
Bebedouro	33.880,63	23.728,00	14.351,14	71.959,77
Araraquara	221,00	1.462,00	1.267,71	2.950,71
Taquaritinga	37.366,00	2.287,00	2.852,85	42.505,85
São Carlos	32,30	1.428,00	4.084,60	5.544,90
São Simão	-	6.627,67	2.277,16	8.904,83
Bauru	1.525,30	206,30	445,04	2.176,64
Lins	16.454,00	555,67	2.419,95	19.429,62
Jau	1.943,33	359,67	934,49	3.237,49
São José do Rio Preto	1.302,37	-	1.082,04	2.384,41
Olímpia	1.186,63	4.301,00	2.700,10	8.187,73
Catanduva	16.097,70	367,00	3.180,45	19.645,15
Votuporanga	2.427,33	514,67	10.318,10	13.260,10
Fernandópolis	5.540,00	5.469,00	10.988,46	21.997,46
Jales	12.159,63	2.067,00	4.029,14	18.255,77
Santa Fé do Sul	8.436,00	577,33	1.387,54	10.400,87
Mirassol	5.674,00	3.422,00	3.220,96	12.316,96
Araçatuba	5.732,33	1.408,00	6.023,76	13.164,09
Pereira Barreto	1.006,67	220,33	6.628,70	7.855,70
Andradina	2.941,00	498,00	3.080,56	6.519,56
Penapolis	10.009,97	803,00	1.998,75	12.811,72
Presidente Prudente	35.656,97	2.952,00	5.278,44	43.887,41
Presidente Venceslau	22.170,70	883,00	8.496,80	31.550,50
Martinópolis	22.808,67	8.929,67	4.816,94	36.555,28
Dracena	14.115,03	19,00	1.394,90	15.528,93
Oswaldo Cruz	26.740,97	-	1.423,06	28.164,83
Marília	17.954,30	1.280,33	222,51	19.457,14
Ourinhos	943,00	26.594,67	1.065,79	28.603,46
Paraguçu Paulista	3.878,00	91.362,67	1.749,59	96.990,26
Santa Cruz do Rio Pardo	90,70	15.352,33	1.186,46	16.629,49
Assis	973,00	120.546,00	1.646,89	123.165,89
Tupã	59.349,70	-	372,01	59.721,71
Total	448.078,76	753.992,98	260.294,89	1.462.367,43

Fonte: Elaborado a partir de dados básicos do Instituto de Economia Agrícola (IEA).

QUADRO 4. - Oferta Média de Oleaginosas para São Paulo, Procedente de Outras Unidades da Federação, 1977-79

(em tonelada)

Origem	Amendoim	Soja	Algodão	Total
Assaí (PR)	-	-	9.100	9.100
Cornélio Procopio (PR)	-	-	7.500	7.500
Cruzeiro do Oeste (PR)	-	-	9.100	9.100
Umuarama (PR)	5.400	-	-	5.400
Cambará (PR)	-	293.500	-	293.500
Jacarezinho (PR)	-	244.600	-	244.600
Londrina (PR)	-	244.600	-	244.600
Paranavaí (PR)	-	195.700	-	195.700
Três Lagoas (MS)	-	211.600	-	211.600
Dourados (MS)	-	317.500	65.600	383.100
Uberaba (MG)	-	58.400	-	58.400
Uberlândia (MG)	-	58.400	-	58.400
Itumbiara (GO)	-	126.000	43.600	169.600
Total	5.400	1.750.300	134.900	1.890.600

Fonte: Prognóstico Região Centro-Sul, Secretaria de Agricultura e Abastecimento - SAA, Instituto de Economia Agrícola (IEA), 1977-1979 e Relatório Anual. Brasília, Grupo Executivo de Manutenção de Safras.

QUADRO 5. - Capacidades Instalada e Utilizada das Unidades Processadoras de Oleaginosas no Estado de São Paulo, 1978

(em tonelada)

Nº de ordem da firma em funcionamento	Localidades (DA)	Capacidade instalada anual	Capacidade utilizada ⁽¹⁾
1	Paraguaçu Paulista	90.000	63.000
2	Sorocaba	648.000	453.600
3	Assis	28.800	20.160
4	Martinópolis	216.000	151.200
5	Presidente Prudente	108.000	75.600
6	Presidente Prudente	54.000	37.800
7	Presidente Venceslau	28.800	20.160
8	Presidente Venceslau	64.500	45.360
9	Dracena	75.600	52.920
10	Tupã	82.800	57.960
11	Dracena	28.800	20.160
12	Oswaldo Cruz	46.500	32.760
13	Oswaldo Cruz	64.500	45.360
14	Marília	36.000	25.200
15	Marília	36.000	25.200
16	Marília	43.200	30.240
17	Marília	39.600	27.720
18	Tupã	28.800	20.160
19	Araçatuba	133.200	93.240
20	Bauru	144.000	100.800
21	Lins	72.000	50.400
22	Araçatuba	172.800	120.960
23	Araraquara	277.200	194.040
24	Araraquara	129.600	90.720
25	Catanduva	100.800	70.560
26	Orlândia	360.000	252.000
27	Taquaritinga	162.000	113.400
28	Jaú	180.000	126.000
29	Araraquara	64.500	45.360
30	Campinas	133.200	93.240
31	Campinas	234.000	163.800
32	Jaboticabal	100.800	70.560
33	Bebedouro	324.000	226.800
34	Catanduva	64.800	45.360
35	Orlândia	30.960	21.600
36	Orlândia	28.800	20.160
37	Ituverava	43.200	30.240
38	Barretos	79.200	55.440
39	Orlândia	30.600	21.600

(¹) Com aproximadamente 30% de ociosidade anual.

Fonte: Secretaria Nacional de Planejamento Agrícola do Ministério da Agricultura (SUPLAN-MA).
Dados não publicados.

No conjunto, o modelo de minimização dos custos de transporte foi aplicado a 66 municípios produtores de oleaginosas, dos quais 53 pertencentes ao Estado de São Paulo, 8 ao Paraná, 2 a Mato Grosso do Sul, 2 a Minas Gerais e 1 a Goiás, e a 23 indústrias processadoras localizadas em São Paulo.

As ligações entre os pontos de oferta e demanda foram efetuadas de acordo com a orientação do Desenvolvimento Rodoviário S.A. (DERSA), da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do mapa rodoviário do Estado de São Paulo.

O custo unitário de transporte de matéria-prima, das regiões produtoras às indústrias, resultou das ligações acima consideradas e de estudo, não publicado, desenvolvido pela Companhia de Financiamento da Produção (CFP) em 1977, com vistas ao transporte de grãos adquiridos segundo a política de preços mínimos, no Estado do Paraná. A similaridade com a oferta de transporte e com o sistema rodoviário paulista possibilitou o aproveitamento desse trabalho. Esse cálculo envolveu salário do motorista, combustível, pedágio e seguro, não considerando tipo de rodovia, despesa de carga e desgaste de veículo (quadro 6).

2.2 - Instrumental Analítico

Utilizou-se um caso particular de programação linear que é o modelo de minimização dos custos de transporte desenvolvido por F.L.Hitchcock, citado por DORFMANN; SAMUELSON & SOLOW (3), que ressaltam o fato de o modelo poder ser utilizado para solução de problemas econômicos e comerciais, diferentes da questão do transporte, tais como: determinação do tamanho e número ideal de plantas agroindustriais, ótima alocação e distribuição de produtos, etc.

No Brasil, é pequeno o número de trabalhos nessa área de pesquisa, sendo os mais conhecidos os de AMARO et alii (1), FIGUEIREDO; SILVA; NEVES (4) e BERGER (2).

AMARO et alii (1), em 1973, empregaram esse método para a análise da citricultura paulista testando três modelos. No modelo A, o intuito era a minimização do custo individual das fábricas de suco; no modelo B, o custo total do transporte, e no C foram ponderadas três possíveis localizações de novas fábricas: Taquaritinga, Olímpia e Pirassununga. Os comentários dos autores a respeito dos novos modelos apresentados (alterações do modelo básico) são de que os mesmos exigem a introdução de métodos sofisticados na determinação de custos de produção e vendas que nem sempre proporcionavam resultados

QUADRO 6. - Custo de Transporte de Oleaginosas, Estado do Paraná, 1979

Distância (km)	Custo (Cr\$/t)
1 - 50	115,00
51 - 100	218,50
101 - 150	319,12
151 - 200	333,50
201 - 250	353,62
251 - 300	400,20
301 - 350	462,88
351 - 400	519,80
401 - 450	574,42
451 - 500	632,50
501 - 550	688,90
551 - 600	783,30
601 - 650	784,88
651 - 700	829,15
701 - 750	862,50
751 - 800	883,20
801 - 850	908,50
851 - 900	931,50
901 - 950	961,40
+ 950	977,50

Fonte: Companhia de Financiamento da Produção (CFP).

que diferiam dos apresentados pelo modelo básico.

FIGUEIREDO; SILVA & NEVES (4), em 1974, aplicaram o modelo do transporte para racionalizar a distribuição de álcool anidro na safra 1973/74, referente a 27 usinas do Estado de São Paulo, com o intuito de minimizar os custos de transporte das usinas produtoras para os centros de mistura carburante.

BERGER (2), em 1975, utilizou o modelo de transporte com a finalidade de organizar eficientemente o complexo das fábricas celulósico-papelarias e de chapas de fibra de madeira no Estado de São Paulo, face ao suprimento de matéria-prima - madeira de Eucalyptus - visando a minimização dos custos de transporte para os anos de 1975, 1977 e 1979.

2.2.1 - Apresentação matemática

A apresentação matemática do modelo de minimização dos custos de transporte aqui descrita pode ser encontrada também em LANGE (7), FRAZER (5), GASS (6) e SMITH & JOHNSON (9).

Considere-se a existência de m origens e n destinos, conhecendo-se, respectivamente, as disponibilidades a_i ($i = 1, 2, 3 \dots m$) e as necessidades b_j ($j = 1, 2, 3 \dots n$) para determinado produto homogêneo. Seja C_{ij} o custo unitário de transporte da origem i para o destino j , e X_{ij} , a quantidade transportada da origem i para o destino j .

O modelo adotado pretende minimizar a função objetivo:

$$R = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} \cdot X_{ij}$$

Onde:

R = Custo total de transporte.

Para se obter esse mínimo deve-se selecionar os valores de X_{ij} que satisfaçam quatro diferentes restrições:

a) A soma das quantidades X_{ij} a serem transportadas a partir da origem i não pode exceder a oferta da mesma:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \leq S_i$$

Onde:

S_i = oferta do produto na região i .

b) A soma das quantidades X_{ij} , a serem transportadas para um destino j não pode ser menor que a procura nessa região:

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} \geq P_j$$

Onde:

P_j = procura do produto na região j .

c) A procura total do produto deve ser igual à sua oferta total:

$$\sum_{j=1}^n P_j = \sum_{i=1}^m S_i$$

Essa restrição elimina o sinal das desigualdades das restrições a e b.

No caso de ocorrer um excesso de oferta, o modelo dos transportes pode ser adaptado introduzindo-se um destino fictício F_{j+i} , em que a demanda D_{j+i} corresponda à diferença entre a oferta total e a demanda total.

$$D_{j+i} = \sum_{i=1}^m S_i - \sum_{j=1}^n D_j$$

Os custos de transporte para o destino fictício são considerados nulos.

d) Os valores de X_{ij} não podem ser negativos:

$$X_{ij} \geq 0$$

No caso de X_{ij} nulos, considera-se que a rota $i-j$ não está sendo utilizada.

2.3 - Pressuposições do Modelo Teórico e suas Limitações

a) Admite-se um mercado de concorrência perfeita no espaço, forma e tempo. Para que isto ocorra deve existir um grande número de vendedores e compradores, de modo que nenhum deles interfira no preço de equilíbrio; os produtos devem ser homogêneos e deverá existir informação perfeita no mercado.

b) Os custos de transporte são considerados independentes das quantidades transportadas, portanto, admite-se rendimentos constantes à escala.

c) Os custos de transporte das áreas produtivas até o centro da região produtora não devem ser computados.

d) A tecnologia de transporte é considerada constante para todas as empresas consumidoras.

e) A oferta e a demanda devem ser conhecidas antecipadamente.

f) As relações entre as variáveis do modelo são lineares.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

No contexto da época, ou seja, para o período de 1977 a 1979, caracterizado por uma determinada disponibilidade de produto, por uma estrutura industrial e um determinado nível de processamento, os resultados obtidos expressam as quantidades ótimas a serem transferidas das regiões produtoras de matérias-primas oleaginosas para as indústrias processadoras e que implicam na minimização do custo total de transporte.

As simulações do modelo de transporte resultaram em uma solução ótima correspondente ao custo total mínimo de Cr\$1.113.110,00. Esse montante envolve todo o custo de movimentação inter e intra-estadual das oleaginosas, soja, amendoim e algodão, processadas nas indústrias do Estado de São Paulo.

Observa-se a concentração do fluxo de transferência de matéria-prima, principalmente, para a localidade de Sorocaba que ativada com uma única unidade processadora e operando com 30% de ociosidade esmaga 453.600 toneladas anuais. Também operando com cerca de 70% da capacidade instalada, a região de Araraquara processa 330.120 toneladas em três unidades de esmagamento, Orlândia esmaga 315.360 toneladas em quatro unidades ativadas, Bebedouro processa 226.800 toneladas em somente uma unidade e Araçatuba esmaga 214.200 toneladas em duas unidades processadoras. Em termos regionais, Ribeirão Preto que congrega entre outros municípios, os de OrLândia, Bebedouro e Araraquara, é a principal região produtora de óleos vegetais comestíveis demandando um total de 872.280 toneladas de matérias-primas esmagadas nas oito principais unidades de processamento (quadro 7 e figura 1).

Em termos percentuais, Sorocaba processa 14,6% da matéria-prima oleaginosa industrializada no Estado. A proximidade de um dos maiores, senão o maior centro consumidor do País é o principal fator que influencia nesse dinamismo. Graças a proliferação das unidades processadoras em atividade nas

QUADRO 7. - Quantidades Ótimas Transportadas das Regiões Produtoras (Origens) para as Indústrias Processadoras (Destinos) que Minimizam o Custo Total de Transporte, 1978

(em tonelada)

(continua)

Origem	A P. Paulista	B Sorocaba	C Assis	D Martin.	E P. Prud.	F P. Venc.	G Dracena	H Tupã	I O. Cruz	J Marília	K Araçatuba	L Bauru
Itu	-	6.208,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Itararé	-	17.729,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Avare	-	39.630,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sorocaba	-	529,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Itapeva	-	5.936,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Capão Bonito	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Botucatu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mogi-Mirim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amparo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Campinas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Piracicaba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Limpeira	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C. Branca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rio Claro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S. J. Boa Vista	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S. J. Rio Pardo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rib. Preto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Franca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Batatais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Orlândia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ituverava	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barretos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bebedouro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Araçatuba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Taquaritinga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
São Carlos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
São Simão	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bauru	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.176,64
Lins	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S. J. Rio Preto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Olimpia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Catanduva	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Votuporanga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fernadópolis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sta. Fé do Sul	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mirassol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Dados da Pesquisa.

QUADRO 7. - Quantidades Ótimas Transportadas das Regiões Produtoras (Origens) para as Indústrias Processadoras (Destinos) que Minimizam o Custo Total de Transporte, 1978

(em toneladas)

(continua)

Origem	A P.Paulista	B Sorocaba	C Assis	D Martin.	E P.Prud.	F P.Venc.	G Dracena	H Tupã	I O.Cruz	J Marília	K Araçatuba	L Bauru
Araçatuba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.164,09	-
P.Barreto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Andradina	-	-	-	-	-	-	6.519,56	-	-	-	-	-
Penápolis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P.Prudente	-	-	-	43.887,41	-	-	-	-	-	-	-	-
P.Venceslau	-	-	-	-	-	31.550,50	-	-	-	-	-	-
Martinópolis	-	-	-	36.555,28	-	-	-	-	-	-	-	-
Dracena	-	-	-	-	-	-	15.528,93	-	-	-	-	-
O.Cruz	-	-	-	-	-	-	-	-	28.164,83	-	-	-
Marília	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.457,14	-	-
Ourinhos	-	28.603,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P.Paulista	63.000,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.990,26
S.Cruz R.Pardo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Assis	-	-	20.160,00	-	-	-	-	-	-	88.902,86	-	14.103,03
Tupã	-	-	-	-	-	-	-	59.721,71	-	-	-	-
Três Lagoas	-	-	-	-	-	-	10.564,09	-	-	-	201.035,91	-
Dourados	-	199.812,63	-	17.847,69	113.400,00	-	-	-	-	-	-	-
Itumbiara	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.100,00
Assaí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.500,00
C.Procópio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C.Oeste	-	9.100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umuarama	-	5.400,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cambará	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jacarezinho	-	140.651,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.930,07
Londrina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paranavaí	-	-	-	52.909,62	-	33.969,50	40.467,42	18.398,29	49.955,17	-	-	-
Uberaba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Uberlândia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Demanda total	63.000,00	453.600,00	20.160,00	151.200,00	113.400,00	65.520,00	73.080,00	78.120,00	78.120,00	108.360,00	214.200,00	100.800,00

Fonte: Dados da Pesquisa.

QUADRO 7. - Quantidades Ótimas Transportadas das Regiões Produtoras (Origens) para as Indústrias Processadoras (Destinos) que Minimizam o Custo Total de Transporte, 1978

Origem	(em toneladas)											Oferta Total
	M Lins	N Araraq.	O Catand.	P Orland.	Q Taquar.	R Jaú	S Camp.	T Jabot.	U Bebed.	V Ituver.	W Barretos	
Itu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.208,22
Itararé	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.727,69
Avaré	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39.630,44
Sorocaba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	529,49
Itapeva	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.936,53
Capão Bonito	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	382,51
Botucatu	-	-	-	-	-	-	382,51	-	-	-	-	5.859,97
Mogi Mirim	-	-	-	-	-	-	5.859,97	-	-	-	-	19.112,92
Amparo	-	-	-	-	-	-	19.112,92	-	-	-	-	1.384,05
Campinas	-	-	-	-	-	-	1.384,05	-	-	-	-	5.735,71
Piracicaba	-	-	-	-	-	-	5.735,71	-	-	-	-	3.379,54
Limeira	-	-	-	-	-	-	3.379,54	-	-	-	-	37.938,73
C.Branca	-	-	-	-	-	-	37.938,73	-	-	-	-	26.763,38
Rio Claro	-	-	-	-	-	-	26.763,38	-	-	-	-	1.164,06
S.J.Boa Vista	-	-	-	-	-	-	1.164,06	-	-	-	-	17.334,65
S.J.Rio Pardo	-	-	-	-	-	-	17.334,65	-	-	-	-	1.492,69
Rib.Preto	-	-	-	-	-	-	1.492,69	-	-	-	-	60.414,87
Franca	-	-	-	14.101,65	-	-	-	60.414,87	-	-	-	14.101,65
Batatais	-	5.709,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.822,56
Orlândia	-	-	-	172.173,87	-	-	-	-	-	-	-	172.173,87
Ituverava	-	-	-	89.955,76	-	-	-	-	-	-	-	89.955,76
Barretos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	125.519,92
Bebedouro	-	-	-	-	-	-	-	-	78.267,65	-	47.252,27	71.959,77
Araraquara	-	2.959,71	-	-	-	2.184,56	-	-	69.775,21	-	-	2.959,71
Taquaritinga	-	-	-	-	42.505,85	-	-	-	-	-	-	42.505,85
São Carlos	-	5.544,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.544,90
São Simão	-	8.904,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.904,83
Bauru	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.176,64
Lins	19.429,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.429,62
Jaú	-	-	-	-	-	-	3.237,49	-	-	-	-	3.237,49
S.J.R.Preto	-	-	2.384,41	-	-	-	-	-	-	-	-	2.384,41
Olimpia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.187,73
Catanduva	-	-	19.645,15	-	-	-	-	-	-	-	-	19.645,15
Votuporanga	-	-	13.260,10	-	-	-	-	-	-	-	-	13.260,10
Fernadópolis	-	-	21.997,46	-	-	-	-	-	-	-	-	21.997,46
Jales	-	-	18.255,77	-	-	-	-	-	-	-	-	18.255,77
Sta.Fê do Sul	-	-	10.400,87	-	-	-	-	-	-	-	-	10.400,87
Mirassol	-	-	12.316,96	-	-	-	-	-	-	-	-	12.316,96

Fonte: Dados da Pesquisa.

QUADRO 7. - Quantidades Ótimas Transportadas das Regiões Produtoras (Origens) para as Indústrias Processadoras (Destinos) que Minimizam o Custo Total de Transporte, 1978

(em toneladas) (conclusão)

Origem	M Lins	N Araraq.	O Catand.	P Orlând.	Q Taquar.	R Jau	S Camp.	T Jabot.	U Bebed.	V Ituver.	W Sarretos	Oferta Total
Araçatuba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.164,09
P.Barreto	-	-	7.855,70	-	-	-	-	-	-	-	-	7.855,70
Andradina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.519,56
Penápolis	12.811,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.811,72
P.Prudente	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43.887,41
P.Venceslau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31.550,50
Martinópolis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36.555,28
Dracena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.528,93
D.Cruz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.164,83
Marília	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.457,14
Ourinhos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.603,46
P.Paulista	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	96.990,26
S.Cruz R.Pardo	-	-	-	-	16.629,49	-	-	-	-	-	-	16.629,49
Assis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	123.165,89
Tupã	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59.721,71
Tres Lagoas	18.158,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	211.600,00
Dourados	18.158,66	-	-	-	-	33.881,02	-	-	-	-	-	383.100,00
Itumbiara	-	-	9.803,58	-	70.894,15	-	-	10.145,13	78.757,14	-	-	169.600,00
Assaí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.100,00
C.Procópio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.500,00
C.Oeste	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.100,00
Unwarana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.400,00
Cambará	-	259.569,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	293.500,00
Jacarezinho	-	-	-	-	103.948,46	-	-	-	-	-	-	244.600,00
Londrina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Paranavaí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	195.700,00
Uberaba	-	47.431,28	-	10.968,72	-	-	-	-	-	-	-	58.400,00
Uberlândia	-	-	-	8.160,00	-	-	-	-	-	30.240,00	-	58.400,00
Demanda total	50.400,00	330.120,90	115.920,00	315.360,00	113.400,00	126.000,00	154.542,43	70.560,00	226.800,00	30.240,00	55.440,00	3.108.342,43

Fonte: Dados da Pesquisa.

localidades de Araraquara, Orlândia e Bebedouro, a região de Ribeirão Preto trabalha num ritmo responsável pelo processamento de 28,1% do total do Estado. Identificada como a principal produtora de soja do Estado, a região de Ribeirão Preto dispõe de oferta para atender em média 40% da demanda local das oito principais unidades de processamento.

É evidente a ampla distribuição da produção de oleaginosas no Estado, a despeito da concentração característica de determinadas regiões, mais particularmente sub-regiões. É o caso de Orlândia, Barretos, Assis, Ituverava, Paraguaçu Paulista e Bebedouro que constam como os grandes pólos fornecedores de matéria-prima contribuindo com cerca de 680.000 toneladas, isto é, cerca de 46,0% da oferta total do Estado, na casa de 1.460.000 toneladas.

O fornecimento externo, entretanto, é imprescindível, já que da capacidade paulista de processamento, ou seja, perto de 3.110.000 toneladas, o equivalente a 53,0% origina-se dos Estados fronteiriços a São Paulo. Ao Paraná se deve a maior contribuição, em virtude do fornecimento da ordem de 765.000 toneladas. A participação de Mato Grosso do Sul é igualmente importante, pois totaliza cerca de 595.000 toneladas. Goiás e Minas Gerais vêm a seguir, ofertando em torno de 170.000 e 117.000 toneladas, respectivamente.

Esses resultados mostram-se em concordância com a realidade observada para o Estado de São Paulo, no que diz respeito ao escoamento das matérias-primas oleaginosas.

A comparação do fluxo ótimo estabelecido entre os municípios produtores de oleaginosas e usinas processadoras com relação a situações passadas não de mostra possível em razão da inexistência de estudos anteriores. Contudo, os resultados apontam os fluxos mais racionais, que devem ser levados em consideração tanto no que diz respeito ao transporte atual de matérias-primas, bem como nos investimentos futuros no setor.

4 - CONCLUSÃO

O Estado de São Paulo é um importante centro processador de matéria-prima oleaginosa. Várias unidades processadoras distribuídas pelo Estado concorrem para esse destaque, exigindo simultaneamente a presença da matéria-prima dos mais diversos pólos produtores, inclusive externos ao Estado.

As simulações do modelo de transporte resultaram em um fluxo ótimo de transporte que viabiliza os diversos pontos potenciais de origem de matéria-prima, bem como a localização das unidades de processamento que compõem o parque industrial paulista. Esse fluxo concretiza a movimentação de olea

ginosas em tempo e lugar a um custo total mínimo de transporte.

A solução ótima incorpora a convergência preponderante de matéria-prima para unidades industriais de Sorocaba, Araraquara, Orliândia, Bebedouro e Araçatuba, responsáveis por uma parcela considerável do esmagamento do Estado.

Londrina foi o único ponto fornecedor descartado pelo modelo, pois sua inclusão altera a matriz de custo mínimo, o que significa a impossibilidade da solução ótima, a qual minimiza o custo de transporte de matéria-prima para industrialização. Mesmo assim fica evidente a dependência de São Paulo do fornecimento externo, principalmente do Paraná e Mato Grosso do Sul, produtores em potencial de soja.

Do ponto de vista de subsídio aos setores governamentais a identificação dessa malha de transporte de custo mínimo permite que se direcionem medidas no sentido de:

- garantir o perfeito acesso e trafegabilidade das principais rodovias e vias vicinais que permitem a concretização desse fluxo;
- garantir a infra-estrutura de coleta e armazenagem adequada para receber matéria-prima e conservá-la dentro dos padrões exigidos, possibilitando o fornecimento às indústrias e a rentabilidade do produtor;
- providenciar a frota de veículos adequada à racionalização pretendida de combustível;
- sugerir tarifas que permitam o pleno escoamento de matéria-prima sem as flutuações acentuadas que caracterizam as épocas de pico de oferta tanto da matéria-prima como de outros produtos que concorrem pelos mesmos meios de transporte.

É importante se atentar para o fato de que qualquer alteração que venha a ocorrer nas condições e situações descritas, pode vir a alterar esse quadro exigindo novas propostas.

LITERATURA CITADA

1. AMARO, Antonio A. et alii. Desenvolvimento da citricultura e localização de novas indústrias para processamento no Estado de São Paulo. Piracicaba; ESALQ/USP, 1973. 78p. (Série Relatório de Pesquisa, 22)
2. BERGER, Ricardo. Minimização do custo de transporte de madeira de eucalipto no Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ/USP, 1975. 122p. (Tese-Mestrado)
3. DORFMAN, Robert; SAMUELSON, Paul A.; SOLOW, Robert M. Linear programming and economic analysis. New York, Mc Graw-Hill, 1958. 525p.
4. FIGUEIREDO, Nelly S. de; SILVA, José F.G. da; NEVES, Evaristo M. Minimização de custos de transporte de álcool. Agricultura em São Paulo, SP, 21(1):117-198, 1974.
5. FRAZER, J.R. Applied linear programming. New York, Prentice-Hall, 1968. p.123-164.
6. GASS, Saul I. Programacion lineal: métodos y aplicaciones. 3.ed. México, Ed. Continental, 1964. p.179-202.
7. LANGE, Oskar. Introdução à econometria. Rio de Janeiro, Fundo de Cultura, 1967. p-249-266.
8. RENESTO, Ovaryr V. Produção e consumo de óleos alimentícios. Campinas, Secretaria da Agricultura, ITAL, 1975. 109p. (Estudos Econômicos - Alimentos processados, 2)
9. SMITH, W.R. & JOHNSON, L.D. Introduction to linear programming: applications. New York, Prentice-Hall, 1966. p.170-184.

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi o de determinar um programa de distribuição de matérias-primas oleaginosas - soja, algodão e amendoim - às usinas processadoras de óleos vegetais comestíveis, utilizando a técnica de programação linear, de forma a minimizar o custo de transporte desses grãos oleaginosos, considerando a localização atual das fontes produtoras e consumidoras.

Foram utilizados dados do IEA, para as quantidades produzidas por região, e da SUPLAN no que diz respeito às quantidades demandadas; os dados referentes ao custo de transporte tiveram como base pesquisa desenvolvida pela CFP no Estado do Paraná.

Os resultados obtidos apresentam as quantidades ótimas a serem transportadas das fontes produtoras às usinas processadoras e o programa de distribuição de matérias-primas.

**SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA**

Comissão Editorial:

Coordenador: Celuta Moreira Cesar Machado

Membros: Antonio Ambrósio Amaro
Arthur Antonio Ghilardi
Flávio Condé de Carvalho
José Luis Teixeira Marques Vieira
Maria Carlota Meloni Vicente

Bibliografia: Fátima Maria Martins Saldanha Faria





Relatório de Pesquis.
Nº 18/87

Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Agricultura e Abastecimento
Coordenadoria Sócio-Econômica

Instituto de Economia Agrícola