



## O USO DE ENERGIA NA AGRICULTURA PAULISTA

Antonio Augusto Botelho Junqueira, Paulo David Criscuolo e Francisco Alberto Pino

Governo do Estado de São Paulo  
Secretaria de Agricultura e Abastecimento

Instituto de Economia Agrícola





O USO DE ENERGIA NA AGRICULTURA PAULISTA

Antonio Augusto Botelho Junqueira  
Paulo David Criscuolo  
Francisco Alberto Pino

## ÍNDICE

1 - INTRODUÇÃO .....	1
2 - REVISÃO DE LITERATURA .....	1
3 - UM MODELO PARA ENERGIA NA AGRICULTURA .....	11
4 - OBJETIVOS .....	14
5 - METODOLOGIA .....	15
5.1 - Fontes dos Dados .....	15
5.1.1 - Dados de consumo de energia elétrica .....	15
5.1.2 - Dados de utilização de energia .....	16
5.2 - Análise dos Dados .....	18
5.2.1 - Número de propriedades que possuem <u>e</u> nergia elétrica .....	18
5.2.2 - Consumo de energia elétrica .....	19
6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	20
6.1 - Energia Humana .....	20
6.2 - Energia Animal .....	20
6.3 - Energia Elétrica .....	22
6.3.1 - Consumo .....	22
6.3.2 - Utilização .....	41
6.4 - Energia de Petróleo e Derivados .....	41
6.4.1 - Consumo de combustíveis e lubrificantes .....	44
6.4.2 - Veículos .....	44
6.4.3 - Tratores .....	44
6.4.4 - Fertilizantes .....	48
6.5 - Energia de Outras Fontes .....	48
6.5.1 - Energia de biomassa .....	48
6.5.2 - Adubação orgânica .....	51
6.5.3 - Outras fontes .....	51
7 - CONCLUSÕES .....	52
LITERATURA CITADA .....	54
RESUMO .....	58
SUMMARY .....	58

## O USO DE ENERGIA NA AGRICULTURA PAULISTA

Antônio Augusto Botelho Junqueira

Paulo David Criscuolo

Francisco Alberto Pino

### 1 - INTRODUÇÃO

O uso de moderna tecnologia na agricultura significa intenso consumo de energia não humana. A agricultura tradicional usa em abundância o trabalho braçal, enquanto que a agricultura desenvolvida o substitui pelas máquinas e implementos movidos à energia utilizando petróleo, eletricidade ou outras fontes menos convencionais.

A motomecanização da agricultura significa consumo de derivados de petróleo, e algumas atividades que requerem tecnologia avançada, como a avicultura, necessitam de energia elétrica para seu desempenho. Estas são, hoje, as principais fontes de energia utilizadas pelo homem na agricultura.

A elevação dos preços do petróleo nos últimos tempos e a constante intensificação do uso de tratores, implementos, máquinas, aquecedores, etc., na agricultura, bem como a maior participação das máquinas e motores elétricos neste setor, fazem com que um estudo sobre frequência e intensidade de seus usos e as suas participações no custo de produção sejam úteis, tanto para os agricultores envolvidos no processo da produção agrícola, como para os administradores da coisa pública.

Paralelamente à intensificação do uso dessas duas fontes de energia, as tradicionais ainda estão sendo utilizadas no Brasil e, mesmo, no Estado de São Paulo. Estas seriam representadas, principalmente, pela tração animal e, também, ocasionalmente, pela lenha, bagaço de cana, etc.

### 2 - REVISÃO DE LITERATURA

Depois da crise do petróleo em 1973, quando os países fornecido

res deste produto elevaram substancialmente o seu preço, a atenção para com o problema da energia foi reavivada e, naturalmente, também no setor agrícola.

VOSS (38) aborda a mecanização seletiva como chave para aumentar a produção e o rendimento do trabalho humano e suas diversas conseqüências como fatores de menor interferência no nível do emprego na agricultura.

ABERCROMBIE (1) abordou a disponibilidade e a demanda de mão-de-obra na agricultura, bem como o efeito da tecnologia sobre essa demanda. Estudou, também, fatores que estimulam a mecanização nos países desenvolvidos e as políticas governamentais nesse campo.

FAO (12) apresenta análises da utilização de energia e o efeito do aumento dos preços dos derivados de petróleo na produção agrícola, com as seguintes conclusões:

a) na maioria dos países desenvolvidos e em diversos em desenvolvimento, pesquisa-se sobre outras fontes de energia como a solar, eólica, hidráulica e conversão de biomassa. As iniciativas que oferecem perspectivas de aplicação direta ou indireta na agricultura dos países em desenvolvimento merecem completo apoio;

b) a utilização dos subprodutos e de perdas orgânicas pode proporcionar pequena contribuição como fonte de energia. Suas possibilidades estão limitadas em virtude da grande dispersão da matéria-prima, da sua utilização para outros fins e do custo dos tratamentos que exige;

c) dados os progressos já conseguidos nos últimos decênios, podem-se obter grandes resultados com a seleção de linhagens e progênies vegetais e animais, ou com a introdução de sistemas de produção e manejo que rendam mais com a mesma quantidade de energia consumida, ou a mesma coisa com menor consumo de energia. O ritmo da investigação neste setor e, em especial, a introdução de seu uso em escala comercial são promissores;

d) com a crescente pressão dos custos, pode-se fazer muito para racionalizar os sistemas de produção agrícola a fim de economizar os combustíveis fósseis. Como exemplo, pode-se citar o uso mais amplo de técnicas mais eficientes de preparação do solo e irrigação, e de sistemas mais eficazes de mecanização agrícola; e

e) em vista do consumo de energia que as técnicas mais sofisticadas de elaboração dos produtos e sua comercialização exigem, pode ser necessário em alguns países em desenvolvimento restringir-se o empacotamento, a refrigeração e o engarrafamento dos produtos agrícolas, insistindo mais no desenvolvimento de métodos que aumentem a velocidade de manipulação e comer

cialização, e de outros métodos de conservação, para reduzir o desperdício, manter a qualidade e aumentar a variedade de alimentos.

PLANTIER (25) abordou a dependência da moderna agricultura quanto ao uso da energia, onde, analisando o seu consumo na cultura do milho, transcreve dados mostrando que em 1950 eram necessárias 2.980 mil quilocalorias por hectare para produzir 2.383kg e em 1970 eram necessárias 7.158 mil quilocalorias por hectare para produzir 5.079kg, elevando de 1.249 quilocalorias em 1950 para 1.411 quilocalorias em 1970, para produzir um quilograma de milho, nos Estados Unidos. Pela origem das fontes de energia, a utilização na comunidade européia, em percentagem, era: petróleo, 71%; eletricidade, 19%; gás, 9,6%; carvão, 0,4%.

PRADO (26) estudou a questão do álcool como fonte alternativa de energia, de modo geral, e transcreveu um quadro da participação percentual das fontes de energia no total da energia primária consumida no Brasil. Em 1976, 42,5% da energia utilizada no Brasil eram de derivados do petróleo; 24,9%, hidráulica; 28,5%, lenha, bagaço de cana ou carvão vegetal; 3,6%, carvão mineral; 0,4%, de outras fontes (transformadas em equivalentes de óleo cru), e o Brasil teria consumido um total de 95.980 mil toneladas de óleo cru, se toda essa energia fosse produzida pelo petróleo. Nesse estudo, o autor abordou o consumo nacional de energia primária, a produção nacional e a importação de petróleo, a produção de álcool no Brasil e a substituição do óleo combustível, da gasolina e do óleo diesel por álcool. Nas considerações finais faz notar que, se o aproveitamento do álcool etílico está recebendo atenção prioritária em nosso País como o sucedâneo de maiores possibilidades para deslocar os derivados do petróleo, outras alternativas também estão sendo objeto de estudo, como o metanol, as "novas" energias primárias e, subsidiariamente, o hidrogênio e até mesmo a eletricidade, que para determinados casos poderão representar a criação de novos recursos.

OLIVEIRA (21) historiou o desenvolvimento do álcool-motor, a adaptação de motores a combustão interna para sua utilização, abordou a essência da substituição de gasolina pelo álcool-motor, o álcool-motor e o panorama brasileiro, e a incidência econômica da substituição.

TOSELLO (37) aborda os vários problemas que se enfrentarão na transformação de biomassa em álcool etílico.

O Estado de Minas Gerais, em tese apresentada ao IV Congresso Brasileiro de Organização Científica - Subsídios para uma Política de Eletrificação Rural no Brasil - analisa a política de eletrificação rural no Brasil (35), mostrando os dois objetivos primários que devem ser perseguidos por

um programa de eletrificação rural:

- a) melhoria das condições econômicas da população rural; e.
- b) promoção do bem-estar e conforto do homem do campo.

Nos benefícios à economia global, gerados no programa de eletrificação rural, não foi citada naquela ocasião - mas, provavelmente seria lembrado hoje - a possível economia de divisas e o uso de um fator de produção renovável e próprio, em substituição ao petróleo, que é usado em muitas das operações citadas no trabalho.

Como estudos pioneiros do uso de energia no Estado de São Paulo, em todos os seus sentidos, menos quanto à mão-de-obra na agricultura, citam-se alguns realizados no Instituto de Economia Agrícola ou seu antecessor:

PAIVA & DIAS (23) dizem que nos últimos anos antes de 1960 o desenvolvimento da mecanização em São Paulo não foi satisfatório e que a importação de máquinas agrícolas no Brasil teve um acréscimo em 1954 devido às facilidades propiciadas pelo crédito de 20 milhões de dólares colocados à disposição da Comissão de Mecanização da Agricultura, do Ministério da Agricultura. Estimaram que o número de tratores em atividade no País, no período de 1954 a 1958, elevou-se de 28.800 para 48.800 unidades, sendo que desses, 9.700 em 1954 e 16.800 em 1958 estariam no Estado de São Paulo. Os dados de São Paulo foram considerados baixos em vista de estimativa realizada em 1.300 propriedades do Estado, a qual deu como resultado 27.600 unidades em 1959, contra 14.200 em 1954.

SCHATTAN (33), analisando a estrutura econômica da agricultura paulista por meio de levantamento amostral, estimou que em fevereiro de 1960 haviam 923.000 animais de trabalho e 35.300 tratores, em unidade de 25HP. Também estimou o número de animais de trabalho e de HP de tração mecânica por propriedade, segundo sete estratos de área.

PAIVA & DIAS (22), continuando estudo que vinham realizando anualmente, verificaram que, em 1960, havia maiores disponibilidades de máquinas agrícolas.

A DIVISÃO DE ECONOMIA RURAL (29) mostra que, acompanhando paralelamente o desenvolvimento industrial, pode-se afirmar que o setor de motomecanização agrícola registrou grandes progressos nos anos 1960 a 1962. Uma idéia disso pode ser dada pelo número total de tratores produzidos no Brasil, o qual atinge número equivalente ao dos anos de maior importação, o que asseguraria ritmo de desenvolvimento até aquela data não registrado. Quanto ao número de tratores existentes nas atividades agrícolas de São Pau

lo, deve-se salientar que inexistiam dados rigorosos a respeito. No entanto, levantamento não específico procedido pela Divisão de Economia Rural em junho de 1972 registra a existência de 45.000 tratores prestando serviços na agricultura do Estado.

JUNQUEIRA & DESGUALDO NETTO (18), analisando a evolução da produção, venda, importação do exterior e cabotagem de tratores, no período de 1958 a 1962, e da indústria de máquinas e implementos no Estado de São Paulo, verificaram que os anos de 1961 e 1962 mostraram um notável desenvolvimento técnico da mecanização agrícola no Estado de São Paulo, fato esse devido principalmente à implantação e consolidação da produção nacional de tratores e implementos agrícolas.

ARRUDA (4) concluiu que:

a) estava entre os pequenos proprietários o maior número de requisitantes de eletricidade rural pelo sistema cooperativo;

b) deviam estar exercendo influência negativa no desenvolvimento da eletrificação rural, mesmo pelo processo cooperativo, o baixo grau de compreensão das vantagens do associativismo para a solução de problemas dessa natureza, e a morosidade e os entraves burocráticos, principalmente na fase de financiamento;

c) como alternantes desses fatores têm-se: os esforços do Departamento de Assistência ao Cooperativismo através de cursos ministrados em cidades do interior do Estado e periferia da Capital, programas de televisão e folhetos ilustrativos, além de cursos dados na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ); os financiamentos a juros de 6% a.a. fornecidos pelo Banco do Brasil, havendo possibilidades de estendê-lo ao campo da eletricidade rural a prazos mais dilatados que os da Caixa Econômica Estadual de São Paulo; outra fonte de financiamento seria a do Fundo de Expansão Agro-pecuária, junto ao Banco do Estado de São Paulo.

DIAS (11) estimou a evolução da agricultura brasileira, transcrevendo dados sobre o aumento da tratorização nesse setor, encontrando aumento de 658% no número de tratores do Brasil, de 1950 a 1960. Para igual período, obteve as seguintes taxas regionais: 336% para o Norte, 615% para o Nordeste, 432% para o Leste, 696% para o Sul e 1.560% para o Centro-Oeste. Também estimou a relação entre área de agricultura e número de tratores (quadro 1). Analisando os pontos básicos de um programa de desenvolvimento agrícola, infere que para a infra-estrutura ligada à agricultura é importante a rede de comunicação e transporte de interesse da agricultura; quanto ao sumário de fatores que a agricultura moderna deve utilizar com intensidade

QUADRO 1. - Relação entre Área Agricultável e Número de Tratores, Brasil, 1950 e 1960  
(em ha/trator)

Região	1950	1960
Norte	3.852	1.721
Nordeste	11.623	2.950
Leste	3.894	1.001
Sul	1.376	260
Centro-Oeste	4.374	615

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

crescente, a ação do governo pode ocorrer na criação de incentivos à iniciativa privada visando ao estabelecimento de unidades produtoras desses insu-  
mos, no estabelecimento de uma política eficaz de preços agrícolas, na edi-  
ção de normas visando à melhoria nas condições de comercialização dos fato-  
res de produção modernos, podendo-se mesmo chegar a incentivar seu uso.

O "Diagnóstico da Agricultura Paulista", em 1967 (30), transcreve dados da produção de tratores, de 1960 a 1966 (até setembro deste ano), o número de tratores agrícolas trabalhando no Estado de São Paulo de 1950 a 1966 e compara a tratorização paulista com a de diversos países do mundo, u-  
sando o índice área agricultável por trator.

JUNQUEIRA & GARCIA (17) analisaram a modificação no sistema tari-  
fário da energia elétrica e suas conseqüências. Na ocasião, comparando o  
custo de energia elétrica comprada com o da produzida em geradores próprios,  
concluíram que: se a empresa operava menos de 3.000 horas por ano, a utili-  
zação de um gerador próprio de 100kW seria mais econômica que a aquisição  
de energia elétrica de uma concessionária, desde que usada a potência máxi-  
ma; se a empresa operava menos de 2.200 horas por ano e tinha demanda efeti-  
va de 50kW, ainda seria economicamente vantajosa a utilização de um conjun-  
to de 50kW em lugar de adquirir energia da concessionária; mas, se a empre-  
sa tivesse uma demanda de potência inferior a 30kW seria, sempre, preferível

consumir energia elétrica de uma concessionária.

GARCIA & GREENBAUN (14) obtiveram informações em Pilar do Sul, Estado de São Paulo, sobre o uso de força e luz: 6,7% dos estabelecimentos tinham luz própria na residência e somente um agricultor comprava a energia da concessionária do município. Quanto a veículos e maquinário, verificaram que: entre 40 cooperados japoneses, havia 39 tratores, 43 conjuntos de irrigação, 10 veículos de carga e 8 automóveis; entre os 9 cooperados brasileiros, 2 conjuntos de irrigação, 7 tratores, 3 veículos de carga e 4 automóveis; entre os não cooperados, em número de 56, 5 tratores, 4 veículos de carga, 4 aparelhos de irrigação e 12 automóveis. Proporcionalmente ao número de propriedades, o número de veículos motorizados existentes entre os cooperados (japoneses e brasileiros) é bem pequeno, em razão do sistema de transporte proporcionado pelas cooperativas.

FIGUEIREDO et alii (13), procurando racionalizar a distribuição do álcool anidro na safra 1973/74, em 27 usinas do Estado de São Paulo, utilizaram o modelo de programação linear para minimização dos custos de transporte. Os dados utilizados referem-se ao custo do frete por 1.000 litros de álcool por quilômetro, de cada uma das 27 usinas, às distâncias delas dos oito centros de mistura carburante no Estado de São Paulo, às capacidades desses centros e à produção estimada das usinas para a safra 1973/74. Os dados foram obtidos da COPERSUCAR ou fornecidos por ela.

ARAUJO et alii (3), usando dados preliminares do censo de 1970, da Fundação IBGE, constataram a grande diferenciação regional com referência à mecanização da agricultura: a média nacional estaria em 230ha/trator, variando desde 1.670ha/trator nos estados do Nordeste até 80ha/trator no Estado de São Paulo. Observaram, também, que nos últimos cinco anos a Região Centro-Sul, que responde por mais de 80% da produção nacional, vem se mecanizando intensamente, em parte pela escassez de mão-de-obra e, de outra parte, pela expansão de algumas culturas de uso intensivo de capital.

Segundo o IEA (31), a mecanização da agricultura paulista continuava sua marcha progressiva em 1972, embora se defrontando com obstáculos diversos, dentre os quais sobressaem-se os de natureza econômica. A maioria das pequenas propriedades ainda não introduzira o uso do trator de potência reduzida, compatível com emprego econômico dentro das condições peculiares a cada caso, devido, essencialmente, ao baixo poder aquisitivo dos proprietários, à insegurança do mercado para seus produtos e à abundância de mão-de-obra familiar, que não teria oportunidade de uso alternativo quando substituída pela máquina. Na realidade, apenas a categoria dos tratores pesa

dos, empregados também em setores não agrícolas, é que apresentava maiores progressos. Pelo quadro 2, pode-se observar a queda do uso de tratores leves e médios e o crescente aumento no emprego de pesados, como foi afirmado anteriormente. Neste trabalho são comparadas, ainda, as áreas preparadas por trator e por animais, conforme os dados do quadro 3.

Quanto à diversificação de fontes de energia, os autores abaixo abordaram o assunto.

BEHRMAN (6) noticia o funcionamento da maior central solar do mundo em Diré, cidade situada nas margens do Rio Niger, no Mali, a duzentos quilômetros ao sul de Tombuctu. Com uma potência de 800 quilowatts (uma insignificância comparada com a de milhares de megawatts produzida pelas centrais clássicas que funcionam a carvão, petróleo ou urânio), a instalação suplantará em muito tudo o que se tem feito até hoje em matéria de centrais e lâmpadas solares. Já tem pela frente quatro incumbências: bombear diariamente do Niger 8.500 metros cúbicos de água destinada à rega; extrair água potável de um poço de 18 metros de profundidade para o abastecimento de 10.000 consumidores em Diré; dar refrigeração à câmara fria de uma cooperativa agrícola e produzir cinco quilowatts de corrente elétrica para iluminar, à noite, a cooperativa e um hotel de turismo de 40 aposentos.

QUADRO 2. - Tratores, Caminhões e Caminhonetas na Agricultura do Estado de São Paulo, 1962-70

(em unidade)

Ano agrícola	Trator			Caminhão e caminhoneta
	Até 35HP	36 a 45HP	Mais de 45HP	
1962	22.000	11.000	7.000	41.000
1963	25.000	13.000	10.000	45.000
1964	24.000	19.000	9.000	39.000
1965	26.000	18.000	10.000	40.000
1966	27.000	19.000	10.000	39.000
1967	...	...	...	...
1968	...	23.000	14.000	51.000
1969	16.000	16.000	27.000	46.000
1970	12.000	16.000	31.600	49.500

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 3. - Percentagem da Área Preparada com Trator e com Animais, Estado de São Paulo, 1963-68

Ano	Área arada		Área gradeada	
	Trator	Tração animal	Trator	Tração animal
1963	53	47	64	36
1964	54	46	69	31
1965	61	39	70	30
1966	66	34	72	28
1967	...	...	...	...
1968	70	30	73	27

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

O mesmo autor cita, ainda Gerardier: "a energia solar será levada a sério quando formos capazes de proporcionar eletricidade à noite".

BARROZO (5) mostra que, embora as despesas brasileiras com petróleo bruto e derivados, do exterior, tenham sido incrementadas em 300% de 1973 para 1974, a quantidade correspondente foi expandida em somente 1,9% (34.166 mil toneladas em 1973 contra 34.813 mil toneladas em 1974). A nova estrutura de preço do mercado mundial está condicionando uma ponderável revisão de demanda energética em todos os países, cuja ênfase principal é a substituição dos derivados de petróleo por outros combustíveis e por hidreletricidade.

COSTA (10) comenta que "no último quarto de século, foram substanciais as alterações da participação percentual das fontes de energia no quadro energético das áreas não socialistas de economia desenvolvida. Em 1950, o material sólido predominava como fonte de energia nos países industrializados. (...) As contribuições percentuais de cada fonte de energia, em 1950, foram: 60,9% dos sólidos; 26,2% dos líquidos; 10,2% do gás natural e 2,7% da hidrelétrica. (...) A disponibilidade do óleo cru a preços baixos no mercado internacional durante o período de 1950 a 1973 foi a causa da mudança gradativa ocorrida no quadro energético mundial. As pesquisas e a produ

ção de outros tipos de energia não se apresentavam rentáveis. Passou-se a utilizar o petróleo, mormente nos últimos 15 anos, como se ele fosse uma fonte renovável. No conjunto, o quadro das fontes de energia, em 1960, mostra 39,9% para os sólidos e 39,7% para os líquidos."

McELHENY (19) informa que o lançamento de uma nave Voyager destinada a Júpiter, Saturno e ao espaço além destes planetas é a mais recente aventura para uma quase desconhecida tecnologia energética que tornou possível grande parte dos conhecimentos sobre o sistema solar, os quais atingiram escala dramática na última década. O cerne da tecnologia é uma cápsula de plutônio 238, cujo calor radioativamente produzido é convertido em eletricidade. Em regiões do sistema solar, distantes do Sol, ou em planetas onde há alterações drásticas da temperatura entre o dia e a noite, a constante e estável produção de energia da cápsula de plutônio 238 tornou-se preferível ao uso de baterias solares como fonte de energia.

Em artigo do jornal "O Estado de São Paulo" (2), sem se referir diretamente ao relatório do Banco Mundial, o então Ministro Calmon de Sá refutou as críticas ali formuladas à política nacional do álcool, mostrando que o objetivo é aumentar a produção para elevar, proporcionalmente, sua mistura à gasolina, e que se pretende criar uma infra-estrutura alcooleira, que servirá de base para o fortalecimento da agroindústria canavieira que vem desempenhando importante papel no desenvolvimento de nossas exportações. Segundo o comentarista do jornal, deve-se prosseguir nos trabalhos agora iniciados, não alimentando, é verdade, falsas ilusões de que o álcool é o sucedâneo imediato ou a curto prazo da gasolina, como pensam alguns sonhadores, mas, insistindo na pesquisa que poderá trazer resultados positivos para o futuro, em benefício não apenas do Brasil.

Em IEA (32) analisam-se os preços dos insumos da agricultura até 1970. Os combustíveis e lubrificantes elevaram-se do índice 94 em 1948 ao índice 31.829 em 1970, e o de máquinas e equipamentos, do índice 85 ao 22.772 em igual período. Deflacionando os preços correntes pelo índice "2", nacional, da Fundação Getúlio Vargas, obtiveram-se os índices 114 e 105, para combustíveis e lubrificantes e, 152 e 110, para máquinas e equipamentos, em 1948 e 1970, respectivamente.

Dada a importância do assunto, inúmeros trabalhos têm sido desenvolvidos sobre a questão energética de modo geral, tendo-se procurado limitar o presente estudo ao caso do setor agrícola.

### 3 - UM MODELO PARA ENERGIA NA AGRICULTURA

A agropecuária pode ser vista como um sistema onde ocorrem transformações de energia. Ela consome energia na forma de luz, nutrientes do solo, fertilizantes, trabalho humano, animal e de máquinas e depois fornece energia armazenada em seus produtos finais, na forma de alimentos ou na forma de combustível, como o álcool produzido na fermentação de vegetais com alto teor de carboidratos, a lenha, o bagaço de cana e outros. A energia consumida na agricultura pode ser assim classificada:

a) energia que não é utilizada diretamente pelo processo produtivo. É aquela utilizada pelo homem do campo para o seu bem-estar (iluminação, funcionamento de aparelhos eletrodomésticos, etc.) e nos trabalhos após a colheita (operações de benefício, transporte, etc.);

b) energia utilizada diretamente pelo processo produtivo, mas, que não é convertida em energia do produto final. É aquela utilizada em operações agrícolas que tornam possível o processo produtivo ou que o tornam mais eficiente, mas, que não vêm a fazer parte do produto final, como a energia fornecida pela mão-de-obra, pelos animais de trabalho e pelas máquinas agrícolas em operações de aração, gradeação, plantio, adubação, aplicação de defensivos, podas, carpas e colheita; e

c) energia convertida em produto final. É aquela que será gasta na manutenção e no crescimento de animais e plantas ou que será armazenada na forma de alimento ou de material combustível. Incluem-se aqui a energia solar utilizada na fotossíntese, os nutrientes do solo e os fertilizantes (ou os alimentos, no caso dos animais).

Dessa forma, um campo cultivado pode ser visto como um ecossistema, ainda que frágil, pois precisa ser mantido com subsídios de energia vindos de fora do sistema. A figura 1 esquematiza a corrente de energia num sistema bastante simplificado.

Da energia solar que chega à planta, apenas pequena parte é absorvida, sendo o restante refletida ou dissipada na forma de calor. Através da fotossíntese e de uma cadeia de reações químicas, o carbono proveniente do anidrido carbônico atmosférico e os nutrientes vindos do solo são transformados pela planta, que sintetiza os compostos orgânicos que irão formar seus tecidos. Parte da energia é utilizada na respiração e o restante é armazenado em forma de energia química potencial nos tecidos, passível de vir a ser utilizada na forma de alimento ou de combustível. É interessante no-

tar que a cada passo da transformação perde-se grande parte da energia em forma de calor. Uma vez que o produto final é altamente organizado, percebe-se que o processo produtivo agrícola reduz continuamente a entropia do sistema, que mede o grau de desorganização ou da quantidade de energia não disponível do sistema (20).

Pode-se, também, fornecer subsídios de energia vinda de fora do sistema através das práticas culturais. Tais subsídios podem ser de dois tipos:

a) os que são convertidos em energia do sistema e vêm fazer parte do produto final, como os fertilizantes; e

b) os que são utilizados para aumentar a eficiência do sistema, como os trabalhos humano, dos animais de trabalho e das máquinas.

Em resumo, a agricultura pode ser vista como um filtro que transforma certas formas de energia em energia potencial de alimentos ou de materiais combustíveis, conforme a figura 2.

Seja X a quantidade total de energia que entra no sistema, incluindo os subsídios de fora, e seja Y a quantidade de energia contida no produto final. A um aumento em X deve corresponder um aumento em Y. Entretanto, é razoável supor-se que a razão (aumento em Y)/(aumento em X) deve diminuir à medida que X aumenta, por limitações do próprio sistema, isto é, a partir de certo ponto o aumento em Y passa a ser menos que proporcional ao aumento em X (lei dos rendimentos decrescentes), como na figura 3. Isso pode ser representado por

$$\frac{dy}{dx} = k(A-y),$$

onde k é uma constante positiva (16).

Se  $z_i$  for a quantidade de energia do i-ésimo subsídio de energia de fora do sistema,  $z = \sum z_i$  for a quantidade total de subsídios de energia, e b for a quantidade de energia que normalmente entraria num dado sistema, tem-se, após as transformações apropriadas,

$$y = A - a d^{-c(z+b)}$$

Fazendo  $a = A$  e  $d = 10$  tem-se a equação da lei de Mitscherlich (16), muito utilizada em ensaios de adubação (figura 3). Neste modelo A é a produção máxima teórica possível, b é o teor do nutriente que existe no solo em forma assimilável e c é o coeficiente de eficácia, um parâmetro tí-

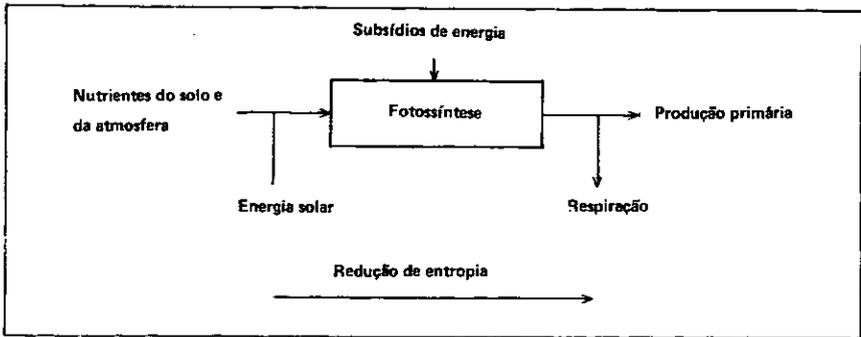


FIGURA 1. - Transformação de Energia na Agricultura.

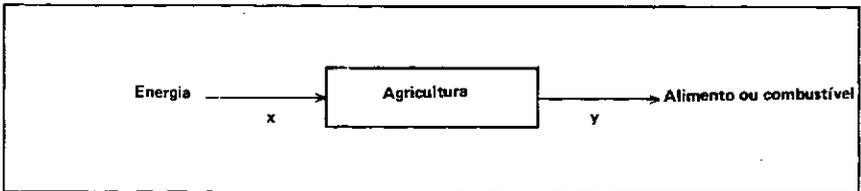


FIGURA 2. - Modelo de Transformação de Energia na Agricultura em Alimento ou Combustível.

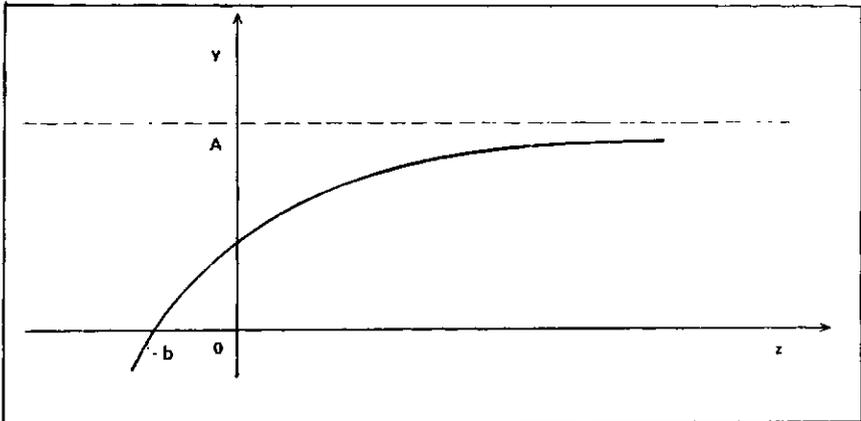


FIGURA 3. - Gráfico da Equação da Lei de Mitscherlich.

pico de cada nutriente em estudo.

Uma medida de eficiência de um dado subsídio de energia de fora do sistema pode ser dada por  $dy/dz_i$ , isto é, pela razão entre o incremento de energia no produto final e o incremento de energia subsidiada. Assim, por exemplo, quando se utiliza energia de derivados de petróleo, na forma de fertilizantes, óleos e combustíveis para a produção de matéria-prima para a fabricação de álcool carburante, está se esperando  $dy/dz_i > 1$ , isto é, que o gasto em energia de petróleo seja menor que o aumento de energia do álcool produzido. Caso contrário seria mais econômico utilizar menos subsídios de energia, ainda que ao custo de uma produtividade agrícola menor.

A respeito do aumento de produtividade agrícola devido ao uso de subsídio de energia calculou-se, conforme Bennett & Robinson (<sup>1</sup>), citado por ODUM (20), que a agricultura norteamericana utiliza anualmente 1 HP de energia mecânica por hectare de terra cultivável, contra 0,1 HP/ha na Ásia e na África. Entretanto, os "Estados Unidos produzem três vezes mais alimentos por hectare que a Ásia e a África, mas, ao custo de uma energia auxiliar dez vezes mais cara que, ademais, os países 'subdesenvolvidos' não podem permitir-se utilizar nas condições econômicas ali reinantes" (20).

Resta dizer, ainda, que nos processos produtivos em outros níveis tróficos, como na pecuária, o processo é análogo ao da agricultura, lembrando-se, apenas, que, por envolver maior número de transformações, também maiores serão as perdas de energia. Por outro lado, convém lembrar que a agricultura não pode ser visualizada apenas do ponto de vista da conversão energética uma vez que é também produtora de matéria que não será utilizada somente por seu valor energético.

#### 4 - OBJETIVOS

São objetivos deste trabalho:

- a) caracterizar o uso de energia na agricultura;
- b) analisar os dados de consumo de energia na agricultura paulis-

---

(<sup>1</sup>) BENNETT, I.L. & ROBINSON, H.L. (dirs.) The world food problem. A report of the President's Science Advisory Committee, Panel on the World Food Supply. Superintendent of Documents, Washington, D.C., Vol. II, 1967.

ta e de uso de alguns fatores de produção relacionados à energia, atualmente disponíveis no Instituto de Economia Agrícola;

c) analisar dados de consumo de energia elétrica na zona rural, disponíveis na Companhia Energética de São Paulo; e

d) discutir outras fontes de energia empregadas pela agricultura ou dela originadas.

## 5 - METODOLOGIA

### 5.1 - Fontes dos Dados

A falta de estatísticas agrícolas, em quantidade e qualidade, é fato notório em países em desenvolvimento. No Estado de São Paulo, os levantamentos sócio-econômicos têm-se atido mais a aspectos da produção propriamente dita, razão pela qual os dados disponíveis sobre energia na agricultura nem sempre exibem o grau de desagregação e detalhamento que seria necessário para uma análise aprofundada. As duas fontes de dados utilizadas no presente trabalho são os levantamentos realizados conjuntamente pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA) e a Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), e os boletins da Companhia Energética de São Paulo (CESP).

#### 5.1.1 - Dados de consumo de energia elétrica

Dados de consumo de energia elétrica para o período 1973-77 foram retirados do Boletim Estatístico (7, 8) da CESP, a nível de município, e agregados conforme as Divisões Regionais Agrícolas (DIRAs) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento.

As classes de consumidor utilizadas pela CESP são as seguintes: residencial, comercial, industrial, rural, iluminação pública, poder público, água e saneamento, tração elétrica e outros. Os dados incluem energia da CESP e de outras concessionárias, com exceção do Município de Barra do Turvo, cuja energia provém de gerador local.

Utilizaram-se neste trabalho informações sobre o número de consumidores e o consumo (em kWh) da classe rural e do total de todas as classes.

#### 5.1.2 - Dados de utilização de energia

Dados a respeito de utilização de energia na agricultura foram levantados pelo IEA e a CATI para o período 1972-78 através de amostra duplamente estratificada, por região (Divisão Regional Agrícola) e por tamanho de propriedade (estrato de área), de aproximadamente 6.000 propriedades agrícolas com mais de 3ha (9). A Divisão Regional Agrícola do Estado encontra-se na Figura 4. Os estratos de área segundo os quais as propriedades agrícolas foram classificadas são os seguintes:

- 3 - de 3,1 a 5,0ha;
- 4 - de 5,1 a 10,0ha;
- 5 - de 10,1 a 20,0ha;
- 6 - de 20,1 a 30,0ha;
- 7 - de 30,1 a 50,0ha;
- 8 - de 50,1 a 100,0ha;
- 9 - de 100,1 a 200,0ha;
- 10 - de 200,1 a 300,0ha;
- 11 - de 300,1 a 500,0ha;
- 12 - de 500,1 a 1.000,0ha; e
- 13 - acima de 1.000ha.

Obtiveram-se dados sobre os seguintes itens:

- a) número de propriedades que possuem energia elétrica;
- b) kVA de energia instalada (comprada e própria) em cada propriedade;
- c) número de animais de trabalho;
- d) número de televisores, rádios, geladeiras e telefones nas propriedades;
- e) número de debulhadores de milho, misturadores de ração, desintegradores e máquinas de beneficiar arroz nas propriedades;
- f) número de caminhões, caminhonetas, jipes, automóveis, carroças e carretas para trator nas propriedades; e
- g) número de tratores (de pneus e de esteira) e de microtratores e mulas mecânicas.

Obtiveram-se, ainda, dados de produção de cana-de-açúcar, de man



FIGURA 4. - Divisão Regional Agrícola, Estado de São Paulo.

dioca e de sorgo (retirados das estimativas de safras do IEA) e de consumo de fertilizantes.

A qualidade estatística dos dados foi verificada, não se tendo obtido boas informações sobre energia instalada e sobre tratores de esteira.

O termo "propriedade agrícola", bastante empregado no presente trabalho, será referido abreviadamente como "propriedade".

Os dados dos levantamentos IEA-CATI não são diretamente comparáveis com os da CESP, pois, referem-se a populações diferentes. Enquanto os primeiros atêm-se a propriedades agrícolas com mais de 3 hectares, os da CESP incluem propriedades com menos de 3 hectares, entre as quais podem estar chácaras e sítios de recreio, cujo consumo e finalidade são diferentes, nem sempre se relacionando com o processo produtivo. Por isso, os dados de fontes diferentes são tratados separadamente.

## 5.2 - Análise dos Dados

### 5.2.1 - Número de propriedades que possuem energia elétrica

Calculou-se, inicialmente, a percentagem do número de propriedades que possuem energia elétrica em relação ao número total de propriedades, tanto por DIRA como por estrato de área. Para fazer a análise de variância é necessário normalizar os dados de percentagem através da transformação

$$y = \text{arc sen } \sqrt{x/100}, \quad (1)$$

onde  $y$  é o dado transformado e  $x$  é o dado original em percentagem.

Obtiveram-se dados para dois anos (1977 e 1978), sendo o ano considerado bloco ou fator de controle.

Para testar diferenças entre DIRAs utilizou-se o seguinte modelo de fatores fixos, em blocos casualizados:

$$Y_{ij} = \mu + D_i + B_j + e_{ij}, \quad (2)$$

onde  $Y_{ij}$  é a percentagem transformada da  $i$ -ésima DIRA de  $j$ -ésimo bloco,  
 $\mu$  é a média geral,

$D_i$  é o efeito da i-ésima DIRA,  $i = 1, 2, \dots, 10$ ,  
 $B_j$  é o efeito do j-ésimo bloco,  $j = 1, 2, e$   
 $e_{ij}$  é o erro aleatório.

Para testar diferenças entre estratos de área, utilizou-se o seguinte modelo de fatores fixos, em blocos casualizados:

$$Y_{jk} = \mu + B_j + E_k + e_{jk} \quad (3)$$

onde  $Y_{jk}$  é a percentagem transformada do k-ésimo estrato do j-ésimo bloco,  
 $\mu$  é a média geral,  
 $B_j$  é o efeito do j-ésimo bloco,  $j = 1, 2$ ,  
 $E_k$  é o efeito do k-ésimo estrato,  $k = 1, 2, \dots, 11$ ,  
 $e_{jk}$  é o erro aleatório.

Quando a análise de variância acusou diferenças significativas em qualquer dos modelos, utilizou-se o teste de Duncan para comparação das médias (15).

#### 5.2.2 - Consumo de energia elétrica

Calcularam-se os seguintes índices, por DIRA e por ano:

a) percentagem do consumo da classe rural sobre o consumo total;  
b) consumo médio (kWh por consumidor) na classe rural. Os dados de percentagem passaram pela transformação dada em (1), enquanto que no caso do consumo médio usaram-se os dados originais. Obtiveram-se dados para o período 1973-77, sendo o ano considerado bloco ou fator de controle.

Para testar diferenças entre DIRAs quanto a esses dois índices, utilizaram-se dois modelos de fatores fixos, em blocos casualizados, análogos àquele apresentado em (2). Quando a análise de variância acusou diferenças significativas, utilizou-se o teste de Duncan para comparação das médias (15).

## 6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A energia utilizada na agropecuária paulista provém de diversas fontes: a energia humana da mão-de-obra utilizada nas operações agrícolas e pastoris, a energia animal utilizada na tração de carroças e implementos agrícolas e em outras operações, a energia elétrica para motores de bombas, picadeiras, máquinas de beneficiar e de aparelhos eletrodomésticos, a energia de petróleo e derivados para movimentar tratores e veículos em geral e para motores estacionários, e a energia de outras fontes, como a queima de bagaço de cana em usinas de açúcar e álcool.

### 6.1 - Energia Humana

A energia humana na agricultura é utilizada nas diferentes operações agrícolas, como aração, gradeação, plantio, tratos culturais, colheita, nas operações de pastoreio e na administração, representando parcela razoável da energia utilizada na agricultura paulista.

A população agrícola do Estado de São Paulo tem representado nos anos 70 cerca de 15% a 20% da população total. No período 1975-78, o número de trabalhadores residentes foi de 876.500 (média anual do período). No mesmo período, utilizaram-se em média 61.059.200 homens-dias volantes por ano. A distribuição dos trabalhadores residentes por idades e sexo no triênio 1976-78 é aproximadamente a seguinte: 2/3 são homens com mais de 15 anos, 1/5 são mulheres com mais de 15 anos, 1/10 são homens com menos de 15 anos e 1/20 são mulheres com menos de 15 anos (<sup>1</sup>).

### 6.2 - Energia Animal

A energia animal na agropecuária é utilizada em operações de aração, gradeação, tratos culturais, em tração de carroças e em outras opera

(<sup>1</sup>) Dados mais detalhados encontram-se em ROSCANO (36) e nos Prognósticos dos anos agrícolas 78/79 e 79/80 (27, 28).

ções. O quadro 4 traz alguns dados sobre eqüinos, muares e bois de carro. Não é possível tirar conclusões definitivas sobre tendências em séries tão curtas, porém, parece estar havendo diminuição no número de bois de carro.

No período 1974-77, o maior número de eqüinos aparece na DIRA de São José do Rio Preto, seguida de Campinas e Presidente Prudente. O maior número de muares aparece nas DIRAs de Campinas e Ribeirão Preto, seguidas de Bauru, São José do Rio Preto e Presidente Prudente.

No mesmo período, o número de bois de carro representou somente 4,5% do total de animais de trabalho. O maior número está na DIRA do Vale do Paraíba, onde os bois de carro aumentaram um pouco, seguida de Campinas, onde têm diminuído. Em 1977, o número de bois de carro da DIRA do Vale do Paraíba equivalia à quase metade do total do Estado.

QUADRO 4. - Número de Animais de Trabalho na Agricultura, Estado de São Paulo, 1974-78

Ano	Eqüino	Muar	Boi de carro
1974	495.800 <sup>(1)</sup>	...	26.200
1975	291.900	177.400	23.900
1976	251.200	153.200	19.200
1977	282.700	167.700	16.100
1978	277.900	141.900	14.400

(<sup>1</sup>) Inclui muares.

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

### 6.3 - Energia Elétrica

Segundo o trabalho "Sem Eletrificação Rural não Haverá Desenvolvimento Agrário" (34), "a energia elétrica traz modificações profundas à comunidade agrícola, impulsiona e propicia condições de implantar instituições agrárias condizentes com as necessidades do Estado moderno, influenciando sobre a comunidade rural em três aspectos urbanos: o social, o econômico e o cultural".

A energia elétrica consumida nas propriedades agrícolas paulistas é de origem hidrelétrica (adquirida das companhias de energia elétrica) ou gerada no próprio local (por geradores a óleo diesel ou outra forma).

#### 6.3.1 - Consumo

Em 1978, havia no Estado de São Paulo 81.640 propriedades agrícolas com mais de 3 hectares que possuíam energia elétrica, o que significa cerca de 32% das propriedades. Destas, apenas cerca de 3% possuía energia própria instalada.

As maiores percentagens de propriedades agrícolas com energia elétrica em relação ao respectivo total estão nas DIRAs de Campinas, Ribeirão Preto e Bauru e a menor na DIRA de Sorocaba (quadro 5). Para comparar as DIRAs quanto a tais percentagens, fez-se a análise de variância que consta do quadro 6, da qual se conclui haver diferença significativa entre DIRAs ao nível de significância de 1%.

Para determinar entre quais DIRAs ocorre a diferença aplicou-se o teste Duncan, cujo resultado consta do quadro 7, de onde se infere que uma possível classificação das DIRAs quanto à existência de energia elétrica nas propriedades agrícolas é a seguinte:

- a) DIRAs com maior percentagem de propriedades com energia elétrica (de 30% a 50%): Campinas, Ribeirão Preto, Bauru e Araçatuba; e
- b) DIRAs com menor percentagem de propriedades com energia elétrica (10% a 30%): Marília, São Paulo, Vale do Paraíba, São José do Rio Preto, Presidente Prudente e Sorocaba.

Verifica-se, também, que em nenhuma DIRA existe energia elétrica em mais da metade das propriedades.

QUADRO 5. - Número de Propriedades que Possuem Energia Elétrica e Percentagem em Relação ao Número Total por DIRA, Estado de São Paulo, 1977-78

DIRA	1977		1978	
	Número	Percentagem	Número	Percentagem
São Paulo	9.360	26,28	9.530	26,75
Vale do Paraíba	2.810	18,59	5.120	33,88
Sorocaba	7.450	16,20	6.150	13,38
Campinas	14.110	43,31	17.660	54,21
Ribeirão Preto	10.340	39,62	11.710	44,87
Bauru	4.630	39,04	5.220	44,02
São José do Rio Preto	6.060	19,01	9.580	30,05
Araçatuba	4.330	32,72	5.390	40,73
Presidente Prudente	5.960	24,81	5.200	21,65
Marília	6.120	28,35	6.080	28,16
Estado	71.170	27,59	81.640	31,64

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 6. - Análise de Variância para Comparação entre DIRAs Quanto à Percentagem de Propriedades Agrícolas que Possuem Energia Elétrica em Relação ao Total de Propriedades Agrícolas da DIRA

FV	GL	SQ	QM	F	H <sub>0</sub>
DIRA	9	800,015	88,8906	10,7217**	D <sub>1</sub> = ... = D <sub>10</sub>
Bloco	1	45,758			
Resíduo	9	74,616	8,2907		
Total	19	920,386			

\*\* significativo ao nível de 1%.

QUADRO 7. - Teste de Duncan para Comparação entre DIRAs quanto à Percentagem de Propriedades Agrícolas que Possuem Energia Elétrica

DIRA	Média das percentagens
Campinas	48,76
Ribeirão Preto	42,25
Bauru	41,53
Araçatuba	36,73
Marília	28,26
São Paulo	26,52
Vale do Paraíba	26,24
São José do Rio Preto	24,53
Presidente Prudente	23,23
Sorocaba	14,79

A mesma análise pode ser feita estratificando-se as propriedades agrícolas por tamanho (quadro 8). Para comparar os estratos quanto às percentagens de propriedades agrícolas com energia elétrica fez-se a análise de variância (quadro 9), da qual se conclui haver diferença significativa entre estratos ao nível de significância de 1%.

Para determinar entre que estratos ocorre a diferença, aplicou-se o teste de Duncan, cujo resultado consta do quadro 10, de onde se infere que uma possível classificação dos estratos quanto à existência de energia elétrica nas propriedades agrícolas é a seguinte :

- a) estratos com alta percentagem (50% a 70%): propriedades com mais de 300ha (estratos 11, 12 e 13);
- b) estratos com média percentagem (30% a 50%): propriedades de 100 a 300ha (estratos 9 e 10); e
- c) estratos com baixa percentagem (20% a 30%): propriedades de 3 a 100ha (estratos 3 a 8).

É razoável que a percentagem mais alta ocorra nas propriedades de mais de 300ha, cujos proprietários, em geral, reúnem condições econômicas mais satisfatórias, o inverso ocorrendo nas pequenas propriedades. Em propriedades com menos de 3ha, não incluídas na análise, talvez o percentual seja mais elevado, pois aí se situam chácaras e sítios de recreio.

O consumo total de energia elétrica e o consumo na classe rural, no período 1973-77, podem ser vistos nos quadros 11 a 15, elaborados a partir dos dados da CESP. A evolução do consumo no período pode ser visualizada na figura 5. Na classe rural o consumo aumentou em 60%, enquanto o número de consumidores cresceu 19%, indicando aumento no consumo médio total, uma vez que no total das classes o consumo aumentou 45% e o número de consumidores 26%. A aparente queda no número de consumidores em 1975 deve-se à mudança na definição da classe rural. De modo geral, nota-se tendência ao aumento no consumo, à razão média de 15% ao ano na classe rural e à razão média de 11% ao ano no total, indicando que, em termos relativos, o crescimento do consumo da classe rural tem sido maior do que o registrado pela média de todas as classes.

O consumo na classe rural é mínimo em relação ao total (menos de 1,5% no período 1973-77), notando-se, entretanto, uma ligeira ascensão no período considerado. A DIRA de Marília é aquela em que mais pesa a classe rural em relação à total (de 7% a 8%), seguindo-se as DIRAs de Araçatuba, Ribeirão Preto e Presidente Prudente. São Paulo (cerca de 0,2%) e Vale do Paraíba são as DIRAs em que é menor a participação da classe rural no consumo

QUADRO 8. - Número de Propriedades que Possuem Energia Elétrica e Percentagem em Relação ao Número Total, por Estrato de Área, Estado de São Paulo, 1977-78

Número	Estrato Área (ha)	1977		1978	
		Número	Percentagem	Número	Percentagem
3	3 - 5	4.560	23,87	5.380	28,17
4	5 - 10	10.280	28,42	9.610	26,56
5	10 - 20	12.920	23,82	16.170	29,81
6	20 - 30	8.170	22,12	9.670	26,18
7	30 - 50	9.600	25,66	10.640	28,44
8	50 - 100	8.620	25,51	10.400	30,77
9	100 - 200	6.720	33,95	7.730	39,05
10	200 - 300	3.470	45,98	3.570	47,30
11	300 - 500	3.050	51,31	3.660	61,57
12	500 - 1.000	2.160	51,79	2.980	71,44
13	+ de 1.000	1.620	57,22	1.830	64,64
Estado		71.170	27,59	81.640	31,64

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 9. - Análise de Variância para Comparação entre Estratos de Área quanto à Percentagem de Propriedades Agrícolas que Possuem Energia Elétrica em Relação ao Total de Propriedades Agrícola do Estrato

FV	GL	SQ	QM	F	H <sub>0</sub>
Estrato	10	1.645,307	164,5307	123,5772**	$E_1 = \dots = E_{11}$
Bloco	1	68,779			
Resíduo	10	13,314	1,3314		
Total	21	1.727,401			

\*\* significância ao nível de 1%.

QUADRO 10. - Teste de Duncan para Comparação entre Estratos de Área quanto à Percentagem de Propriedades Agrícolas que Possuem Energia Elétrica

Número	Estrato		Média das percentagens
	Área (ha)		
12	500 - 1.000		61,62
13	+ 1.000		60,93
11	300 - 500		56,44
10	200 - 300		46,64
9	100 - 200		36,50
8	50 - 100		28,14
4	5 - 10		27,49
7	30 - 50		27,05
5	10 - 20		26,82
3	3 - 5		26,02
6	20 - 30		24,15

QUADRO 11. - Consumo de Energia Elétrica na Classe Rural e no Total das Classes, por DIRA, Estado de São Paulo, 1973

DIRA	Classe rural		Total das classes	
	Nº de consumidores	Consumo(kWh)	Nº de consumidores	Consumo(kWh)
São Paulo	5.167	31.804.288	2.124.834	16.431.790.586
Vale do Paraíba	920	11.170.958	126.944	953.305.479
Sorocaba	4.658	26.326.589	148.399	1.238.535.479
Campinas	14.678	97.227.812	322.211	2.230.627.141
Ribeirão Preto	7.980	49.446.808	228.764	964.745.126
Bauru	2.994	21.369.263	86.980	390.109.521
São José do Rio Preto	4.718	15.161.737	107.219	316.695.123
Araçatuba	3.296	14.185.156	61.969	271.820.470
Presidente Prudente	2.675	12.185.974	72.852	243.095.440
Marília	3.049	21.183.326	81.021	292.453.156
Estaco	50.135	300.061.911	3.361.193	23.333.177.942

Fonte: Companhia Energética de São Paulo (CESP).

QUADRO 12. - Consumo de Energia Elétrica na Classe Rural e no Total das Classes, por DIRA, Estado de São Paulo, 1974

DIRA	Classe rural		Total das classes	
	Nº de consumidores	Consumo (kWh)	Nº de consumidores	Consumo (kWh)
São Paulo	5.864	40.583.212	2.248.395	18.325.224.035
Vale do Paraíba	1.127	12.381.359	135.511	1.116.592.024
Sorocaba	5.396	32.808.821	156.937	1.264.488.570
Campinas	16.156	117.583.774	340.424	2.520.194.838
Ribeirão Preto	9.084	58.868.918	241.714	1.048.504.893
Bauru	3.375	24.331.134	90.484	421.913.784
São José do Rio Preto	5.483	18.884.224	114.075	355.750.970
Araçatuba	3.781	16.122.005	65.000	254.646.630
Presidente Prudente	3.179	14.637.627	74.552	265.403.441
Marília	3.557	23.537.876	85.281	316.781.659
Estado	57.012	359.738.950	3.552.373	25.889.500.844

Fonte: Companhia Energética de São Paulo (CESP).

QUADRO 13. - Consumo de Energia Elétrica na Classe Rural e no Total das Classes, por DIRA, Estado de São Paulo, 1975

DIRA	Classe rural		Total das classes	
	Nº de consumidores	Consumo (kWh)	Nº de consumidores	Consumo (kWh)
São Paulo	4.265	48.109.174	2.398.449	19.673.341.208
Vale do Paraíba	423	12.706.730	144.799	1.253.843.114
Sorocaba	3.123	34.180.514	167.559	1.077.038.529
Campinas	13.293	124.986.906	364.313	3.061.855.522
Ribeirão Preto	8.847	63.635.022	200.950	921.488.154
Bauru	3.517	26.167.151	94.415	465.819.544
São José do Rio Preto	4.358	20.347.534	121.131	419.346.782
Araçatuba	3.688	16.651.869	57.881	266.272.467
Presidente Prudente	3.009	19.913.859	80.023	299.152.658
Marília	4.293	25.325.409	120.869	366.154.696
Estado	48.816	392.024.168	3.760.389	27.804.312.674

Fonte: Companhia Energética de São Paulo (CESP).

QUADRO 14. - Consumo de Energia Elétrica na Classe Rural e no Total das Classes, por DIRA, Estado de São Paulo, 1976

DIRA	Classe rural		Total das classes	
	Nº de consumidores	Consumo (kWh)	Nº de consumidores	Consumo (kWh)
São Paulo	4.872	55.556.452	2.543.503	21.593.076.890
Vale do Paraíba	587	12.598.412	155.836	1.486.707.963
Sorocaba	3.463	39.570.062	180.201	1.244.656.139
Campinas	13.806	128.712.507	391.738	3.538.087.385
Ribeirão Preto	9.881	71.003.098	220.949	1.051.971.266
Bauru	3.891	28.755.914	101.877	527.617.245
São José do Rio Preto	5.437	20.527.291	130.696	476.223.608
Araçatuba	4.301	19.189.925	74.198	283.925.477
Presidente Prudente	3.395	18.643.541	87.877	305.318.596
Marília	5.519	28.543.369	105.433	415.121.553
Estado	55.152	423.099.571	3.992.308	30.922.706.122

Fonte: Companhia Energética de São Paulo (CESP).

QUADRO 15. - Consumo de Energia Elétrica na Classe Rural e no Total das Classes, por DIRA, Estado de São Paulo, 1977

DIRA	Classe rural		Total das classes	
	Nº de consumidores	Consumo (kWh)	Nº de consumidores	Consumo (kWh)
São Paulo	3.690	48.161.950	2.610.909	23.254.861.105
Vale do Paraíba	998	17.827.612	169.955	1.652.042.413
Sorocaba	3.913	45.931.790	196.609	1.601.666.340
Campinas	13.942	143.184.057	423.403	3.656.571.889
Ribeirão Preto	11.066	86.154.140	301.370	1.484.794.570
Bauru	4.555	33.316.036	109.291	533.293.420
São José do Rio Preto	6.820	26.115.153	143.608	516.201.843
Araçatuba	4.649	22.367.463	80.318	314.648.842
Presidente Prudente	3.759	22.896.315	91.550	332.224.326
Marília	6.198	33.048.004	104.551	401.479.802
Estado	59.590	479.002.520	4.231.564	33.747.784.550

Fonte: Companhia Energética de São Paulo (CESP).

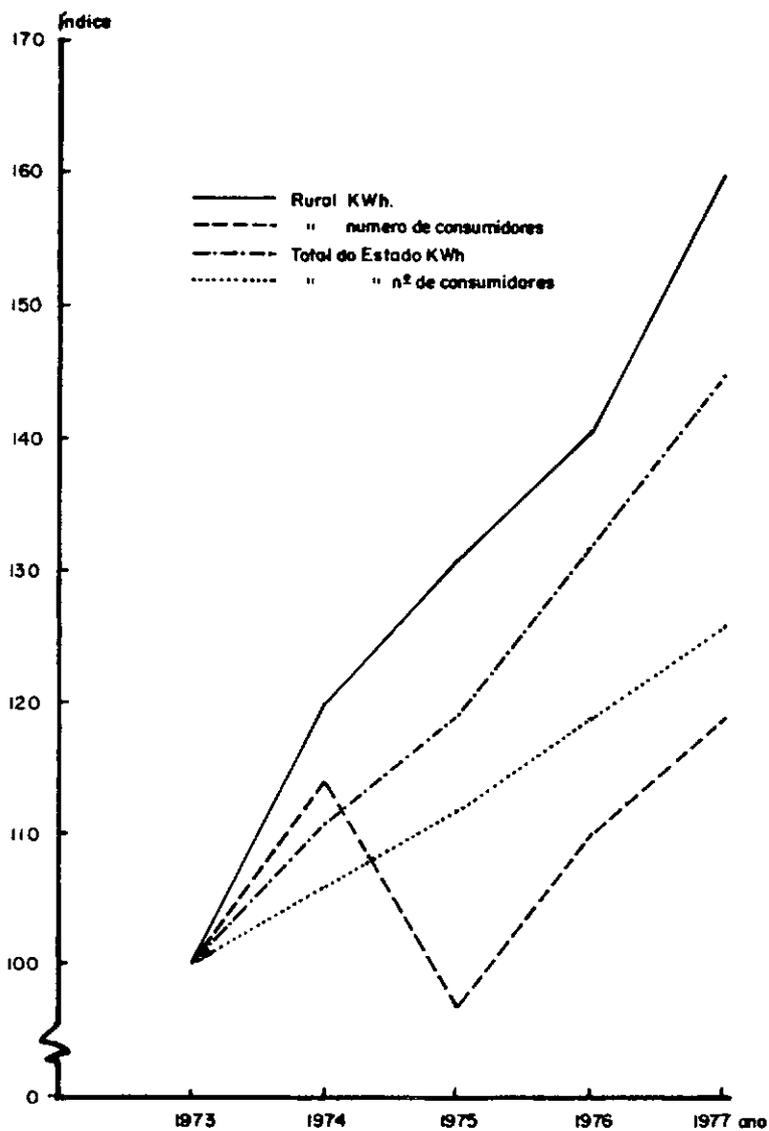


FIGURA 5. - Evolução do Consumo de Energia Elétrica, Classe Rural e Total das Classes, Estado de São Paulo, 1973-77.

total (quadro 16).

A distribuição geográfica do consumo de energia elétrica em 1978 encontra-se na figura 6 para a classe rural e na figura 7 para o total das classes.

Da análise de variância para comparação entre DIRAs quanto à percentagem do consumo da classe rural sobre o consumo total (quadro 17), verifica-se que há diferença significativa entre as DIRAs, especificadas pelo teste de Duncan (quadro 18), que permite classificar as DIRAs quanto à percentagem do consumo rural em relação ao total nas seguintes categorias:

- a) razão rural/total acima de 7%: Marília;
- b) razão rural/total de 5% a 7%: Araçatuba, Ribeirão Preto, Presidente Prudente e Bauru;
- c) razão rural/total de 4% a 5%: São José do Rio Preto e Campinas;
- d) razão rural/total de 2% a 4%: Sorocaba;
- e) razão rural/total de 1% a 2%: Vale do Paraíba; e
- f) razão rural/total menor que 1%: São Paulo.

O consumo médio de energia elétrica na classe rural esteve entre 6.000 e 8.000kWh ao ano por consumidor no período em estudo (quadro 19). Da análise de variância para comparação do consumo médio entre as DIRAs (quadro 20), observa-se que há diferença significativa entre elas. O teste de Duncan (quadro 21) especifica as diferenças, podendo-se classificar as DIRAs como segue:

- a) consumo médio acima de 10.000kWh/consumidor: Vale do Paraíba;
- b) consumo médio entre 5.000 e 10.000kWh/consumidor: São Paulo, Sorocaba, Campinas, Bauru, Ribeirão Preto, Marília e Presidente Prudente; e
- c) consumo médio abaixo de 5.000kWh/consumidor: Araçatuba e São José do Rio Preto.

Evidencia-se do exposto que, como seria de se esperar, nas DIRAs mais urbanizadas a razão do consumo rural sobre o total é menor do que nas menos urbanizadas. Quanto ao consumo médio, ele é maior nas DIRAs em que são relevantes as explorações hortifrutigranjeiras, como Vale do Paraíba, São Paulo, Sorocaba e Campinas onde também se concentram chácaras de recreio, sendo menor nas DIRAs onde a exploração da pecuária de corte é mais significativa, como Araçatuba e São José do Rio Preto.

QUADRO 16. - Percentagem do Consumo de Energia Elétrica da Classe Rural sobre o Total de Energia Consumida, por DIRA, Estado de São Paulo, 1973-77

DIRA	1973	1974	1975	1976	1977
São Paulo	0,194	0,221	0,244	0,257	0,207
Vale do Paraíba	1,172	1,109	1,103	0,847	1,079
Sorocaba	2,126	2,595	3,174	3,179	2,868
Campinas	4,359	4,666	4,082	3,638	3,916
Ribeirão Preto	5,125	5,614	6,906	6,750	5,802
Bauru	5,478	5,767	5,617	5,450	6,247
São José do Rio Preto	4,787	5,308	4,852	4,310	5,059
Araçatuba	5,218	6,331	6,254	6,759	7,109
Presidente Prudente	5,013	5,515	5,657	6,106	6,892
Marília	7,243	7,430	6,916	6,876	8,232
Estado	1,286	1,390	1,410	1,368	1,419

Fonte: Companhia Energética de São Paulo (CESP).

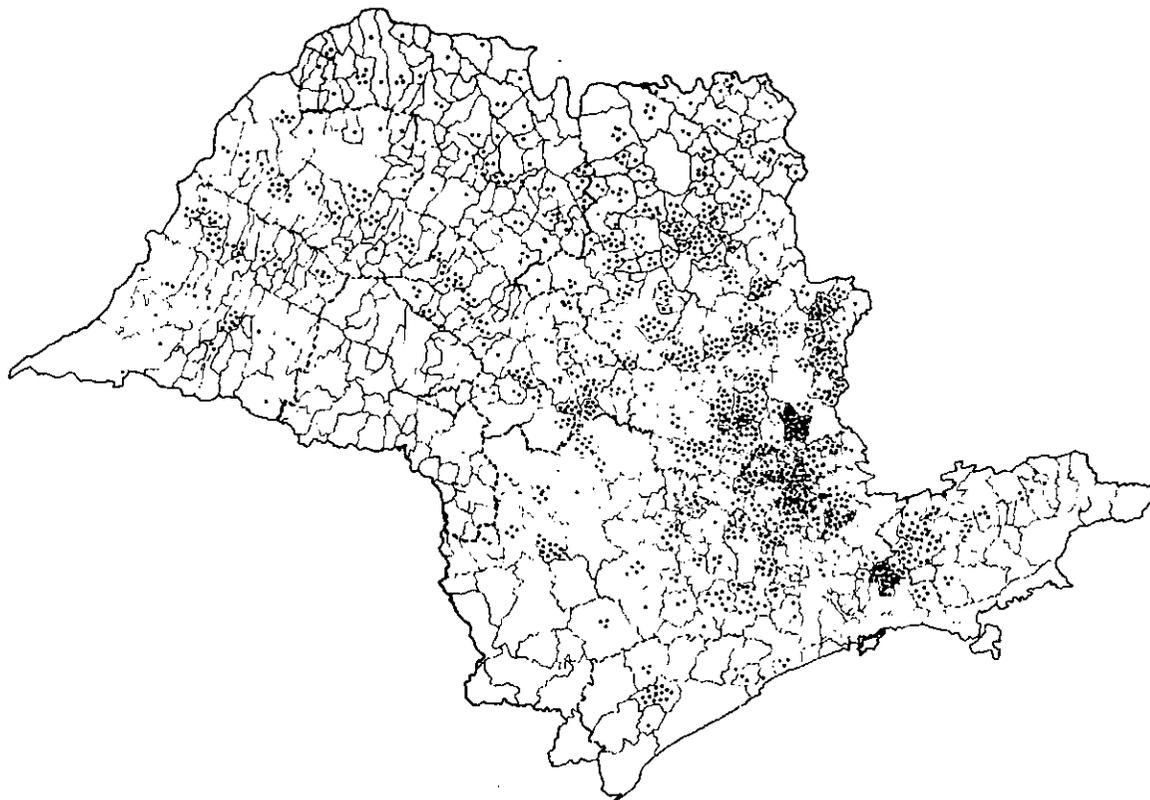


FIGURA 6. - Distribuição Geográfica do Consumo de Energia Elétrica, Classe Rural, Estado de São Paulo, 1978.

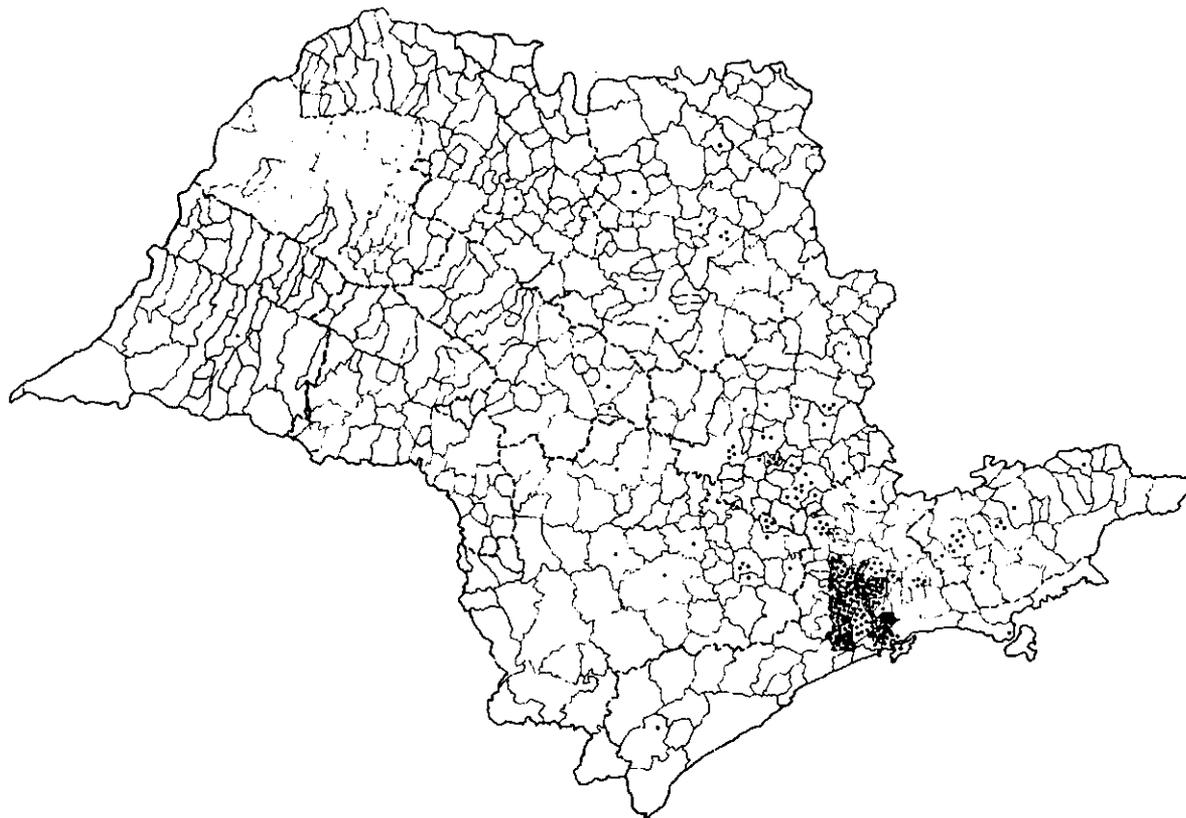


FIGURA 7. - Distribuição Geográfica do Consumo de Energia Elétrica, Total das Classes, Estado de São Paulo, 1978.

QUADRO 17. - Análise de Variância para Comparação entre DIRAs quanto à Percentagem do Consumo de Energia Elétrica na Classe Rural sobre o Consumo Total

FV	GL	SQ	QM	F	H <sub>0</sub>
DIRA	9	804,0474	89,3386	241,4557**	D <sub>1</sub> = ... = D <sub>10</sub>
Bloco (ano)	4	4,0165			
Resíduo	36	13,3209	0,3700		
Total	49	821,3848			

\*\* significativo ao nível de 1%.

QUADRO 18. - Teste de Duncan para Comparação entre DIRAs quanto à Percentagem do Consumo de Energia na Classe Rural sobre o Consumo Total

DIRA	Média das percentagens
Marília	7,339
Araçatuba	6,334
Ribeirão Preto	6,039
Presidente Prudente	6,037
Bauru	5,712
São José do Rio Preto	4,863
Campinas	4,132
Sorocaba	2,788
Vale do Paraíba	1,062
São Paulo	0,263

QUADRO 19. - Consumo Médio na Classe Rural, por DIRA, Estado de São Paulo, 1973-77

(kWh/consumidor)

DIRA	1973	1974	1975	1976	1977
São Paulo	6.155,272	6.920,739	11.279,994	11.403,213	13.052,019
Vale do Paraíba	12.142,346	10.889,498	30.039,551	21.462,371	17.863,339
Sorocaba	5.651,908	6.080,211	10.944,769	11.426,527	11.738,254
Campinas	6.624,050	7.278,025	9.402,460	9.322,940	10.269,980
Ribeirão Preto	6.196,342	6.480,506	7.192,836	7.185,821	7.785,482
Bauru	7.137,362	7.209,225	7.440,191	7.390,366	7.314,168
São José do Rio Preto	3.213,598	3.444,141	4.669,007	3.775,481	3.829,201
Araçatuba	4.303,749	4.263,953	4.515,149	4.461,736	4.811,242
Presidente Prudente	4.555,504	4.604,475	6.618,099	5.491,176	6.091,065
Marília	6.947,631	6.617,339	5.899,233	5.171,837	5.332,043
Estado	5.985,078	6.309,881	8.030,649	7.617,519	8.038,304

Fonte: Companhia Energética de São Paulo (CESP).

QUADRO 20. - Análise de Variância para Comparação entre DIRAs quanto ao Consumo Médio de Energia Elétrica na Classe Rural

FV	GL	SQ	QM	F	H <sub>0</sub>
DIRA	9	784.028.525	87.114.280	13,4403**	D <sub>1</sub> = ... = D <sub>10</sub>
Bloco (ano)	4	99.401.612			
Resíduo	36	233.335.777	6.481.549		
Total	49	1.116.765.914			

\*\* significativo ao nível de 1%.

QUADRO 21. - Teste de Duncan para Comparação entre DIRAs quanto ao Consumo Médio de Energia Elétrica na Classe Rural

DIRA	Consumo médio
Vale do Paraíba	18.479
São Paulo	9.762
Sorocaba	9.168
Campinas	8.579
Bauru	7.298
Ribeirão Preto	6.968
Marília	5.994
Presidente Prudente	5.472
Araçatuba	4.471
São José do Rio Preto	3.786

### 6.3.2 - Utilização

Na zona rural a energia elétrica é utilizada para diferentes fins, sendo alguns relacionados diretamente com o processo produtivo. Assim, utiliza-se a eletricidade para iluminação, para fins residenciais (principalmente em eletrodomésticos) e para fins produtivos, acionando motores fixos e estacionários, como em debulhadores, ensiladeiras, picadeiras, máquinas de beneficiar em geral, irrigação e bombas, e em sistemas de aquecimento, como nos incubadouros.

Em 1978, havia uma geladeira para cada 2,4 propriedades agrícolas, um televisor para cada 2,0 propriedades, um telefone para cada 30,5 propriedades e 1,3 rádios por propriedade (quadro 22).

A evolução de tais números no período 1972 a 1978, tomando-se como base igual a 100 o primeiro ano da série, consta da figura 8.

Verifica-se que os itens televisão e geladeira foram os que mais cresceram no período, respectivamente, 404% e 273%. No caso de telefone e rádio, o crescimento não foi tão grande. A aparente diminuição do número de telefones de 1977 para 1978 deve-se, provavelmente, a desvios de amostragem. Embora as observações não sejam independentes, pode-se comparar grosseiramente os intervalos de confiança, ao nível de significância de 5%, para os dois anos. Em 1977, o número de telefones era de 9.580 (variando entre 8.197 e 10.950), enquanto no ano seguinte era de 8.450 (variando entre 7.670 e 9.220). O fato de os intervalos de confiança se sobreporem indica que os dados dos dois anos não devem diferir significativamente entre si.

Em 1978, existiam no Estado cerca de 19.250 debulhadores de milho, 5.090 misturadores de ração, 26.680 desintegradores e 1.560 máquinas de beneficiar arroz (quadro 23). Pela evolução de tais números no período 1972-78, verifica-se que, à exceção das máquinas de beneficiar arroz, não houve grande variação.

### 6.4 - Energia de Petróleo e Derivados

É de grande significado a utilização da energia oriunda de fontes não renováveis nas lides agrícolas, quer na forma de combustíveis para o trato da terra e para a movimentação da produção, quer na expressão maior

QUADRO 22. - Número de Utensílios Domésticos e Similares Existentes nas Propriedades Agrícolas e Respetivos Índices (base: 1972 = 100), Estado de São Paulo, 1972-78

Ano	Geladeira		Telefone		Televisor		Rádio	
	Número	Índice	Número	Índice	Número	Índice	Número	Índice
1972	39.260	100	5.660	100	32.300	100	264.240	100
1973	45.150	115	6.580	116	41.740	129	286.750	109
1974	58.020	148	7.350	130	61.500	190	301.380	114
1975	69.840	178	7.960	141	79.640	247	...	...
1976	78.210	199	8.200	145	89.340	277	322.849	122
1977	85.340	217	9.580	169	100.360	311	312.710	118
1978	107.060	273	8.450	149	130.400	404	338.090	128

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

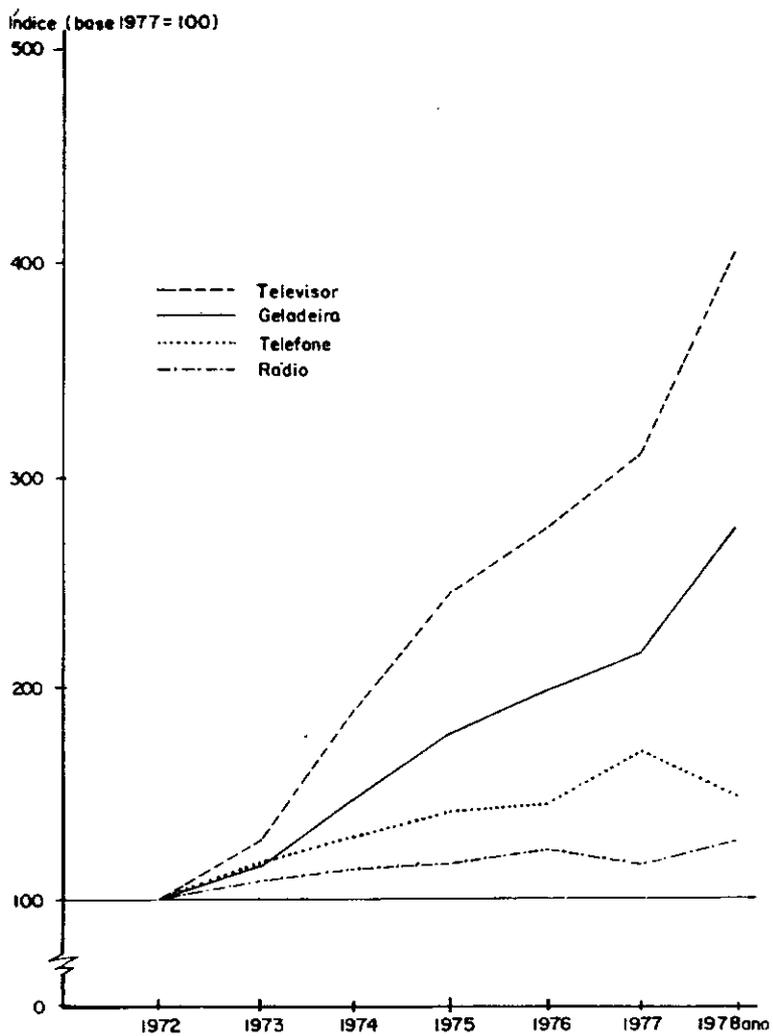


FIGURA 8. - Evolução do Número de Utensílios Domésticos e Similares Existentes nas Propriedades Agrícolas, Estado de São Paulo, 1972-78.

da utilização de fertilizantes.

#### 6.4.1 - Consumo de combustíveis e lubrificantes

Os combustíveis, como óleo diesel e gasolina, são consumidos por máquinas agrícolas, por veículos de transporte, por motores e geradores. Da dos agregados são encontrados no quadro 24. Verifica-se aumento na quantidade (cerca de 81%) e no valor (cerca de 298%) consumidos no período 1974/75 a 1977/78; entretanto, o alto nível de agregação dificulta melhor análise dos dados.

#### 6.4.2 - Veículos

Incluíram-se aqui dados sobre automóveis, veículos de trabalho (caminhões, caminhonetas, jipes e carroças) e sobre carretas para trator (quadro 25). Nota-se que em 1978, as relações de propriedades por veículos eram de: 13,7 para caminhão, 10,7 para caminhoneta, 23,7 para jipe, 2,2 para carroça, 3,7 para carreta de trator e 5,1 para automóvel.

Ao estudar a evolução de tais números na figura 9, no período 1972-78 observa-se o grande crescimento no número de automóveis (256% em relação ao início do período), algum crescimento no número de carretas para trator (165% em relação ao início do período), enquanto os demais permaneceram estáveis, ou com tendência ao declínio, como carroças (68% em relação ao início do período). No início do período, tanto o número de caminhões como o de caminhonetas era superior ao de automóveis; entretanto, no final do período a soma de ambos era inferior ao de automóveis, o que pode indicar distorções no setor.

#### 6.4.3 - Tratores

Estão diretamente relacionados com o processo produtivo. Obtiveram-se dados sobre tratores de pneus e sobre microtratores e mulas mecâni

QUADRO 23. - Número de Máquinas de Beneficiar e Outras Existentes nas Propriedades Agrícolas, Estado de São Paulo, 1972-78

Ano	Debulhador de milho	Misturador de ração	Desintegrador	Máquina de beneficiar arroz
1972	18.730	4.140	23.800	940
1973	16.930	5.520	26.160	830
1974	16.560	4.200	26.560	1.380
1975	16.880	5.490	27.320	1.260
1976	17.030	4.850	27.680	1.430
1977	18.840	5.900	26.480	1.690
1978	19.250	5.090	26.680	1.560

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 24. - Consumo de Combustíveis e Lubrificantes nas Propriedades Agrícolas, Estado de São Paulo, 1974/75-1977/78

Ano agrícola	Quantidade (milhões de litros)	Valor corrente (milhões de cruzeiros)
1974/75	320	500
1975/76	370	710
1976/77	420	1.160
1977/78	580	1.990

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 25. - Número e Índices (base: 1972 = 100) de Veículos e Similares Existentes nas Propriedades Agrícolas, Estado de São Paulo, 1972-78

Ano	Caminhão		Caminhoneta		Carroça		Carreta para trator		Jipe		Automóvel	
	Número	Índice	Número	Índice	Número	Índice	Número	Índice	Número	Índice	Número	Índice
1972	23.920	100	27.960	100	172.790	100	41.670	100	9.980	100	19.580	100
1973	26.330	110	26.270	94	156.170	90	47.150	113	11.600	116	24.230	124
1974	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1975	20.390	85	25.630	92	132.390	77	57.450	138	13.020	130	35.210	180
1976	19.080	80	29.000	104	124.010	72	63.480	152	9.260	93	39.160	200
1977	17.420	73	27.910	100	119.710	69	67.760	163	10.310	103	40.860	209
1978	18.780	79	24.220	87	117.450	68	68.930	165	10.950	110	50.140	256

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

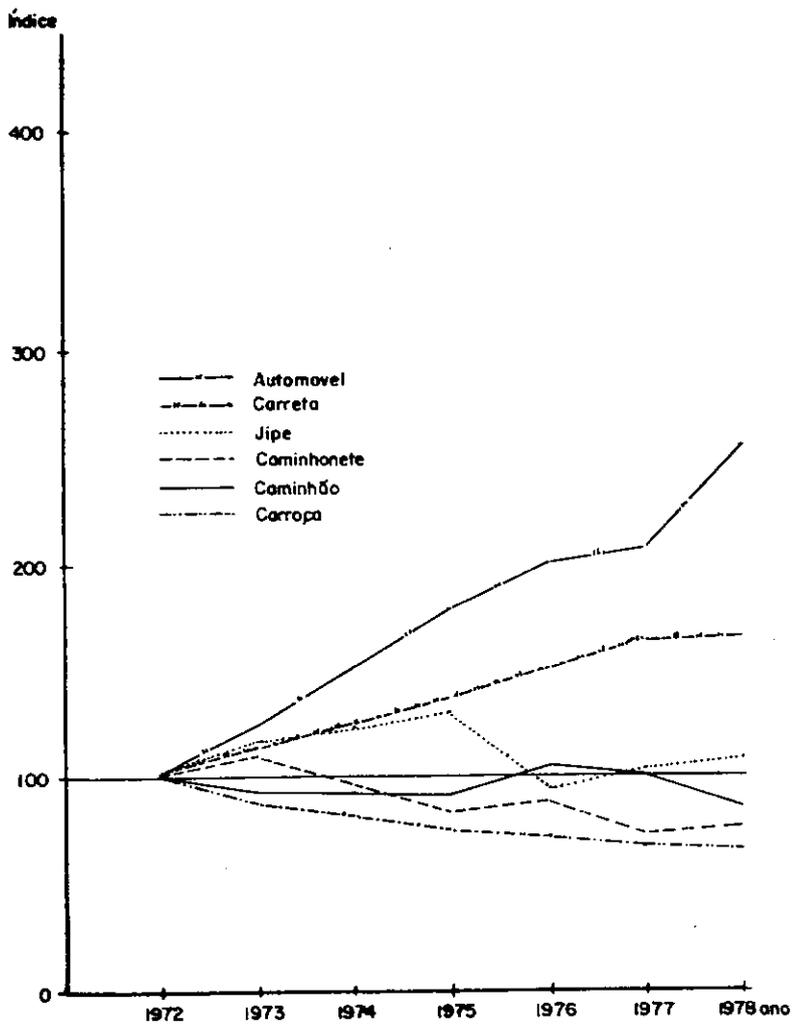


FIGURA 9. - Evolução do Número de Veículos Existentes nas Propriedades Agrícolas, Estado de São Paulo, 1972-78.

cas (quadro 26). Os dados sobre tratores de esteira não estão estatisticamente bons, mas, permitem visualizar que seu número deve situar-se, atualmente, ao redor dos três mil. Observa-se declínio no número de tratores de menor potência com a correspondente ascensão dos de maior potência. O número de microtratores e mulas mecânicas aproximadamente triplicou no período.

#### 6.4.4 - Fertilizantes

A agricultura também consome energia na forma de fertilizantes. A importância da questão é evidenciada pelo fato de que, dos fertilizantes químicos utilizados, os nitrogenados provêm em grande parte do petróleo. No período 1973-78, houve aumento no consumo de fertilizantes por unidade de área, da ordem de 60% em relação à área de cultivo (com culturas anuais, culturas perenes e terra em descanso) e de 78% em relação à área de cultivo mais área de pastagem artificial (quadro 27).

#### 6.5 - Energia de Outras fontes

Outras fontes de energia existem, algumas já tradicionais, que hodiernamente começam a ter significado e podem no futuro representar parcela significativa na agricultura, entre as quais destacam-se o álcool (de cana, de mandioca, de sorgo, de madeira), o bagaço de cana e outros resíduos agrícolas, o lixo, os adubos orgânicos e a lenha.

##### 6.5.1 - Energia de biomassa

Boas são as perspectivas futuras de utilização de energia de biomassa, quer através da queima direta de resíduos florestais (lenha) ou de resíduos agrícolas (como o bagaço de cana), quer através da queima de álcool combustível produzido a partir de cana-de-açúcar, da mandioca, do sorgo ou da madeira. Também os óleos vegetais apresentam boas perspectivas, podendo no futuro serem utilizados como combustíveis substituindo parcialmente o óleo combustível tradicional, derivado ao petróleo.

QUADRO 26. - Número de Tratores Existentes nas Propriedades Agrícolas, Estado de São Paulo, 1972-78<sup>(1)</sup>

Ano	Trator de pneu				Microtrator e mula mecânica
	Menos de 36HP	De 36 a 44,5HP	De 45 a 74,5HP	Acima de 75HP	
1972	9.070	14.900	39.090 <sup>(2)</sup>	...	2.480
1973	8.220	17.830	39.430 <sup>(2)</sup>	...	3.860
1974	9.550	15.429	53.940 <sup>(2)</sup>	...	6.700
1975	10.810	13.810	46.490	10.650	5.480
1976	7.380	14.790	52.080	13.540	3.790
1977	7.060	15.050	55.180	16.800	6.950
1978	5.640	10.340	62.410	...	7.080

<sup>(1)</sup> A amostra não permitiu obter dados sobre tratores de esteira.

<sup>(2)</sup> Inclui tratores acima de 75HP.

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

QUADRO 27. - Evolução do Consumo Médio de Fertilizantes (N+P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+K<sub>2</sub>O), Estado de São Paulo, 1973-78

(em kg/ha)

Ano	Em relação à área de cultivo		Em relação à área cultivada mais área de pastagem artificial	
	Consumo	Índice <sup>(1)</sup>	Consumo	Índice <sup>(1)</sup>
1973	113,6	100	47,9	100
1974	110,9	98	48,0	100
1975	115,0	101	50,1	105
1976	129,4	114	60,5	126
1977	156,7	138	74,5	156
1978	181,4	160	85,1	178

(<sup>1</sup>) Base: 1973 = 100.

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

A lenha tem consumo residencial e, juntamente com o bagaço de cana e outros resíduos agrícolas, na agroindústria.

O álcool carburante ainda não tem grande utilização na agricultura. Entretanto, é da agricultura que provavelmente sairá uma das alternativas mais expressivas para o problema do esgotamento da energia de fontes não renováveis, como o petróleo e o carvão. As produções de cana-de-açúcar, de álcool e de mandioca no Estado estão no quadro 28. A produção de sorgo destinado à produção de álcool ainda é incipiente. Para a produção de álcool combustível em escala industrial urge o incentivo à produção de suas matérias-primas, através de políticas apropriadas que minimizem a substituição de áreas produtoras de alimentos.

QUADRO 28. - Produção Anual de Cana-de-açúcar para Indústria, Alcool e Mandioca para Indústria, Estado de São Paulo, 1973-78

Safra	Cana-de-açúcar para indústria (mil t)	Alcool (mil litros)	Mandioca pa- ra indústria (mil t)
1972/73	40.900 <sup>(1)</sup>	398	1.200 <sup>(2)</sup>
1973/74	34.000	359	1.000 <sup>(2)</sup>
1974/75	40.700	357	510
1975/76	47.500	384	440
1976/77	55.300	939	578
1977/78	58.070	1.602	625

<sup>(1)</sup> Inclui cana destinada à forragem.

<sup>(2)</sup> Inclui mandioca de mesa.

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (cana e mandioca) e Instituto do Açúcar e do Alcool (alcohol).

### 6.5.2 - Adubação orgânica

A adubação orgânica, na forma de esterco, torta ou lixo é utilizada em São Paulo principalmente na produção olerícola. Pesquisa sobre o assunto (24) na DIRA de São Paulo, em 1972, indicou ser mais comum o emprego do esterco, sendo o lixo usado com certa frequência apenas na cultura do chuchu. Também se mostrou que, mesmo na olericultura, a adubação química composta é mais utilizada.

### 6.5.3 Outras fontes

Emprega-se ainda, em menor escala, a energia eólica em bombas e

moinhos. Enquanto isso, pesquisam-se outras formas de energia, como a solar.

## 7 - CONCLUSÕES

Da análise dos dados disponíveis para o Estado de São Paulo, conclui-se que:

a) a agricultura pode ser vista como consumidora e como geradora de energia;

b) a energia humana representa parcela razoável da energia utilizada na agricultura paulista;

c) a quase totalidade dos animais de trabalho no Estado de São Paulo é de eqüinos e muares, sendo os bois de carro importantes somente no Vale do Paraíba;

d) em 1978 cerca de 32% das propriedades agrícolas possuíam energia elétrica, das quais apenas 3% com energia própria instalada;

e) as DIRAs com maiores percentagens de propriedades que possuem energia elétrica são: Campinas, Ribeirão Preto, Bauru e Araçatuba;

f) quanto à percentagem de propriedades que possuem energia elétrica e quanto ao tamanho da propriedade, a classificação é a seguinte: de 50% a 70% (propriedades com mais de 300,0ha), de 30% a 50% (propriedades de 100,1 a 300,0ha) e de 20% a 30% (propriedades de 3,1 a 100,0ha);

g) em termos relativos, o consumo na classe rural tem crescido mais do que na média de todas as classes. Também o consumo médio por consumidor tem crescido. Entretanto, o consumo da classe rural é mínimo em relação ao total (menos de 1,5% no período 1973-77). Nas DIRAs mais urbanizadas, a razão do consumo rural sobre o total é menor do que nas menos urbanizadas. O consumo médio é maior nas DIRAs em que se destacam as explorações hortifrutigranjeiras e onde se concentram chácaras de recreio, sendo menor naquelas em que se destaca a exploração pecuária;

h) os números de televisores e de geladeiras existentes nas propriedades agrícolas aumentaram no período 1972-78, respectivamente, quatro vezes e quase três vezes. O aumento dos números de telefones e rádios foi menor. Em 1978 havia, em média, uma geladeira para cada 2,4 propriedades agrícolas, um televisor para cada 2,0 propriedades, um telefone para cada 30,5 propriedades e 1,3 rádios por propriedades;

i) houve aumento de cerca de 80% no consumo de combustíveis e lubrificantes nas propriedades agrícolas no período de 1974/75 a 1977/78;

j) o número de automóveis no período 1972-78 cresceu 256%, o de carretas para trator 165%, permanecendo os dos demais veículos estáveis. Em 1978, as relações propriedades por veículos eram: 13,7 para caminhão, 10,7 para caminhoneta, 23,7 para jipe, 2,2 para carroça, 3,7 para carreta de trator e 5,1 para automóvel;

l) o número de tratores tem aumentado nos últimos anos, observando-se declínio no número dos de menor potência com a correspondente ascensão dos de maior potência. O número de microtratores e mulas mecânicas triplicou no período 1972-78; e

m) a agricultura poderá vir a ser importante fonte de energia renovável, através da utilização de resíduos agrícolas, como lenha e bagaço de cana, e de álcool combustível produzido principalmente a partir de cana-de-açúcar, mandioca, sorgo e madeira. Urge a adoção de políticas adequadas para efetivar essa produção de energia sem prejuízos à produção de alimentos e ao abastecimento.

## LITERATURA CITADA

1. ABERCROMBIE, K.C. Mecanización y empleo agrícolas en los países en desarrollo. Boletín Mensual de Economía y Estadística, 24 (5): 1-19, mayo 1975.
2. ALCOOL, uma visão para o futuro. O Estado de São Paulo, SP, 99 (31.550): 3. Domingo, 22 de janeiro de 1978.
3. ARAUJO, P.F.C. de et alii. Crescimento e desenvolvimento da agricultura paulista. Agricultura em São Paulo, SP, 21 (3):169-199, 1974.
4. ARRUDA, A.P.R. de. Cooperativas de eletrificação rural no Estado de São Paulo. Agricultura em São Paulo, SP, 12 (11/12): 30-50, nov./dez. 1965.
5. BARROZO, J. Consumo de derivados de petróleo, evolução recente. Conjuntura Econômica, Rio de Janeiro, 30 (1): 91-98, jan. 1976.
6. BEHRMAN, D. A maior central solar do mundo. O Estado de São Paulo: Supl. Cultural, SP, 13 de nov. de 1977. p.10-11.
7. BOLETIM ESTATÍSTICO. São Paulo, Centrais Elétricas de São Paulo, 1973-1976.
8. \_\_\_\_\_: consumo e consumidores por classe e município, Estado de São Paulo. São Paulo, Centrais Elétricas de São Paulo, 1977.
9. CAMPOS, H. & PIVA, L.H.O. Dimensionamento de amostra para estimativa e previsão de safra no Estado de São Paulo. Agricultura em São Paulo, SP, 21 (3): 65-88, 1974.
10. COSTA, P.P.B. da. Fontes energéticas, importância atual do petróleo. Conjuntura Econômica, Rio de Janeiro, 31 (3): 141-144, mar. 1977.

11. DIAS, R.A. Fundamentos de uma política de desenvolvimento agrícola. Agricultura em São Paulo, SP, 14 (3/4):1-14, mar./abr. 1967.
12. FAO. Energia para la agricultura en los países en desarrollo. Boletín Mensual de Economía y Estadística, 25 (2): 1-8, feb. 1976.
13. FIGUEIREDO, N.S. de et alii. Minimização de custo de transporte de álcool. Agricultura em São Paulo, SP, 21 (1):177-198, 1974.
14. GARCIA, A.B. & GREENBAUN, H. Pequenos e médios proprietários no município de Pilar do Sul, em censo em três bairros rurais. Agricultura em São Paulo, SP, 16 (11/12):3-79, nov./dez. 1969.
15. GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. Piracicaba, ESALQ/USP, 1966.
16. GOMES, F.P. & MALAVOLTA, E. Aspectos matemáticos e estatísticos da lei de Mitscherlich. Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, Universidade de São Paulo, 6:193-229, 1949, Separata nº 106.
17. JUNQUEIRA, A.A.B. & GARCIA, R.M. Custo de energia elétrica na agroindústria de São Paulo. Agricultura em São Paulo, SP, 16 (5/6):19-41, maio/jun. 1969.
18. JUNQUEIRA, P. de C. & DESGUALDO NETTO, D. Mecanização agrícola em São Paulo. Agricultura em São Paulo, SP, 10 (7/12):49-53, jul./dez. 1963
19. McELHENY, V.K. Energia de plutônio para a exploração espacial. O Estado de São Paulo: Supl. Cultural, SP, 16 de out. 1977. p. 12 e 13.
20. ODUM, E.P. Ecologia. Trad. C. G. Ottenwaelder. México, Interamericana, 1972.
21. OLIVEIRA, E.S. O álcool carburante e o problema energético. Problemas Brasileiros, São Paulo, 14 (163):15-23, mar. 1977.

22. PAIVA, R.M. & DIAS, R.A. Agricultura em São Paulo em 1960. Agricultura em São Paulo, SP, 8 (1):1-16, jan. 1961.
23. \_\_\_\_\_. Recente evolução da agricultura em São Paulo. Agricultura em São Paulo, SP, 7 (1):3-39, jan. 1960.
24. PINO, F.A. et alii. Contribuição ao estudo da olericultura paulista. São Paulo, Secretaria da Agricultura, IEA, 1978. (Relatório de Pesquisa, 16/78).
25. PLANTIER, R. El uso de la energia en la agricultura européia. Boletín Mensual de Economía y Estadística, 26 (6):1-9, jun. 1977.
26. PRADO, L.C. do. Aspectos básicos do problema do álcool como fonte alternativa de energia. Problemas Brasileiros, São Paulo, 14 (163):2-13, mar. 1977.
27. PROGNÓSTICO 78/79. São Paulo, Secretaria da Agricultura, IEA, 1978. v.7.
28. \_\_\_\_\_. 79/80. São Paulo, Secretaria da Agricultura, IEA, 1979. v.8.
29. SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura. Departamento da Produção Vegetal. DvER. Estado e tendência da agricultura paulista. Agricultura em São Paulo, SP, 10 (5/6):1-64, maio/jun. 1963.
30. \_\_\_\_\_. Diagnóstico da agricultura paulista. Agricultura em São Paulo, SP, 14 (5/6):1-47, maio/jun. 1976.
31. SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura. IEA. Uso de insumos e de crédito rural. In: \_\_\_\_\_. Desenvolvimento da agricultura paulista. São Paulo, 1972. p.123-147.
32. \_\_\_\_\_. Tendência dos preços no setor agrícola. In: \_\_\_\_\_. Desenvolvimento da agricultura paulista. São Paulo, 1972. p.75-96.
33. SCHATTAN, S. Aspectos econômicos da agricultura paulista. Agricultura em São Paulo, SP, 7 (5):1-14, maio 1960.

34. SEM eletrificação rural não haverá desenvolvimento agrário. Eletrorural, Porto Alegre, 3 (15): 21, jan./fev. 1979.
35. SUBSÍDIOS para uma política de eletrificação rural no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ORGANIZAÇÃO CIENTÍFICA, 4., São Paulo, 1964. 15p.
36. TOSCANO, G. Analfabetismo na população agrícola do Estado de São Paulo. Informações Econômicas, São Paulo, 9 (2):41-45, fev. 1979.
37. TOSELLO, A. A transformação da biomassa em álcool etílico: uma solução. O Estado de São Paulo: Supl. Cultural, São Paulo, 22 de jan. 1978.
38. VOSS, C. Mecanización, producción y empleo agrícolas. Boletín Mensual de Economía y Estadística, 23 (1): 1-6, maio 1974.

## RESUMO

Caracteriza-se aqui o uso da energia na agricultura paulista, analisando-se dados de consumo levantados pelo Instituto de Economia Agrícola no período 1972-78, bem como os de uso de alguns fatores de produção relacionados ao consumo dessa energia. dados de consumo de energia elétrica na zona rural, disponíveis na Campanha Energética de São Paulo (CESP), discutindo-se, ainda, outras fontes de energia empregadas pela agricultura ou dela originadas. Apresenta-se, também, um modelo para o uso de energia na agricultura, vendo-a como consumidora e geradora de energia.

Conclui-se que: a energia humana é importante na agricultura paulista; a energia animal vem principalmente de eqüinos e muares; o consumo de energia elétrica pela agricultura é mínima em relação ao total, mas, vem aumentando sua participação; e o consumo de combustíveis tem aumentado.

## USE OF ENERGY BY AGRICULTURE IN THE STATE OF SÃO PAULO

### SUMMARY

This paper studies the use of energy by the agriculture of the State of Sao Paulo, Brazil, in 1972-78, and discuss some topics concerning to alternative sources of energy used or produced by agriculture. A model for energy use is presented. The main conclusions are: a) labor source is very important to the agriculture of São Paulo; b) in 1978 about 32% of the farms had electricity, but only 3% of them self-produced; c) the use of electricity in the farms is increasing, but it is very low compared to the total consumption of electricity; d) more powerful tractors are substituting the less powerful ones; and e) agriculture may be an important source of energy, producing alcohol from sugar cane, manioc, sorghum and wood, and through the use of residuals like firewood and cane-thrash.

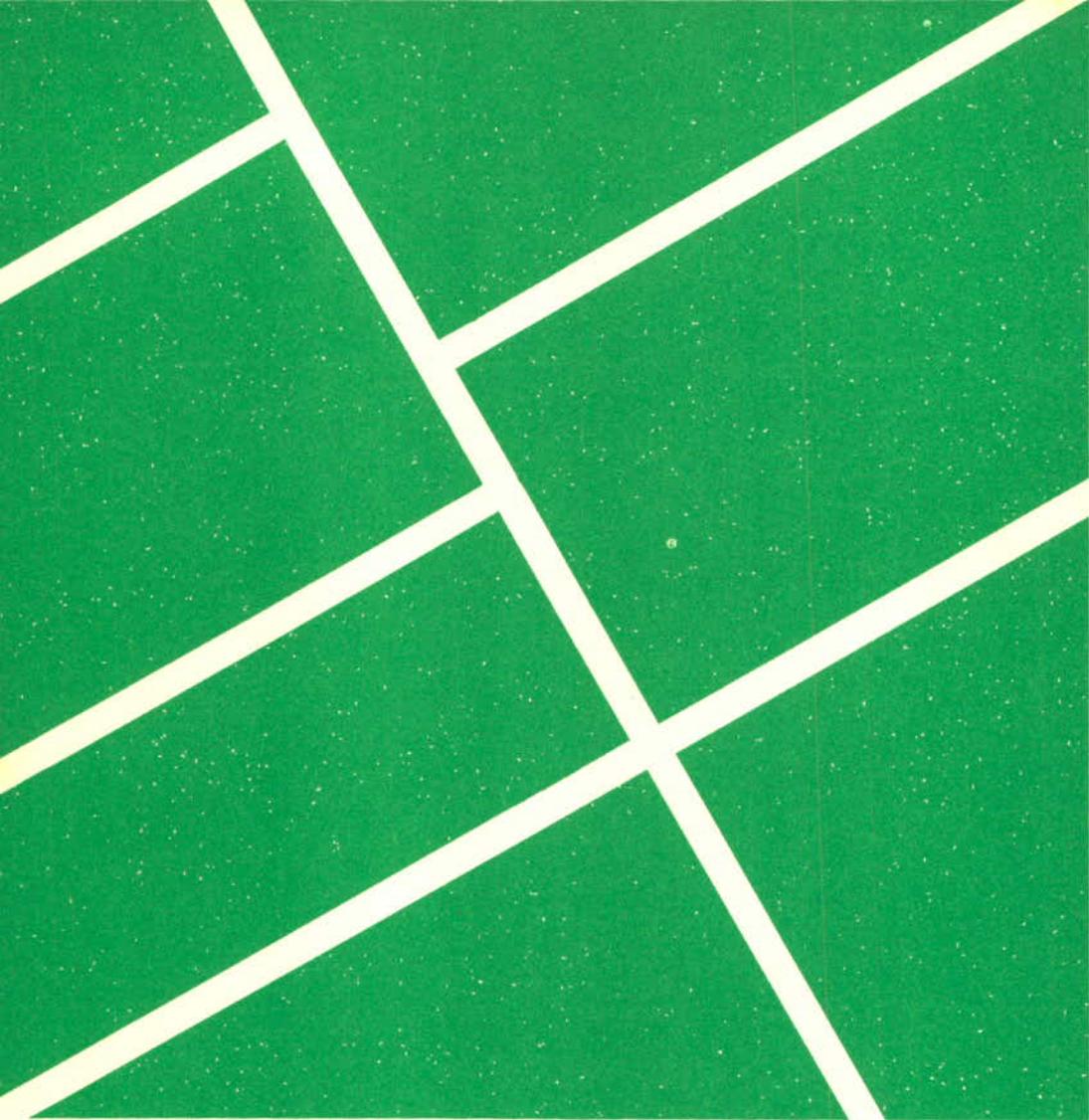
**SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO  
INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA**

**Comissão Editorial:**

**Coordenador:** Ismar Florêncio Pereira  
**Membros:** Antônio Augusto Botelho Junqueira  
Sebastião Nogueira Jr.  
José Ricardo Cardoso de Mello Junqueira  
José Roberto Vianna de Camargo  
José Roberto Vicente  
Yuli Ivete Mizzaki de Toledo  
**Bibliografia:** Maria Luiza Alexandre Peão

Centro Estadual de Agricultura  
Av. Miguel Estefano, 3800  
04301 São Paulo SP

Caixa Postal, 8114  
01000 - São Paulo - SP  
Telefone: 275-3433 r. 257



**Relatório de Pesquisa**  
**Nº 13/81**

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

CAPA IMPRESSA NA  
IMPRENSA OFICIAL DO ESTADO