

IPEA/INPES
Serv. de
Documentação

TEXTOS PARA DISCUSSÃO
GRUPO DE ENERGIA
Nº XIV

"Consumo de Energia no
Meio Rural".

Milton da Mata

Março de 1983

IPEA
13-83

Consumo de energia no meio rural



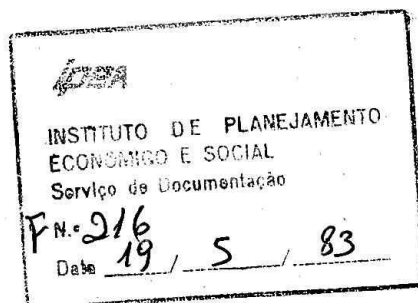
RJF0216/83

IPEA - RJ

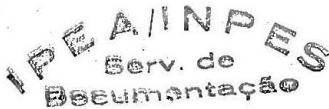
Tiragem: 80 exemplares

Trabalho elaborado em : Fevereiro de 1983

Instituto de Pesquisas do IPEA
Instituto de Planejamento Econômico e Social
Avenida Presidente Antonio Carlos, 51 - 139/179 andar
20.020 Rio de Janeiro RJ
Tel.: (021) 220-6005



Este trabalho é da inteira e exclusiva responsabilidade de seu autor. As opiniões nele emitidas não exprimem, necessariamente, o ponto de vista da Secretaria de Planejamento da Presidência da República.



1. Introdução

Os estudos globais de demanda de energia geralmente dedicam pouca atenção ao meio rural. Tal tratamento seria devido a duas razões básicas: por um lado, as estatísticas disponíveis referentes ao setor são mais precárias do que as demais; e por outro, parece existir um certo consenso de que o consumo de energia nesse setor seria relativamente baixo, excetuando-se o caso da lenha.

O presente trabalho procura explorar as informações disponíveis, deixando evidente o fato de que a escassez em si não justifica a desconsideração mais pormenorizada do setor. O mencionado consenso, por sua vez, estaria equivocado ao menos em relação ao diesel, cuja importância, em termos nacionais, é marcadamente crescente. O consumo rural de outras fontes energéticas — como o querosene iluminante — representa também uma parcela significativa do consumo total, mas sua importância no contexto geral das fontes energéticas é reduzida.

A delimitação do meio rural não é única no texto que se segue. Quando se utilizam as estatísticas do MME (Balanço Energé-

* Uma versão anterior deste trabalho foi lida e criticada por Armando Castelar, Gervásio Rezende, Hamilton Tolosa, Lauro Ramos, Michal Gartenkraut, Ricardo Paes de Barros e Ricardo Santiago; agradeço a estes colegas por seus atentos comentários.

tico Nacional), estão incluídas apenas as atividades produtivas da agropecuária, referentes ao período 1976/80. Quando, por outro lado, são utilizadas as informações dos Censos Agropecuários — 1970 e 1975 — a base de coleta passa a ser o estabelecimento, incluindo-se tanto o consumo nas atividades produtivas quanto o consumo familiar/residencial.¹

A par da diferença citada acima, é também definido de formas distintas o conceito de total nacional²; todas variações consideradas, a importância relativa do consumo rural de energia flutua num intervalo amplo, que vai de 4 a 15% na década de 70. Tais valores, referentes ao agregado energia, apresentam ainda limites bem mais distanciados quando se consideram as fontes energéticas isoladamente.

A seção seguinte mostra, embora com informações não homogêneas para os dois subperíodos utilizados, qual foi a evolução da importância relativa do consumo rural de energia entre 1970 e 1980. A terceira seção, baseada na regionalização dos dados extraídos do Censo Agropecuário de 1975, procura discutir alguns parâmetros que condicionam a intensidade do uso de energia no meio rural e a quarta e última resume e conclui o trabalho, realçando seus pontos mais importantes.

¹ O consumo familiar de energia abrange os itens domiciliares (energia elétrica, querosene iluminante, etc.), bem como o consumo de gasolina, motivado por deslocamentos dos membros da família. As expressões consumo familiar/consumo residencial serão aqui utilizadas indistintamente.

² Consumo nacional das fontes energéticas usadas pela agropecuária, total nacional do consumo de energia primária e total nacional do consumo final energético de todas as fontes comerciais — estas são algumas das principais variantes do conceito de total nacional.

2. Evolução do Consumo de Energia no Meio Rural

A população rural e a renda agrícola apresentaram nas últimas décadas quedas sistemáticas face aos respectivos totais nacionais. A renda agrícola, no entanto, cresceu de forma sustentada ao longo daquele período. Entre 1965 e 1980, por exemplo, o produto agrícola cresceu 3,6% ao ano, ao passo que a população rural era basicamente do mesmo tamanho naqueles dois anos.¹ O crescimento do produto agrícola teria ocorrido, desta forma, mediante a substituição de mão-de-obra por outros fatores de produção.

Dentre tais fatores é improvável que a tração animal figure com destaque, uma vez que ela é geralmente complementar da força de trabalho humana. Assim sendo, sobram indícios de que o aumento da produção agrícola per capita tenha se baseado num uso mais intensivo de fontes comerciais de energia. Tal intensificação se refletiria, provavelmente, numa elevação da participação do consumo rural de energia em relação ao total nacional e, desta forma, aumentaria o interesse em se estudar a situação energética do setor. As evidências empíricas mostradas nas Tabelas 1 e 2 resumem os dados disponíveis para o período 1970/80.

A Tabela 1 mostra que houve um declínio da importância relativa do consumo de energia no meio rural entre 1970 e 1975 (tomando-se qualquer percentual global, nas três últimas linhas).

¹ A população rural era de 39,0 milhões em 1960, passando a 41,6 milhões em 1970 e caindo para 39,1 milhões em 1980; a taxa anual de crescimento foi inferior a 0,02%, entre 1960 e 1980.

TABELA 1

CONSUMO DE ENERGIA NO MEIO RURAL(10³ tEP)^a

FONTE	1970			1975		
	A	B	C	D	E	F
ENERGÉTICA	Consumo Meio Rural ^b	Total Nacional ^c	A ÷ B (%)	Consumo Meio Rural ^b	Total Nacional ^c	D ÷ E (%)
Energia Elétrica	127	13 183	0,96	253	23 285	1,09
Bagaço	37	2 561	1,44	32	3 077	1,04
Lenha	6 280	18 809	33,39	6 123	19 328	31,68
Carvão Vegetal	56	1 484	3,77	140	2 897	4,83
G L P	29	1 333	2,18	70	1 965	3,56
Gasolina	341	7 318	4,66	562	11 023	5,10
Óleo Diesel	396	5 370	7,37	1 140	9 881	11,54
Querosene Ilum.	153	491	31,16	154	506	30,43
S o m a	7 419	50 549	14,68	8 474	71 962	11,78
Total I ^c		59 952	12,37		88 338	9,59
Total II ^d		66 699	11,12		99 722	8,50

FONTES: FIBGE, Censo Agropecuário (1970 e 1975);
MME, Balanço Energético Nacional (1977, 1980 e 1981).

- NOTAS: a) tEP = tonelada equivalente de petróleo (os coeficientes de conversão utilizados encontram-se no BEN-81, referindo-se aos valores adotados no período 1976/79);
- b) engloba o consumo nas atividades produtivas e nas residências rurais;
- c) consumo final energético (até a linha total I); e
- d) consumo total de energia primária.

Conforme já foi mencionado, os Censos incluem o consumo residencial e o das atividades produtivas, sem possibilidade de separação.

A queda observada, no entanto, é basicamente devida ao comportamento da lenha, cujo consumo registrado para o meio rural é menor em 1975 do que em 1970, enquanto o total nacional cresce ligeiramente. A influência da lenha na participação média do meio rural é enorme.² O consumo de lenha é dominado por seu uso residencial, na preparação de alimentos; tal predomínio pode explicar a queda da participação do consumo rural, uma vez que a população rural vem tendo sua importância relativa reduzida. A urbanização da população, ceteris paribus, seria suficiente para levar a uma redução da participação rural no consumo de lenha; se, adicionalmente, se supõe que a maioria dos que migram do campo para as cidades mantém — ao menos temporariamente — o hábito do fogão de lenha, reforça-se a explicação para a redução observada.

Tendência oposta à da lenha observa-se em relação ao óleo diesel. No caso deste combustível cresce significativamente a importância relativa do consumo rural, passando de 7,4 a 11,5% do total nacional (respectivamente em 1970 e em 1975). Note-se que o óleo diesel no meio rural é consumido essencialmente por tratores (cerca de 80% do total); tais equipamentos, uma vez adquiridos, tendem a liberar o emprego de mão-de-obra, gerando os fluxos migratórios acima mencionados. Sua aquisição, no entanto, é bastante dificultada pelos encargos financeiros que representa.

² Tal influência é medida pela participação da lenha no consumo global de energia do meio rural (ou seja, equivale à relação lenha/Soma, nas colunas A e D). Quantitativamente, conclui-se que a lenha "explicava" em 1970, 85% da participação média do meio rural, tendo esse poder explicativo caído para 72% em 1975.

O período 1970/75, no entanto, foi particularmente favorável à mecanização rural pela abundância do crédito, em condições bastante vantajosas (baixas taxas de juros e prazos suficientemente longos).³

O óleo diesel e a lenha dominam o cenário energético do meio rural. Em relação às demais fontes, ou é pequena a participação do consumo rural ou é pequena a importância relativa da respectiva fonte no consumo total de energia do País. A gasolina, que tem uso misto — pode abastecer veículos usados tanto para o lazer quanto em atividades produtivas —, é a fonte energética mais próxima de negar aquela afirmativa, pois o meio rural consome cerca de 5% daquele combustível.

A Tabela 2 contém informações referentes ao período 1976/80. As fontes energéticas aí incluídas são ligeiramente diferentes das da Tabela 1, pois, conforme já foi assinalado, o BEN trata apenas das atividades produtivas da agropecuária.

Antes de enveredar pela natureza dos resultados apresentados, seria conveniente comentar a consistência das estatísticas que compõem as Tabelas 1 e 2. O primeiro ponto a destacar é a discordância quanto aos valores que as duas tabelas dão para o consumo rural de lenha; a Tabela 1 dá um consumo (total) de 6123 tEP em 1975, enquanto a Tabela 2 mostra que o consumo ("produtivo") teria sido de 3341 tEP em 1976. Ambas as tabelas indicam uma ten

³ Os saldos de 31-12 do crédito rural cresceram a uma taxa de 28% ao ano, em termos reais, entre 1970 e 1975 (as taxas correspondentes foram de 10% entre 1960 e 1970 e de 2,6% entre 1975 e 1980). Cf. M. da Mata, Crédito rural: caracterização do sistema e estimativas dos subsídios implícitos, IPEA/INPES, Texto para Discussão Interna nº 42, dezembro de 1981. As baixas taxas de juros do crédito rural — abaixo da inflação — foram sempre praticadas, nas últimas décadas.

dência entre estável e declinante para o consumo de lenha; assim, suponhamos que o consumo rural total em 1976 tenha sido igual ao de 1975 (6.123 tEP). Se assim fosse, o consumo das atividades produtivas da agropecuária (3341 tEP) teria representado cerca de 55% do total rural em 1976, e tal proporção contraria as evidências disponíveis.⁴ Por outro lado, se supusermos que o consumo residencial rural de lenha representou em 1976, 70% do consumo rural total deste combustível — foi de 80% em 1970, de acordo com a MEB —, isto implicaria que o consumo rural total, projetado a partir das 3 341 tEP do BEN-81, teria sido de 11 137 tEP — um crescimento superior a 80% sobre o dado do Censo de 1975. Ou seja, há uma incompatibilidade evidente entre as duas fontes em relação ao consumo de lenha.

As informações referentes a óleo diesel e eletricidade, no entanto, mostram grau aceitável de semelhança nas duas fontes de dados. Quanto aos outros energéticos, não há possibilidade de comparação. As estatísticas sobre produção e consumo de lenha, reconheça-se, são sabidamente frágeis e, assim sendo, não surpreende o surgimento da inconsistência apontada. Fica apenas feito o registro, pois não é pretensão deste trabalho tentar compatibilizar as estatísticas primárias disponíveis.

Observa-se na Tabela 2 que o consumo de energia nas atividades da agropecuária seguiu padrão semelhante ao do total nacional, em termos globais. O período considerado — 1976/80 — apresenta, no entanto, um significativo crescimento da importân-

⁴ Em 1970, segundo o levantamento da Matriz Energética Brasileira (MEB, realizado pelo convênio MME/IPEA), o consumo residencial representava cerca de 80% do total rural. Para 1980 o BEN-81 só informa o consumo residencial total, sem dividi-lo em rural e urbano; o total residencial neste caso atinge 65% do total nacional.

TABELA 2

CONSUMO DE ENERGIA: AGROPECUÁRIA^a E TOTAL NACIONAL^b, 1976/80

(10³ tEP E PERCENTAGENS)

FONTES/USOS		ANOS	1976	1977	1978	1979	1980
Lenha-Agropecuária	(A)		3.341	3.310	3.329	3.358	3.389
Total Nacional	(B)		21.378	20.970	20.757	20.550	20.338
	(A) ÷ (B)		15,63	15,78	16,04	16,34	16,66
Óleo Diesel	(A)		1.297	1.474	1.675	1.904	2.183
	(B)		11.469	12.332	13.442	14.552	15.524
	(A) ÷ (B)		11,31	11,95	12,46	13,08	14,06
Eletricidade	(A)		252	303	387	462	599
	(B)		22.651	25.400	28.378	31.807	35.250
	(A) ÷ (B)		1,11	1,19	1,36	1,45	1,70
Óleo Combustível	(A)		103	104	114	118	115
	(B)		14.660	14.873	16.179	16.933	16.097
	(A) ÷ (B)		0,70	0,70	0,70	0,70	0,71
Querosene	(A)		1	1	2	2	2
	(B)		552	584	608	659	520
	(A) ÷ (B)		0,18	0,17	0,33	0,30	0,38
ΣA_i			4.994	5.192	5.507	5.844	6.288
ΣB_i			70.710	74.159	79.364	84.501	87.729
Brasil (todas fontes) ^c			94.187	99.278	106.182	113.201	117.970
$(\Sigma A_i) \div (\Sigma B_i)$			7,06	7,00	6,94	6,92	7,17
$(\Sigma A_i) \div (\text{Brasil})$			5,30	5,23	5,19	5,16	5,33

FONTE: MME, Balanco Energético Nacional - 1981.

NOTAS: a) consumo energético das atividades produtivas da agropecuária;

b) os totais nacionais referem-se aos usos finais energéticos das respectivas fontes;

c) incluem-se aí (também) os usos finais energéticos das fontes que não são consumidas pela agropecuária.

cia relativa do consumo rural de óleo diesel e de eletricidade. Para estas duas fontes energéticas tal tendência vem desde 1970, conforme mostra a Tabela 1. Apesar desta tendência ascendente, chega-se a 1980 com uma participação do meio rural no consumo total da eletricidade inferior a 2%.

Os números registrados nas Tabelas 1 e 2 sugerem que, de um ponto de vista nacional, apenas os consumos de lenha e de óleo diesel no meio rural mereceriam maior atenção em termos de estratégias gerais de conservação de energia. Quanto às demais fontes energéticas, seus níveis de consumo são notavelmente baixos.⁵

A lenha no meio rural é, geralmente, um produto não comercializado, arcando seus usuários apenas com o custo da coleta. Neste sentido, seria apenas uma demonstração de preferência pelo conforto a decisão de substituir fogões a lenha por qualquer outro tipo; apesar disto, cerca de 13% dos estabelecimentos rurais em 1975 declararam-se consumidores de GLP. Em termos físicos trata-se, comprovadamente, de um combustível mais eficiente do que

⁵ O querosene iluminante é consumido em grande parte no meio rural (cerca de 30%); mas, seu total nacional é insignificante (menos de 1% do total das fontes energéticas). Quanto à gasolina, cujo consumo no meio rural atinge algo como 5% do total nacional, consideradas a importância da população rural e as distâncias a percorrer, conclui-se que existe um "sub-consumo relativo" deste combustível no campo. De importância considerável é o consumo indireto de energia pela agricultura, representado pelas atividades industriais na produção de fertilizantes/produtos químicos e de máquinas e implementos agrícolas. Este consumo indireto, no entanto, não é tratado na presente fase do trabalho.

a lenha, para uso na cocção de alimentos.⁶ O custo financeiro de sua aquisição, para a população rural é certamente superior ao da lenha. Mas, conforme já se fez referência, a razão provável da troca é a redução do trabalho de quem cozinha (todas as operações são mais complicadas no fogão a lenha).

Observe-se que o consumo de lenha em qualquer forma de consumo final, vem decrescendo lentamente nos últimos anos. A Tabela 2 mostra isto para o período 1976/80, para as atividades produtivas da agropecuária e para o total nacional. Quando a lenha é tratada como fonte primária, nota-se que os anos de 1979 e 1980 apresentaram aumento substancial no uso para "transformação" (ou seja, produção de carvão vegetal e geração termelétrica). O consumo primário total de lenha entre 1970 e 1980 cresceu a uma taxa próxima de 2,5% ao ano.⁷ Entre 1976 e 1980, prevalece a estabilidade para o consumo total, apesar do significativo aumento no uso intermediário da lenha nos dois últimos anos. Ambos os usos intermediários — carvão vegetal e termelétricidade — reverterem

⁶ Apesar da ineficiência generalizada da lenha como combustível, parece válido afirmar que nas condições atuais do país seu consumo é plenamente justificado. Em outras palavras, não pareceria recomendável promover a substituição da lenha por qualquer outro combustível, ainda que fisicamente mais eficiente. Os substitutos da lenha seriam normalmente derivados do petróleo, exceto o carvão vegetal, que dela é derivado. A mencionada — e aqui desaconselhada — substituição seria de um combustível nacionalmente produzido, renovável, por outros, em grande parte importados. Dever-se-ia então procurar ampliar o potencial produtivo de lenha e, ao mesmo tempo, reduzir a expansão do consumo de GLP.

⁷ Fazendo-se a hipótese de que o consumo final de lenha em 1970 era de 78% do consumo total — média do período 1976/78, BEN-81 —, conclui-se que a taxa de crescimento do consumo final teria sido de 1,6% ao ano entre 1970 e 1980.

minimamente para o setor rural, ou seja, são os usos não agrícolas que dão alguma sustentação ao crescimento do consumo de lenha.

O consumo de óleo diesel mostra um padrão bastante diverso do da lenha. O consumo global deste combustível cresceu a uma taxa superior a 11% ao ano, entre 1970 e 1980. Demonstrando o vigor da mecanização no campo, a participação da agropecuária no consumo total de diesel passa de algo superior a 7% em 1970 para mais de 14% em 1980 (a taxa de crescimento do consumo do setor aproximou-se dos 19% ao ano, no período).

A frota de tratores responde por uma parcela substancial do consumo rural de diesel tal frota, com potência média crescente, passou de menos de 170 mil em 1970 a mais de 500 mil em 1980. As taxas de crescimento referentes a tratores⁹ foram significativamente superiores às da área cultivada, revelando o mencionado processo de mecanização rural.

A par da intensidade do crescimento do consumo de óleo diesel, ressalta a característica de escassez relativa deste combustível: não foram introduzidos no mercado substitutos para ele, ao contrário do que ocorre com a gasolina e o óleo combustível. Portanto, parece ser o consumo rural de óleo diesel que deve ser

⁸ Motores estacionários, colhedadeiras e veículos de motor diesel são outras categorias importantes de consumidores de óleo diesel.

⁹ A taxa de crescimento da frota de tratores foi de 13% ao ano, entre 1970 e 1980. Para o período 1975-80, a taxa de crescimento da frota foi de 11,8% ao ano e a da potência total foi de 13,9%. C.f. Censos Agropecuários (1970 e 1975) e IPT/IPEA, Agricultura e produção de energia: avaliação do custo de matéria prima para produção de álcool; Fase II Relatório Final, volume VI, São Paulo, dezembro/1981.

objeto de especulação.¹⁰ Em outras palavras, na situação atual do País, revela-se importante discutir o ritmo adequado de mecanização das atividades agropecuárias.

A questão, na verdade, desloca-se para a área da indústria, uma vez que produzidos os tratores, torna-se desejável sua comercialização. E, uma vez adquirido um trator, o produtor rural fatalmente o usará. Restaria uma pequena margem para conservação de óleo diesel na operação de tratores, através de rígida regulagem de motores e de eventuais racionalizações do uso do equipamento.¹¹ Grosso modo, no entanto, poder-se-ia afirmar que o consumo de óleo diesel é determinado pelo estoque de equipamentos — acionados a diesel — que os produtores rurais detêm. Na próxima seção será examinada a relação entre o consumo de diesel, de um lado, e a dimensão da frota e as culturas predominantes, de outro.

A importância do consumo rural de óleo diesel é colocada em destaque na Tabela 3, que cobre os anos de 1976 e 1980. Nota-se aí que o transporte rodoviário, a agropecuária e a indústria, nesta ordem, são os grandes consumidores deste combustível. O transporte rodoviário, em particular, domina a cena, consumindo cerca de 2/3 do total. Ao longo do quadriênio 1976/80, no entanto, a participação desse setor no consumo total declinou ligeiramente.

¹⁰ O consumo de GLP vem atingindo níveis críticos, em termos nacionais; a participação do consumo rural no total é, no entanto, bastante baixa (menos de 4% em 1975, sem incluir o gás canalizado, que inexiste no meio rural).

¹¹ A racionalização do uso dos equipamentos representaria, a partir de algum nível de preços do combustível, queda acentuada de sua utilização, revertendo-se a formas tecnológicas menos mecanizadas. Há sintomas de que tenha ocorrido certa reversão nas duas últimas safras.

TABELA 3

DISTRIBUIÇÃO SETORIAL DO CONSUMO DE ÓLEO DIESEL, 1976 E 1980

SETOR CONSUMIDOR	1976		1980	
	Consumo (1000m ³)	% do Total Geral	Consumo (1000m ³)	% do Total Geral
Transportes	10 335	74,91	13 467	71,82
Rodoviário	9 063	65,69	12 187	64,99
Ferroviário	613	4,44	680	3,63
Hidroviário	659	4,78	600	3,20
Agropecuária	1 551	11,24	2 588	13,80
Indústria	1 301	9,43	1 740	9,28
Transformação ^a	192	1,39	337	1,80
Energético ^b	168	1,22	288	1,53
Comércio	163	1,18	203	1,08
Setor público	87	0,63	129	0,69
Total Consumo Final ^c	13 605	98,61	18 415	98,20
Total Geral	13 797	100,00	18 752	100,00

FONTE: MME, Balanco Energético Nacional - 1981.

NOTAS: a) Consumo na geração termelétrica;

b) Consumo próprio dos centros de transformação (refinarias, centrais elétricas, coquearias, destilarias, etc.);

c) Total geral menos consumo para transformação.

A importância relativa do consumo da agropecuária, por sua vez, cresce substancialmente, passando de 11,2% em 1976 a 13,8% em 1980.¹² O comportamento do consumo desse setor, conforme mencionado acima, vem dependendo mais do ritmo da mecanização rural, ficando em nível secundário a influência da evolução do preço do combustível. Tal hipótese, que parece válida para a situação observada no passado recente, não se verificaria, é claro, em condições muito distintas (seja em termos de "saturação" do processo de mecanização, seja no contexto de uma política de elevação acentuada do preço do diesel).¹³

Seria de acreditar, em princípio, que aumentasse nos próximos anos a importância relativa da agropecuária como consumidor de óleo deiesel, baseando-se tal suposição no relativo atraso tecnológico daquele setor e na expectativa de que o hiato venha a ser reduzido no futuro. Desta forma, é o consumo desse combustível no meio rural que deve ser a tônica de qualquer análise sobre a demanda agrícola de energia. Procurar-se-á, a seguir, examinar o problema (agricultura x energia) do ponto de vista regional, dando-se ênfase às questões do nível tecnológico e da combinação de culturas.

¹²

A Tabela 1 mostra uma participação de 7,4% em 1970.

¹³

A saturação da mecanização deve ser, para a maior parte do país, uma possibilidade bem mais remota do que a retração do consumo em função de altas significativas do preço do combustível.

3. O Consumo Regional de Energia no Meio Rural

O nível tecnológico atingido pelas atividades agropecuárias — qualquer que seja a definição de tecnologia — é o fator predominante para explicar a intensidade do consumo de fontes comerciais de energia. Note-se, nesse sentido, a observação de que nos países hoje desenvolvidos era da ordem de 95% a participação da energia derivada de força animal ou humana aplicada na produção agrícola por volta de 1860. Nos anos recentes aquele percentual representa a participação dos combustíveis fósseis.¹

As disparidades tecnológicas existentes no Brasil são uma constatação bastante óbvia. Uma plantação irrigada de soja, cultivada mecanicamente, encarna uma tecnologia substancialmente distinta da de uma roça de feijão para autoconsumo, cultivada manualmente, com ferramentas rústicas e inteiramente dependente das condições climáticas. Esta última, via de regra, dispensa o uso direto de fontes comerciais de energia.² Genericamente, é claro, as diferenças tecnológicas são menores. Acredita-se, no entanto, que a importância das diferenças existentes seja significativa na determinação da intensidade do consumo de energia (comercial).

O consumo estadual/regional de energia em 1975, examinado nos parágrafos seguintes, introduz a discussão sobre a relação tecnologia-energia. Um estudo específico tratará de analisar

¹ Tal inversão, apresentada como "fato estilizado", foi extraída de S. B. Hill e J. A. Ramsay, "Limitations of the energy approach in defining priorities in agriculture", in W. Lockeretz (ed.), Agriculture and energy (Nova York: Academic Press, 1977), pp. 713-31.

² O uso indireto está sempre presente; seja eventualmente, em forma de combustível utilizado em alguma fase no transporte da semente, seja na produção da ferramenta utilizada, que é um uso quase inescapável.

o tema mais pormenorizadamente. A Tabela 4 apresenta as informações disponíveis no Censo Agropecuário de 1975, excluídos o Distrito Federal, os Territórios e os Estados do Acre e Rondônia.

Existem alguns problemas quanto à conversão de distintas formas de energia em tEP, sendo os casos da lenha e da energia elétrica os mais conspícuos. Tais problemas, no entanto, ficam minimizados quando o ângulo de análise é a comparação espacial. Assim sendo, os resultados expressos na Tabela 4 e nas seguintes podem ser interpretados com razoável precisão. Deve ser mais uma vez ressaltado o fato de que o Censo cobre o consumo dos estabelecimentos, sem distinguir o uso residencial/pessoal daquele que é diretamente voltado para as atividades produtivas. Desta forma, tecnologia e padrão de vida estão irremediavelmente misturados nos dados a seguir discutidos.

A primeira evidência a apontar na Tabela 4 refere-se à difusão do uso da lenha. O Estado de São Paulo distancia-se enormemente dos demais a este respeito, mas, ainda assim, mais de 1/4 da energia consumida nesse Estado provém da queima da lenha. A média geral supera os 70% e, em cinco Estados (AM, PA, PI, SE e BA), a lenha representa mais de 90% do consumo total de energia. É interessante notar que nos Estados de Goiás e de Mato Grosso³ a lenha representou parcelas do consumo total semelhantes às dos Estados do Rio de Janeiro e do Rio Grande do Sul; aqueles dois primeiros, de ocupação bem mais recente do que os dois últimos, têm lenha em abundância, o que não ocorre com os dois últimos. Isto se deve, aparentemente, ao caráter "latifundiário" da ocupação do Cen-

³ Mato Grosso aqui indica a agregação dos dois Estados em que o antigo MT foi dividido.

TABELA 4

CONSUMO DE ENERGIA NO MEIO RURAL EM 1975 (tEP¹)

ESTADOS	ENERGIA ELÉTRICA	RESÍDUOS VEGETAIS	LENHA	CARVÃO VEGETAL	GLP	GASOLINA	DIESEL	QUEROSENE	TOTAL
AM	641	1	213 792	997	1 284	1 378	2 174	4 408	224 675
PA	1 282	3	386 057	10 906	1 540	4 693	13 482	8 608	426 571
MA	412	96	279 620	92 708	533	1 424	2 175	17 730	394 698
PI	608	41	82 334	1 299	85	1 470	1 439	3 045	90 321
CE	3 439	8 931	260 494	1 070	1 026	4 820	7 778	9 677	297 235
RN	1 241	341	80 238	1 224	548	2 161	4 287	3 076	93 116
PB	1 960	15 871	145 345	5 383	811	3 912	5 762	5 782	184 826
PE	9 594	2 234	227 482	13 355	1 561	10 913	17 434	9 880	292 453
AL	2 241	308	96 940	8 148	917	9 747	18 958	4 085	141 344
SE	1 190	51	82 923	196	537	1 119	2 442	2 149	90 607
BA	3 285	263	907 699	1 811	3 150	14 714	13 849	21 733	966 504
MG	28 733	2 347	691 680	384	4 110	88 547	93 741	13 168	922 710
ES	4 034	54	99 167	239	713	8 653	7 604	2 196	122 660
RJ	11 277	12	56 920	27	4 811	14 359	21 699	2 778	111 883
SP	109 991	747	205 998	213	17 430	136 063	311 168	5 078	786 688
PR	21 869	330	691 484	32	8 337	81 323	158 520	13 613	975 508
SC	14 590	19	428 632	25	5 700	21 854	24 361	3 810	498 991
RS	24 421	147	716 439	91	13 613	82 374	262 941	10 288	1 110 314
MT	4 383	114	151 633	54	1 415	30 859	99 426	5 145	293 029
GO	6 636	101	224 927	830	1 396	39 516	70 207	5 810	349 423
Σ	251 827	32 011	6 029 804	138 992	69 517	559 899	1 139 447	152 059	8 373 556

FONTE: FIBGE, Censo Agropecuário - 1975

- a Coeficientes de conversão utilizados (BEN-81; período 1976/79)
 energia elétrica: 1000 kwh = 0,29 tEP; resíduos vegetais:
 1t = 0,209 tEP;
 lenha: 1000m³ = 65,5 tEP; carvão vegetal: 1t = 0,63 tEP;
 GLP: 1t = 1,101 tEP
 gasolina: 1000ℓ = 0,754 tEP; diesel: 1000 ℓ = 0,836 tEP; quero
 sene 1000 ℓ = 0,799 tEP

tro-Oeste, significando propriedades relativamente mecanizadas e, em conseqüência, consumindo uma quantidade considerável de óleo diesel. A menor densidade demográfica do Centro-Oeste implica também menor consumo de lenha, uma vez que o uso desse combustível é predominantemente residencial.⁴

Os resíduos vegetais, o carvão vegetal e o GLP não eram, em 1975, fornecedores importantes de energia ao meio rural. As poucas exceções — participações superiores a 4% do total — referem-se aos resíduos vegetais na Paraíba, ao carvão vegetal no Maranhão, em Pernambuco e em Alagoas e ao GLP no Rio de Janeiro. O caso do carvão vegetal no Maranhão é, aliás, marcante, superando 23% do consumo energético total do Estado, sendo a próxima participação a de Alagoas, inferior a 6%. Aquele percentual elevado é refletido numa participação menor da lenha no Maranhão, fugindo este Estado do padrão predominante no Norte/Nordeste.

O querosene iluminante apresenta uma participação bastante estável nos 20 Estados que compõem a Tabela 4: varia de algo menos de 1% (SP, SC e RS) a pouco mais de 4% (MA). O consumo generalizado desse combustível indica a insuficiência da eletrificação rural;⁵ apenas em Pernambuco e de Minas Gerais para o Sul a eletricidade superava a marca de 2% da energia consumida em 1975. São Paulo e Rio de Janeiro lideram as estatísticas referentes à importância relativa da energia elétrica (respectivamente, 14 a 10%). No outro extremo — menos de 0,5% — encontram-se o Maranhão, o Amazonas, o Pará e a Bahia.

⁴ A Tabela 5 confirma tais hipóteses, pois, evidencia o fato de que a região Centro-Oeste tem o índice mais elevado de consumo de lenha por estabelecimento.

⁵ O censo Agropecuário mostra que menos de 7% dos estabelecimentos rurais utilizavam energia elétrica em 1975.

O óleo diesel e a gasolina, combustíveis utilizados por máquinas e veículos "modernos", apresentam coeficiente de consumo — consumo de combustível/total energético consumido — decididamente crescentes com o nível de renda (rural) dos Estados.⁶ Note-se, no entanto, que o consumo desses dois combustíveis é generalizadamente importante, exceto nos Estados do Amazonas e do Maranhão. Participações realmente expressivas, contudo, são encontradas em Alagoas e no Centro-Sul (incluindo MT e GO).

Numa tentativa de sintetizar a Tabela 4 poder-se-ia afirmar que:

i) Os resultados são, de modo geral, sem surpresas: o mix energético de cada Estado enquadra-se dentro de certo padrão indicativo de que o progresso econômico seja um processo abrangente, amplamente modificador dos hábitos de consumo. Em outras palavras: na medida em que se caminha na escala ascendente do nível de renda, perdem importância relativa os energéticos tradicionais — especialmente a lenha —, sendo "substituídos"⁷ por derivados de petróleo e pela energia elétrica.

ii) Os resultados isolados mais surpreendentes incluem a elevada participação do carvão vegetal no Maranhão⁸ e a compo-

⁶ O coeficiente de correlação para os 20 Estados da Tabela 4 entre o "produto per capita" (valor da produção agropecuária em 1975/número de trabalhadores) e a participação do diesel no consumo total de energia é de 0,901; quando se substitui a participação do diesel pela da gasolina o coeficiente de correlação sobe para 0,930.

⁷ A mencionada substituição não ocorre sempre em sentido estrito, pois a lenha, por exemplo, não é substituída por gasolina ou por óleo diesel. Indica-se apenas que o crescimento mais que proporcional desses dois combustíveis leva a alterações na composição do consumo global de energia. Um exemplo óbvio de substituição estrita seria a da lenha por GLP na cocção de alimentos.

⁸ O carvão vegetal, feito a partir de resíduos de babaçu nesse Estado, é de utilização ampla. Sua qualidade, ao que consta, é bem superior à do carvão derivado de lenha.

sição energética de Alagoas, que foge ao padrão nordestino; neste Estado a participação da lenha — inferior a 70% do total — aproxima-se dos níveis do Centro-Sul (exceto São Paulo, definitivamente em outro patamar) e, em contrapartida, são expressivos os consumos de carvão vegetal, gasolina e diesel. Trata-se, provavelmente, da maior importância relativa do cultivo da cana em Alagoas,⁹ produto que requer maior grau de mecanização e que possibilita a existência de uma parcela de produtores prósperos.

Nos próximos parágrafos, embora ao custo de redução das disparidades, as informações estaduais são agregadas em cinco "regiões", possibilitando, desta forma, ampliar a base de dados sem tornar insuportável a descrição das tabelas. A Tabela 5 contém as primeiras informações agregadas regionalmente.

A primeira coluna da Tabela 5 mostra apenas a distribuição regional do consumo de agregado "energia". São Paulo e a região Sul consomem níveis substancialmente superiores à média, representando cerca de 40% do total. As participações médias por Estado indicariam que, em seguida àquelas duas "regiões", em ordem decrescente, apareceriam a Sudeste, a Norte/Centro-Oeste e, finalmente, a Nordeste. As colunas seguintes permitem observações mais sólidas.

Foram incluídas na Tabela 5 estatísticas referentes ao consumo de quatro energéticos importantes, permitindo classificar-se dois deles (energia elétrica e diesel) como modernos e os dois

⁹ Em 1975, o Valor da Produção da cana representava mais de 56% do Valor da Produção da agropecuária de Alagoas. A próxima maior participação da cana era a de Pernambuco, inferior a 36%.

TABELA 5

CONSUMO DE ENERGIA DA AGROPECUÁRIA EM 1975, POR REGIÕES

REGIÕES	PARTICIPAÇÃO REGIONAL DO CONSUMO DE ENERGIA (%)	INTENSIDADE DO CONSUMO DE ALGUNS ENERGÉTICOS (tEP/ha, ^e tEP/estabelecimento ^f)					
		Energia Elétrica (tEP/ha)	Óleo Diesel (tEP/ha)	Lenha		Querosene	
				tEP/ha	tEP/estab.	tEP/ha	tEP/estab.
Norte/Centro-Oeste ^a	15,45	0,59	8,49	44,76	1 748	1,10	43,8
Nordeste ^b	30,47	1,34	4,15	121,02	920	4,32	32,8
Sudeste ^c	13,82	4,30	12,02	82,82	1 412	1,77	30,2
São Paulo	9,39	9,36	26,47	17,52	740	0,43	18,2
Sul ^d	30,87	3,49	25,58	105,37	1 588	1,59	23,9
Total	100,00	3,18	14,40	76,22	1 222	1,92	30,8

FONTE: FIBGE, Censo Agropecuário - 1975.

NOTAS: a) Amazonas, Pará, Goiás e Mato Grosso (MT + MS);

b) Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia;

c) Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro;

d) Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul;

e) tEP para cada 1.000 hectares cultivados com lavouras temporárias e permanentes e com pastagens plantadas; e

f) tEP por 1.000 estabelecimentos.

outros (lenha e querosene) como tradicionais.¹⁰ O óleo diesel está basicamente ligado às atividades produtivas da agropecuária; os outros três energéticos têm uso misto (energia elétrica) ou basicamente residencial (lenha e querosene). Tal mistura ofusca um pouco a análise mas, no âmbito dos Censos, é incontornável.

O exame dos coeficientes expostos na Tabela 5 permite concluir, de forma inequívoca, que São Paulo é destacadamente a área mais modernizada do País no que se refere ao consumo rural de energia. A eletrificação rural do Estado faz com que seu consumo específico de eletricidade (tEP/ha) seja três vezes a média nacional (sete vezes o do Nordeste e 16 vezes o do Norte/Centro - Oeste). O consumo específico de energia elétrica é, aliás, o indicador que mostra maiores disparidades regionais. A maior ou menor penetração da rede de distribuição é a razão disto, já que a geração própria de eletricidade requer elevados investimentos.¹¹ Quanto ao outro energético moderno - o diesel -, São Paulo apresenta maior consumo específico, só que agora seguido de perto pelo da região Sul.

¹⁰ Tais designações são, obviamente, arbitrárias e não se referem à época do início do aproveitamento das respectivas fontes energéticas. O sentido da dicotomia prende-se aos usos predominantes que lhes são dados, ou seja, a eletricidade e o diesel são consumidos, normalmente, por artefatos industriais com certo grau de sofisticação, ao passo que a lenha e o querosene (iluminante) são usados por dispositivos (fogão a lenha, lamparinas e lampiões, etc.) bastante rudimentares. Os fogões a lenha produzidos pela indústria — que se incluiriam na categoria de artefatos mais sofisticados — são de importância muito reduzida no quadro geral dos fogões a lenha.

¹¹ No meio rural a própria eletrificação por rede geral é onerosa, pois, o consumidor paga diretamente uma parte da extensão da rede. Nesse caso, no entanto, ao menos nos últimos anos, o investimento pôde ser financiado a longo prazo e com juros reduzidos.

Para a lenha e o querosene, segundo ambas as medidas adotadas,¹² São Paulo apresenta os índices mais baixos de consumo específico, mostrando que a economia rural desse Estado seguiu a trajetória modernizadora de seu segmento urbano, colocando-se em posição bastante superior à dos demais Estados da Federação.

A comparação entre as regiões Sul e Sudeste indica um certo equilíbrio no "grau de modernização" do consumo de energia de ambas. É maior o consumo específico de eletricidade e de querosene no Sudeste do que no Sul, ocorrendo o contrário com o diesel e a lenha. Note-se, no entanto, que o consumo de diesel — melhor indicador da adoção de técnicas modernas de produção — da região Sul é o dobro (por hectare) do da região Sudeste. Conforme se discutirá adiante, a região Sul vem operando com uma combinação de culturas bem mais exigente em termos de mecanização do que a Sudeste.

As regiões Nordeste e Norte/Centro-Oeste apresentam, como seria de esperar, maiores índices de consumo para os energéticos tradicionais e menores para os modernos. A comparação entre essas duas regiões revela, no entanto, diferenças significativas entre elas. Por um lado, o pequeno consumo de eletricidade de ambas é muito mais reduzido na região Norte/Centro-Oeste, ocorrendo o oposto em relação ao diesel. Por outro lado, para os dois energéticos tradicionais invertem-se as posições das duas regiões, conforme se observe uma ou outra das medidas adotadas, ou seja, o con

¹² Relação entre o consumo do combustível — medido em tEP — e cada 1000 hectares cultivados e entre o primeiro e o número de estabelecimentos rurais. Esta segunda relação parece mais adequada nos casos da lenha e do querosene (iluminante), cujos consumos são predominantemente residenciais.

sumo específico de lenha e de querosene por hectare cultivado é maior no Nordeste, mas, no caso do consumo por estabelecimento torna-se maior o consumo da região Norte/Centro-Oeste. Tal inversão deve-se à diferença de densidade populacional ou, vista a questão de outra forma, ao tamanho médio dos estabelecimentos entre as duas regiões, sendo o Nordeste a região mais densamente povoada e com menor área média dos estabelecimentos.

As diferenças regionais no consumo de energia refletem os estágios de desenvolvimento econômico atingidos pelas respectivas regiões.¹³ Foi mencionada acima a elevada correlação (positiva) entre o "produto rural per capita" e a importância relativa do consumo de diesel. O consumo per capita de todas as fontes de energia também está significativamente associado com o nível de renda, especialmente quando se exclui a lenha.¹⁴

O aumento do consumo de energia por trabalhador, que acompanha a elevação do nível de renda, é, aparentemente, um fenômeno cuja causação não é bem determinada. Pode-se, por um lado, raciocinar em termos de a maior renda disponível permitir investir em equipamentos consumidores de energia, gerando a relação observada. Mas, por outro lado, a preexistência de determinado

¹³ Eventualmente surgem características locais — como a disseminação do carvão vegetal no Maranhão ou o emprego de termelétrica no Sul — que não estão diretamente associadas ao nível de desenvolvimento. Mas, esses são fatos isolados, sem grande influência nos padrões gerais.

¹⁴ O consumo de lenha, mesmo no meio rural, pode estar associado a fatores que não se subordinam ao nível de renda. Seria o caso, por exemplo, da maior ou menor disponibilidade local desse energético. Foram calculados os coeficientes de correlação entre o Valor da Produção Agropecuária por trabalhador e o consumo total (por trabalhador) de energia, para os 20 Estados da Tabela 4; incluindo-se a lenha, o coeficiente obtido foi de 0,65, passando a 0,93 quando ela é excluída.....

estoque de equipamentos faz subir o nível tecnológico da exploração agropecuária, levando, em consequência, a patamares mais altos a produtividade física e, desta forma, a aumentos do nível de renda. Ao longo do processo de crescimento as duas ordens de influência vão sendo exercidas em paralelo e, quando se observa uma cross section em qualquer momento do tempo, parece arbitrário escolher um dos dois sentidos da causação como predominante. Constatada a relação — que era esperada — pode-se, no entanto, procurar explicitar algumas variáveis relevantes que nela estão envolvidas. Isto é feito a seguir.

A questão da tecnologia predominante é, a este respeito, a mais promissora. Quando se procura estabelecer um conceito preciso de tecnologia agrícola já se depara com um tema amplo e não isento de controvérsia. Para os propósitos da presente discussão, no entanto, admitiremos as seguintes proposições: o nível tecnológico será tão mais elevado — ou, alternativamente, tão maior será o grau de modernização — quanto: i) mais frequente for a prática da irrigação na região; ii) mais intenso for o uso de fertilizantes (químicos) e defensivos agrícolas; iii) mais mecanizadas forem as atividades produtivas. Naturalmente fica subentendida a idéia de que haja capacidade administrativa e domínio suficiente sobre o uso daqueles insumos, de tal forma que as combinações adotadas sejam adequadas às condições locais.

Dos três indicadores mencionados, o primeiro foi descartado, pois a irrigação só é importante no Rio Grande do Sul, tornando-se inexpressiva na quase totalidade dos demais

Estados.¹⁵ O consumo de fertilizantes químicos e defensivos agrícolas não é quantificado nos Censos,¹⁶ embora seja uma informação disponível em outras fontes. Decidiu-se coletá-la apenas no formato que ela é fornecida pelo Censo, tomando-a como uma informação complementar à do indicador do grau de mecanização.

A mecanização é um processo variado, representado por uma série de equipamentos (tratores, colhedeiiras, caminhões, trituradores, etc.). O trator é, no entanto, o equipamento mais versátil, além de ser dos mais difundidos.¹⁷ Decidiu-se concentrar a análise da mecanização (modernização/nível tecnológico) na situação da frota de tratores. A relação adotada é a potência total da frota dividida pelo número de hectares cultivados. Supõe-se que o consumo de qualquer fonte comercial de energia — logo, também o total consumido — aumente com a elevação daquela relação. A Tabela 6 mostra tais dados para as cinco "regiões" definidas.

Outra variável incluída na Tabela 6 é o indicador de combinação de culturas. Tal indicador foi definido como a parti-

¹⁵ Em 1975, 43,8% da área irrigada do País localizavam-se no Rio Grande do Sul. Ainda assim, a irrigação nesse Estado atingia apenas 7,2% da área ocupada com lavouras e pastagens plantadas no mesmo ano (a média nacional era inferior a 1,4%). A área irrigada era da ordem de 0,5% do total no conjunto Norte/Nordeste/Centro-Oeste. Cf. FIBGE, Censo Agropecuário - 1975.

¹⁶ Tem-se apenas a informação quanto ao número de estabelecimentos que empregam (ou não) aqueles produtos.

¹⁷ Os tratores foram responsáveis por 79% do consumo total de óleo diesel no meio rural na safra 1979/80. O consumo dos motores estacionários representou cerca de 16% do total e as colhedeiiras apenas 5%. Cf. R. de Melo e Sousa, Energia no setor agrícola (MIC/CDI, fevereiro 1982).

cipação de alguns produtos — mais "mecanizados"¹ — no Valor da Produção e na área cultivada da agropecuária, em 1975. Espera-se que o consumo "per capita" de energia cresça com o aumento da participação dos produtos mais mecanizados. Consta também da Tabela 6 um indicador da disseminação do uso de adubos químicos, que é uma medida incompleta, pois não reflete a intensidade do uso, mas tão-somente sua frequência. Ainda assim, é de supor que o grau de modernização esteja intimamente associado com a percentagem dos estabelecimentos que usam tal insumo.

A primeira coluna da Tabela 6, que inclui a lenha, mostra valores bastante próximos para todas as "regiões". Excluindo-se o consumo de lenha são obtidos os números da segunda coluna, que parecem refletir melhor as diferenças regionais na intensidade do uso de energia no meio rural;¹⁹ tanto a ordenação quanto as magnitudes dos valores da segunda coluna mostram-se de acordo com o que se esperaria no contexto de um educated guess. Assim sendo, são os números desta coluna que levamos em consideração nos próximos parágrafos.²⁰

¹⁸ Os cinco produtos mais "mecanizados" — isto é, os maiores consumidores do óleo diesel — são os seguintes: soja, arroz, cana, milho e trigo. Na safra 1979/80, esses produtos utilizaram 71,5% do total de óleo diesel consumido pela agropecuária. Tais produtos, além do grande volume de óleo diesel consumido, apresentam consumo específico (litro/ha cultivado) superior à média, exceto milho. Em 1975, por exemplo, eles foram responsáveis por 30% do Valor da Produção Agropecuária, percentagem bem inferior àquela referente ao diesel. O primeiro percentual citado foi extraído de R. de Melo e Sousa, op. cit. o segundo, de FIBGE, Censo Agropecuário - 1975.

¹⁹ A relação entre o maior e o menor valor, inferior a 2 na primeira coluna, é quase 10 na segunda. Em termos puramente aritméticos, tal mudança é devida à maior participação da lenha nas regiões que consomem menos energia. Mais substancialmente, tal mudança reflete o maior grau de ineficiência da lenha como combustível.

²⁰ Outra razão importante para se preferir a segunda coluna à primeira é o fato de a lenha, com seu enorme peso no consumo global de energia, ser de uso basicamente residencial, estando, portanto, algo distante da noção de tecnologia nas atividades produtivas.

TABELA 6

NÍVEL DE CONSUMO DE ENERGIA E INDICADORES PARA SUA EXPLICAÇÃO - 1975, POR REGIÕES

REGIÕES	CONSUMO PER CAPITA DE ENERGIA ^a (tEP/1000 pessoas)		INDICADORES DO GRAU DE MECANIZAÇÃO		PARTICIPAÇÃO DOS PRODUTOS MAIS MECANIZADOS NO TOTAL (%)				PERCENTAGEM DE ESTABELECIMENTOS QUE USAM ADUBOS QUÍMICOS
	Total	Exceto Lenha	Potência Total ^b	Potência Média ^c	do Valor da Produção ^d		da Área Cultivada ^e		
					Produtos ^f	Produtos ^g	Produtos ^f	Produtos ^g	
Norte/Centro-Oeste	538,7	132,1	2.086.726	95,7	31,5	2,7	65,7	4,0	7,54
Nordeste	291,9	44,4	917.637	51,3	25,4	13,7	39,2	7,0	3,25
Sudeste	416,2	111,3	1.800.753	175,9	17,2	4,9	55,3	6,7	28,76
São Paulo	576,4	425,4	5.801.844	493,6	23,2	13,8	50,7	21,3	58,90
Sul	535,0	154,9	8.837.576	507,1	42,6	24,6	88,4	47,0	37,85
Total	416,2	116,5	19.444.536	244,1	30,7	15,2	62,4	21,5	17,89

FONTE: FIBGE, Censo Agropecuário - 1975.

- a) Consumo agregado de eletricidade, resíduos vegetais, lenha, carvão vegetal, GLP, gasolina, diesel e querosene todas as medidas convertidas em tEP, dividido pelo número de trabalhadores ocupados nas atividades agropecuárias;
- b) Para estimar a potência total (dada em cv) dos tratores existentes em 1975 foram postuladas as seguintes médias para cada classe: i) tratores com menos de 10 cv - média: 8 cv; ii) tratores com 10-50 cv - média: 30 cv; iii) tratores com 50-100 cv - média: 75 cv; iv) tratores acima de 100 cv - média: 120 cv;
- c) Potência total (cv)/1000 ha cultivados com lavouras permanentes e temporárias e com pastagens plantadas;
- d) Valor da Produção dos produtos selecionados/ valor da Produção da Agropecuária;
- e) Área cultivada com os produtos selecionados/área cultivada com lavouras (total);
- f) Arroz, cana, milho, soja e trigo;
- g) Cana, soja e trigo.

Os resultados da terceira e da quarta colunas da Tabela 6, que expressam o potencial utilizável da frota de tratores, ca sam-se adequadamente com os da segunda coluna. Em outras pala- vras, a frota de tratores tem uma influência significativa sobre os níveis de consumo per capita de energia no meio rural. Fo- ram estimados os coeficientes de correlação linear entre os dois pares de variáveis — dados para os 20 Estados da Tabela 4 — com os seguintes resultados: $r = 0,665$ entre a potência média por hectare cultivado e o consumo de energia (exceto lenha); e $r = 0,785$ entre esta última e a potência total da frota.²¹

Tais correlações, positivas e de magnitudes não despre- zíveis, sugerem certa sincronia do processo de modernização da agricultura, desde que se aceite o consumo médio de energia comer- cial por trabalhador como indicador do grau de modernização. Pare- ce aceitável tal indicador, pois, as fontes comerciais de energia substituem as fontes mais tradicionais, como a força animal e hu- mana e a fertilidade natural dos solos.²² Tal substituição repre-

²¹ Uma vez que o óleo diesel é uma fonte energética importante ao nível da agropecuária nacional, e que, por outro lado, os tra- tores são os principais consumidores de diesel na agropecuária (mais de 75% na safra 1979/80), poder-se-ia argumentar que as correlações observadas são algo espúrias (os tratores teriam representado algo em torno de 10% da energia consumida pela agropecuária em 1975). Deve ser observado, no entanto, que o diesel só é realmente importante no Centro-Sul (inclusive Cen- tro-Oeste), apresentando participações totalmente díspares nos Estados: para uma participação média de 13,6% em 1975, a variân- cia (entre os Estados) foi de 123,3 e a relação entre a maior participação (São Paulo) e a menor (Maranhão) chegou a 72, ou seja, as correlações obtidas não parecem ser meros resultados estatísticos, ilustrando antes associações com significado eco- nômico inteiramente aceitável.

²² Os fertilizantes químicos não estão computados como consumo de energia nas informações aqui analisadas. De forma indireta, no entanto, seu uso influi sobre o consumo das fontes aqui consi- deradas, já que a adubação artificial geralmente implica o uso de máquinas (que consomem diesel).

sentada uma melhoria do padrão de vida do trabalhador rural²³ na medida em que é reduzido o esforço físico necessário ao desempenho de suas funções. Por outro lado, o maior consumo de fontes comerciais de energia eleva o potencial de ganhos de produtividade — rendimentos físicos por hectare — desde que as novas técnicas sejam bem administradas (sementes melhores, preparo mais adequado da terra, plantio e colheita nas épocas certas, recuperação da fertilidade do solo, são formas de aumentar a produtividade, que implicam maior consumo de fontes comerciais de energia).

A associação entre consumo de energia e modernização (nível tecnológico) referida acima como um processo sincronizado de modernização é caracterizada como tal pelo fato de que o aumento da frota de tratores (potência) é capaz de "explicar" um aumento concomitante do agregado energia. Acredita-se que tal interpretação possa ser dada aos coeficientes de correlação obtidos (entre consumo de energia por pessoa e potência da frota). A idéia é simples: quanto mais importante for a frota de tratores em determinada região (ou Estado), maior será a probabilidade de que seja difundido o uso de fertilizantes, de energia elétrica, de colhedoras mecânicas, etc. Está sendo proposta, em outras palavras, a hipótese de que a adoção de novas técnicas presume a utilização de equipamentos variados, em conjunto, ao invés de um ou outro tipo isolado de equipamento (e/ou tipo de cultivo).

O menor dos dois coeficientes de correlação acima ($r = 0,665$) implica, estatisticamente, que 44% das variações do

²³ A liberação de mão-de-obra, a geração de prováveis fluxos migratórios para o meio urbano e a eventual marginalização de uma parcela dos que deixam o campo são o lado negativo do processo de mecanização rural.

consumo de energia (por trabalhador) explicam-se por variações na dimensão da frota estadual de tratores (potencia total/1.000 hectares). A capacidade "explicativa" da regressão fica bem menor quando a lenha é incluída no total da energia consumida.²⁴ Mas, conforme já se repetiu reiteradas vezes, a lenha incorpora inúmeras complicações (coleta de dados, ineficiência como combustível, efeito da oferta local, etc.).

Enquanto a mecanização — medida pela frota de tratores — revelou um grau aceitável de associação com o consumo de energia a relação torna-se bem mais frágil entre este e a combinação de culturas. Foram consideradas as participações dos três e dos cinco produtos²⁵ maiores consumidores de óleo diesel como proxy para a combinação de culturas, tomando-se as participações daqueles produtos no Valor da Produção da Agropecuária e na área cultivada com lavouras; foram então estimadas quatro regressões entre essas variáveis e o consumo de energia por trabalhador e obtiveram-se coeficientes de correlação que variam entre 0,176 e 0,418 ("explicariam" entre 3 e 17% das variações do consumo de energia).³

Os resultados, agora estatisticamente inexpressivos, não são também surpreendentes. Pois, embora a hipótese inicial fosse plausível — o consumo de energia por trabalhador deverá elevar-se com a elevação da participação dos produtos de tecnologia mais moderna — a situação real é complicada, tornando a proxy utili-

²⁴ Em lugar de 0,665 e 0,785 teríamos, respectivamente, 0,538 e 0,554; o menor ² passa então a ser 0,289 (contra 0,442 anteriormente).

²⁵ Sempre para o ano de 1975, dados agregados por Estados.

²⁶ Os valores obtidos foram, especificamente: 0,176 e 0,289 para o Valor da Produção, respectivamente 3 e 5 produtos; 0,408 e 0,418 para a área cultivada, idem. A variável dependente considerada é sempre a mesma: energia consumida (exceto lenha) por trabalhador.

zada incapaz de refleti-la. Senão vejamos: os maiores consumidores de diesel são a soja, o arroz, a cana, o milho e o trigo, nesta ordem.²⁷ Destes cinco, o milho e o arroz são produtos cultivados em todo o País, com distintos graus de modernização, portanto, não seria de esperar que a maior presença deles implicasse necessariamente maior nível tecnológico da agricultura local (ou maior consumo de energia por trabalhador). Sobraria a cana, a soja e o trigo, sabidamente produtos que exigem técnicas mais modernas do que a média nacional. Tais produtos são, ao contrário, excessivamente concentrados em alguns Estados: os três principais produtores em 1975 foram responsáveis por 75,3% da cana produzida, 93,5% da soja e 98,2% do trigo.²⁸ Com tal grau de concentração, é apenas natural que seja reduzido o poder explicativo da variável considerada.

Adicione-se ainda o seguinte complicador para a operacionalidade daquela variável: os Estados de agricultura mais moderna tendem a diversificar sua estrutura de produção, anulando parcialmente o efeito esperado da participação de qualquer grupo de produtos. Tomemos o caso limite: São Paulo. Este Estado aparece entre os três maiores produtores de cana, soja e trigo. Mas, isto é também válido para uma enorme gama de outros produtos,²⁹

27 Tal ordem é referente ao consumo total de cada produto; quando se considera o consumo específico (litro/hectare cultivado) o milho só aparece em 7º lugar, surgindo o café e o amendoim antes dele.

28 Percentuais apurados em relação à quantidade produzida (tonelada). Fonte: FIBGE, Censo ... 1975.

29 Só para citar uns poucos exemplos importantes, São Paulo figura também entre os três maiores produtores de algodão, amendoim, batata inglesa, café, laranja, leite e milho.

e, como resultado, a participação daqueles três produtos na agropecuária paulista é inferior à média nacional.³⁰

Desta forma, embora conceitualmente pareça fazer sentido a idéia de que a combinação de culturas influencie significativamente o nível de consumo de energia por trabalhador, as medidas aqui adotadas para representar a combinação revelaram-se limitadas em seu poder explicativo.³¹

O indicador de difusão do uso dos adubos químicos — percentagem de estabelecimentos que usaram o insumo em 1975 — mostrou uma elevada associação com o nível de consumo de energia por trabalhador. Obteve-se um coeficiente de correlação linear de 0,712 entre as duas variáveis, valor que se situa a meio caminho entre os dois obtidos na correlação entre a segunda variável acima e os dois indicadores da potência da frota de tratores. Ou seja, a adubação química gera efeitos de modernização da agricultura — o consumo de energia por trabalhador foi utilizado como proxy para o grau de modernização — de magnitudes semelhantes àqueles devidos à mecanização (tratorização).

Embora tenham sido obtidas correlações significativas entre, por um lado, o consumo de energia por trabalhador e a potência disponível da frota de tratores e a difusão do uso de fertilizantes, por outro, as regressões múltiplas estimadas geraram

³⁰ Cana, soja e trigo representaram 13,8% do Valor da Produção da Agropecuária de São Paulo em 1975 e 15,2% da agropecuária nacional.

³¹ Um rápido exame da Tabela 6 mostra que até a ordenação das cinco "regiões" é instável face às mudanças na definição de combinação de culturas (quinta a oitava colunas). Só a região Sul mantém sua ordenação, figurando como a que tem participações mais elevadas. São Paulo e Norte/Centro-Oeste apresentam os maiores desvios quando se consideram três ou cinco produtos.

resultados estatisticamente duvidosos.³² É provável que isto se deva ao fato de que as variáveis explicativas são altamente correlacionadas entre si, especialmente a frota de tratores e o uso de adubos químicos.³³

A fragilidade das regressões múltiplas estimadas significa que as variáveis aqui utilizadas não serviriam de base para a eventual especificação de um modelo de consumo agrícola de energia. Algum tipo de especificação seria condição para que se chegasse a eventuais projeções de demanda. Tais projeções, no entanto, exigiriam um intenso esforço analítico e empírico, fora do alcance do presente trabalho, cujo objetivo era basicamente o de explorar (e descrever) as principais evidências empíricas publicadas.

³² Rejeita-se a hipótese de nulidade do coeficiente de correlação simples — 1% de significância — nos seis casos onde aparecem as duas definições de potência da frota e da difusão do uso de adubos em confronto com as duas medidas de consumo de energia (incluindo e excluindo a lenha). Em qualquer regressão múltipla, no entanto, no caso mais favorável apenas um dos coeficientes pode ser considerado significativamente diferente de zero ao nível de 5%; o(s) outro(s) pode(m) ser considerado(s) nulo(s) com probabilidade bastante elevada.

³³ Coeficiente de correlação simples da ordem de 0,87.

4. Resumo e Conclusões

A agropecuária nacional consome uma percentagem razoávelmente pequena da energia total consumida no País, constatação que, no entanto, está sujeita a diversas qualificações importantes.

Em primeiro lugar, deve-se notar que o Brasil não é excepcional a este respeito, pois, as atividades agropecuárias são geralmente menos intensivas em energia do que as atividades produtivas do meio urbano. O setor agrícola de Israel, por exemplo, "... provavelmente um dos países do mundo onde a agricultura é mais intensiva em energia...",¹ consumiu 9,5% da energia total do país em 1978. Na maioria dos países desenvolvidos observa-se que o consumo rural de energia representa algo entre 3 e 6% do total³.

Desta forma, as participações mostradas na Tabela 2, que situam as atividades produtivas da agropecuária como responsáveis pelo consumo de algo entre 5 e 7% da energia consumida no país, estariam dentro da "faixa de normalidade" dos padrões internacionais. Observa-se, no entanto, que tais médias, referentes ao agregado energia, resultam de participações amplamente variáveis entre as distintas fontes energéticas, sugerindo a conveniência de examiná-las separadamente.

¹ D. Dvoskin, "Energy-dependent agriculture in Israel, in Energy in Agriculture, vol. 1: 1981/1982, pp. 131-9.

² Ibid, p. 132

³ As participações só se tornam elevadas quando, ao invés do setor agrícola em si, estima-se o consumo do sistema de produção de alimentos (incluindo transporte, industrialização, armazenagem, comercialização e cocção). Neste caso a participação atinge valores da ordem de 30% de consumo energético total.

Ao considerar a situação específica de cada energético, levando-se em conta a importância do respectivo energético no cenário nacional, coloca-se em destaque a questão do consumo de óleo diesel pelas atividades da agropecuária. Entre 1970 e 1980 dobra a participação — de 7 a 14% — do setor no consumo nacional de diesel, num período em que o total nacional cresceu a uma taxa de 11% ao ano. Conforme se sabe, o óleo diesel é, atualmente, o principal gargalo dentre os derivados de petróleo, pois não tem substitutos importantes ao contrário do que ocorre com a gasolina e o óleo combustível.

Considerando-se, por outro lado, que as tecnologias adotadas por parte substancial dos produtores rurais são bastante rudimentares, evidencia-se um sério conflito: há sólidas razões para incentivar a economia de diesel e, ao mesmo tempo, para buscar níveis mais elevados de produtividade agrícola (sendo a mecanização quase sempre parte do processo de aumento da produtividade física). A solução deste conflito requer análises detalhadas da questão. A curto prazo, é provável que a elevação dos preços do combustível seja suficiente para provocar a queda de seu consumo, através de uso mais racional do estoque de equipamentos ou, até mesmo de certas regressões a operações menos modernas. A mais longo prazo, no entanto, persistindo a restrição ao uso rentável do diesel, a solução teria de vir a partir da produção de equipamentos que consumissem outros energéticos.

O consumo rural de lenha é relativamente maior do que o de diesel. De acordo com a definição da Tabela 2 — apenas atividades produtivas — a agricultura consome cerca de 16% do total nacional, mas, quando se inclui também o consumo residencial —

Tabela 1 — a participação do meio rural sobre a cerca de 1/3 do total. A lenha, no entanto, é um combustível renovável, produzido nacionalmente; assim sendo, não pareceria recomendável tratar de substituí-la. Ao contrário, vários programas governamentais contemplam a substituição de outros energéticos — principalmente o óleo combustível — por carvão vegetal (ou mesmo pela lenha). Neste contexto restariam apenas dois caminhos a seguir em relação ao consumo de lenha: i) pesquisar as possibilidades de melhorar os níveis de eficiência de sua utilização; e ii) promover o aumento da oferta deste combustível, através de política florestal mais adequada.

Eletricidade, GLP, gasolina, carvão vegetal, bagaço e querosene iluminante são as outras fontes comerciais de energia usadas no meio rural. Destas, apenas a última representa uma parcela significativa do total nacional, mas, no conjunto nacional das fontes energéticas, aquela tem importância reduzida.⁴ Pouca consideração mereceriam também o consumo rural de carvão vegetal e de resíduos vegetais (bagaço de cana, principalmente), uma vez que se trata de aproveitamento local e diminuto de energéticos aí produzidos.

Quanto à eletricidade, ao GLP e à gasolina, a participação do meio rural foi sempre inferior a 5% do total, entre 1970 e 1980. Destes três energéticos sobressai o GLP, pois ele é hoje responsável por um montante não desprezível de importações, já que

⁴ O querosene representou menos de 0,5% da energia consumida no País em 1980.

o refino interno é insuficiente para atender à demanda.⁵ Os baixos preços relativos do GLP, territorialmente unificados, vêm induzindo sua penetração no meio rural, deslocando a lenha. Trata-se de uma decisão geral da política energética do País a manutenção do esquema atual. Se ele for mantido, não há como evitar a marcha da mencionada substituição, pois, as vantagens operacionais dos fogões a GLP sobre aqueles a lenha são demasiado óbvias.⁶

Quanto à eletricidade e à gasolina, poder-se-ia dizer que a participação do meio rural atinge níveis "indesejavelmente" baixos.⁷ Em outras palavras, a parcela da população rural — e até mesmo da renda agrícola — é muito superior à parcela do consumo rural daqueles dois energéticos. Assim sendo, pareceria inadequado pensar-se numa redução de seu consumo no meio rural, a menos que o grau da crise fosse muito ampliado.

A desagregação regional do consumo de energia, baseada no Censo Agropecuário⁸ de 1975, confirma as expectativas que se-

⁵ Entre 1976 e 1981 as importações de GLP representaram, em média, 5,5% do total refinado no país. Cf. CNP, Anuário Estatístico - 1981.

⁶ A comparação refere-se aos fogões a lenha antigos (e predominantes), de alvenaria. Atualmente se observa um aumento na produção de fogões a lenha pela indústria. Os modelos industriais, ainda pouco usados, podem mudar um pouco a comparação.

⁷ Tal juízo de valor assenta-se apenas em considerações sobre o padrão de vida da população rural, inferior ao da população urbana; deixa de lado a situação real do país, que aconselharia a redução genérica do consumo de energia.

⁸ Observe-se mais uma vez que os dados do Censo cobrem os estabelecimentos e, desta forma, englobam tanto o consumo residencial/familiar quanto o das atividades produtivas.

riam razoáveis de antecipar. Poderiam ser destacadas as seguintes conclusões gerais:⁹

i) o consumo do agregado energia, definido como a relação tEP/pessoa ocupada, apresenta forte correlação positiva com a renda agrícola per capita,¹⁰ especialmente quando a lenha é excluída daquele agregado. Uma interpretação aceitável para tal resultado seria a de que o aumento da intensidade do uso de fontes comerciais de energia é uma condição necessária para se atingir níveis mais elevados de produtividade física e, desta forma, aumentar a renda agrícola per capita;

ii) o nível de renda agrícola relaciona-se também com a estrutura de fontes energéticas. Mais especificamente: a lenha de um lado e o óleo diesel e a eletricidade de outro¹¹ combinam-se para formar o agregado energia de acordo com o nível de renda de cada Estado, variando a participação do primeiro energético no sentido inverso ao do nível da renda, ao passo que a participação dos dois últimos aumenta à medida que a renda se eleva. A "substituição"¹² da lenha — e de outros energéticos tradicionais, como o querosene iluminante — por alguns derivados do petróleo e pela eletricidade, estaria intimamente associada ao processo de mo-

⁹ Amostra: 20 Estados de Federação (excluídos os Territórios, o Distrito Federal e os Estados do Acre e de Rondônia).

¹⁰ Proxy: Valor da Produção Agropecuária/pessoa ocupada.

¹¹ Os demais energéticos consumidos apresentam características menos marcantes ou são de importância reduzida.

¹² A substituição da lenha é estrita no caso do GLP para cocção ou do carvão vegetal para diversas outras formas de geração de calor. Mas, a "substituição" a que se está referindo é mais ampla, indicando apenas a perda de importância relativa da lenha, compensada pelo ganho do óleo diesel, por exemplo, que não substitui a lenha em seus usos específicos.

dernização no meio rural, que se estende das atividades produtivas até os confortos domésticos.

A intensificação do uso de fontes comerciais de energia e a substituição observada entre energéticos são processos que acompanham o crescimento agrícola. Tais processos poderiam ser tomados como indicadores do grau de modernização das atividades agropecuárias, pois, resultam da adoção de tecnologias mais mecanizadas, que utilizam fertilizantes químicos, eventualmente referentes a lavouras irrigadas, etc. Essas associações foram examinadas no presente trabalho, ainda que em caráter preliminar, gerando os resultados que são resumidos a seguir.

A frota de tratores apresentou uma associação bastante sólida com o nível de energia consumida: quanto maior a frota estadual — seja medida pela potência total ou pela relação potência total/ha cultivado — maior é o consumo "per capita" de energia (energia comercial, em todas suas formas).¹³ Esse resultado indicaria que a mecanização não é adotada isoladamente, sendo acompanhada pela adoção de outras práticas intensivas em energia, como a fertilização dos solos, a eletrificação, a aquisição de veículos de transporte, etc.

Trocando-se a frota de tratores pela difusão do uso de fertilizantes — percentagem de estabelecimentos que usaram o mencionado insumo —, são obtidos resultados semelhantes, ou seja, cresce o consumo global de energia à medida que cresce a difusão dos fertilizantes. A interpretação dada é a mesma dada ao resultado anterior.

¹³ No texto só foram apresentados resultados a nível de Estados/regiões; mas, o mesmo experimento foi feito para as Microrregiões de São Paulo e do Ceará (1975), obtendo-se relações estatísticas igualmente sólidas.

Por último, observou-se que a combinação de culturas — participação dos n produtos na área cultivada total ou no Valor da Produção de cada Estado — resultou em associações inexpressivas com o consumo global de energia. Esse não era um resultado esperado, pois, os três ou cinco produtos selecionados são grandes consumidores de energia e, desta forma, supunha-se que o peso relativo deles tivesse uma influência significativa sobre o consumo de energia. Foram apresentados alguns argumentos na seção anterior, visando a justificar a posteriori a natureza dos resultados obtidos.

TEXTOS PARA DISCUSSÃO DO GRUPO DE ENERGIA (TDE)

- Nº I - "Uma Avaliação dos Impactos Ambientais e Socio-Econômicos Locais Decorrentes da Industrialização do Xisto", Sérgio Margulis e Ricardo Paes de Barros, Dezembro 1981, 30 p.
- Nº II - "Recursos Nacionais de Xistos Oleíferos: Um Levantamento com Vistas ao Planejamento Estratégico do Setor", Lauro R. A. Ramos e Ricardo Paes de Barros, Dezembro 1981, 76 p.
- Nº III- "Agricultura e Produção de Energia: Avaliação do Custo da Matéria-Prima para Produção de Alcool, Equipe IPEA/IPT, Janeiro 1982, 64 p.
- Nº IV - "Um Modelo de Crescimento para a Indústria do Xisto", Ricardo Paes de Barros e Lauro R. A. Ramos, Fevereiro 1982, 57 p.
- Nº V - "Um Modelo de Planejamento de Oferta de Energia Elétrica", Octávio A. F. Tourinho, Março 1982, 12 p.
- Nº VI - "A Economia do Carvão Mineral", Eduardo M. Modiano e Octávio A. F. Tourinho, Março 1982, 48 p.
- Nº VII- "Um Modelo Econométrico para a Demanda de Gasolina pelos Automóveis de Passeio", Ricardo Paes de Barros e Silvério Soares Ferreira, Maio 1982, 135 p.
- NºVIII- "A Critical Look at the Theories of Household Demand for Energy", Ali Shamsavari, Junho 1982, 32 p.
- Nº IX - "Análise do Consumo Energético no Setor Industrial da Região Central do País", Flávio Freitas Faria e Luiz Carlos Guimarães Costa, Junho 1982, 30 p.

- Nº X - "Vinhoto: Poluição Hídrica, Perspectivas de Aproveitamento e Interação com o Modelo Matemático de Biomassa", Sérgio Margulis, Julho 1982, 108 p.
- Nº XI - "Um Modelo de Análise da Produção de Energia pela Agricultura", Fernando Curi Peres, José R. Mendonça de Barros, Léo da Rocha Ferreira e Luiz Moricochi, Agosto 1982, 24 p.
- Nº XII- "Xistos Oleígenos: Natureza, Formas de Aproveitamento e Principais Produtos", Lauro R. A. Ramos e Ricardo Paes de Barros, Fevereiro 1983, 55 p.
- Nº XIII- "Consumo de Energia para Cocção - Análise das Informações Disponíveis", Ricardo Paes de Barros e Luis Carlos P. J. Boluda, Março 1983, 113 p.

O INPES edita ainda as seguintes publicações: Pesquisa e Planejamento Econômico (quadrimestral), desde 1971; Literatura Econômica (bimestral), desde 1977; Brazilian Economic Studies (semestral), desde 1975; Coleção Relatório de Pesquisa; Série de Textos para Discussão Interna (TDI); Série Monográfica; e, Série PNPE.