

# ANÁLISE DAS EFICIÊNCIAS ENERGÉTICA E ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE LEITE BOVINO EM EXPLORAÇÕES FAMILIARES NA REGIÃO DE BOTUCATU, ESTADO DE SÃO PAULO<sup>1</sup>

Zoraide da Fonseca Costa<sup>2</sup>  
Osmar de Carvalho Bueno<sup>3</sup>

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi analisar os índices de eficiência energética/econômica das explorações agropecuárias familiares produtoras de leite no município de Pardinho, Estado de São Paulo. Para melhor definição dos produtores familiares estudados foram utilizados os critérios do sistema oficial de crédito rural FEAP. Por intermédio de dados primários, obtidos por relatos orais, foram reconstituídos os itinerários técnicos detalhando as operações utilizadas. Foram encontrados quatro produtores com diferentes itinerários técnicos. Os produtores 1 e 2 foram os que obtiveram um maior índice de eficiência. As fontes de energia não renováveis na forma de fertilizantes químicos foram as que apresentaram maior participação, uma média de 82,9% para os dispêndios energéticos e 52,86% para os econômicos. Ao relacionar as eficiências pode-se verificar que as duas formas de análises são próximas e quando relacionadas há uma ideia mais ampla da alocação dos recursos energéticos e, com isso, uma melhor visão da sustentabilidade do agroecossistema.

**Palavras-chave:** agricultura familiar, bovinocultura de leite, sustentabilidade.

## ANALYSIS OF ECONOMIC AND ENERGY EFFICIENCY OF DAIRY CATTLE PRODUCTION IN FAMILY FARMS IN THE REGION OF BOTUCATU, SAO PAULO STATE

**ABSTRACT:** This study aimed to analyze the energy and economic efficiency rate of family farms producing milk in the city of Pardinho, Sao Paulo state. The hypothesis that guides the study is that energy expenditure may be coincident with economic expenditure, showing that there is a relationship between these flows, which can be sustainable or not. To better define the producers studied, we adopted the criteria outlined by the Brazilian agricultural credit system (FEAP). Through primary data obtained through oral accounts, the technical itineraries were reconstituted detailing the operations employed. Four producers were found to have different technical itineraries. Producer One presented the highest efficiency rates, 8.66 (energy) and 1.48 (economic). It was possible to observe that the efficiencies coincide and that, when related, they provide a broader idea of energy resource allocation and, thus, a better view of the agroecosystem sustainability.

**Key-words:** family agriculture, dairy cattle, sustainability, Brazil.

**JEL Classification:** O1, O13, O18.

---

<sup>1</sup>Parte da tese de doutorado do primeiro autor intitulada: Eficiência energética e econômica da produção de leite bovino em explorações familiares no município de Pardinho, região de Botucatu, Estado de São Paulo. Registrado no CCTC, REA 07/2010.

<sup>2</sup>Economista, Doutora, Departamento de Energia na Agricultura (FCA/UNESP), Botucatu, SP, Brasil (e-mail: costa.zo@hotmail.com).

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial (FCA/UNESP), Botucatu, SP, Brasil (e-mail: osmar@fca.unesp.br).

## 1 - INTRODUÇÃO

Uma das principais alterações observadas na economia brasileira na década de 1990 foi a abertura para o mercado externo. Nesse sentido, a produção de alimentos ficou diante de novos competidores, ou seja, vários produtos de origens diferentes.

Em função da importante presença na mesa do brasileiro, a atividade leiteira acompanhou essas mudanças. A queda do tabelamento do preço do leite, a abertura comercial, a consolidação do Mercosul e o plano de estabilização econômica foram os grandes precursores dessa nova realidade, dentro da qual o aumento da competitividade da pecuária leiteira foi inevitável para a promoção da modernização do setor.

Frente às questões expostas, o produtor está tendo cada vez mais que se adequar às novas técnicas de produção, visando, assim, acompanhar o mercado. Tais técnicas envolvem a manutenção, e mesmo o incremento de insumos.

A agricultura familiar tem um papel relevante no cenário nacional e, frente sua importância, recebeu incentivos por intermédio de políticas públicas basicamente observadas em três vertentes que se complementam: crédito rural, apoio à infraestrutura regional e capacitação dos agricultores. Salienta-se que a maioria dos agricultores busca na política de crédito rural um de seus maiores incentivos. Assim, destacou-se o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), criado em 1996 e atualmente fortalecido e outros, como o Fundo de Expansão do Agronegócio Paulista-Banco do Agronegócio Familiar (FEAP-BANAGRO).

A exploração de gado de leite pela agricultura familiar assumiu importância em todo o País, com destaque no Estado de São Paulo e, particularmente, na região de Botucatu, especificamente no município de Pardinho-SP (pertencente ao EDR de Botucatu), devido à existência de um laticínio na cidade que propicia aos produtores da região a garantia da comercialização.

O consumo de energia, base das atividades produtivas, ocasiona inevitavelmente, impacto sobre

o meio ambiente. Assim, se no passado, a energia era tratada como sendo meramente um problema de fornecimento de insumos para a produção, ameaçada nos anos 1970 pelos choques de petróleo e pela consequente elevação do seu preço, a partir dos anos 1980, torna-se uma questão fortemente ligada à preservação do meio ambiente. O que se constata nas discussões internacionais e nos estudos em diversos países é o aprofundamento dessa relação. A crescente ligação entre energia e meio ambiente articula-se com a ciência e a tecnologia, mobilizadas para resolver o problema de melhorar a eficiência na transformação (produção e consumo final), no transporte e na distribuição, e disposição de resíduos.

Ao fazer-se a avaliação energética e econômica do agroecossistema pode-se verificar o nível de dependência econômica e energética do sistema, compreendendo-se melhor as necessárias adequações na exploração agrícola familiar tipicamente produtora de leite. Sendo assim, torna-se importante analisar a eficiência energética e econômica como mais um indicativo da sustentabilidade ambiental, pelo uso de fluxos de energia não renovável e a sustentabilidade econômica dos recursos, verificando-se condições para a permanência dos produtores na atividade.

A sustentabilidade de um agroecossistema depende da busca de soluções específicas para cada cadeia produtiva, dadas as diferentes características. Com isso, uma produção agropecuária mais sustentável leva à necessidade de aprofundamento em diversas áreas do conhecimento.

Um grande desafio é viabilizar sistemas de produção que garantam, ao lado do aumento da produtividade, maior eficiência, buscando-se práticas de manejo que sejam equilibradas com os recursos disponíveis. Dentro deste contexto, o objetivo do presente trabalho foi analisar a eficiência energética/econômica das explorações agrícolas familiares produtoras de leite na região de Botucatu (SP), particularmente no município de Pardinho.

Como a hipótese que orienta o estudo é de que o dispêndio energético pode ser coincidente com o dispêndio econômico mostrando que existe relação

entre os mesmos, que pode ser sustentável ou não, buscou-se estudar os fluxos energéticos e econômicos por meio da estrutura de dispêndios, por tipo, fonte e forma de energia bruta, tanto do ponto de vista econômico quanto energético.

## 2 - MATERIAL E MÉTODO

Neste trabalho, analisou-se o agroecossistema da produção leiteira bovina referente à produção do ano de 2008, em explorações familiares localizadas no município de Pardinho, região de Botucatu, centro-oeste paulista.

O município de Pardinho (SP) é o que tem maior produção média por vacas em lactação 10 kg/dia, acompanhando a produção do Estado de São Paulo que é em média 10 kg/dia (ANUALPEC, 2008). Quase todas as propriedades estão próximas do centro da cidade, onde se situa o laticínio que recebe todo o leite cru dos produtores e importa grande parte de outras regiões. Com isso, selecionou-se o mesmo para a análise do presente trabalho.

O município possui uma área de 210,52 km<sup>2</sup>, e localiza-se a uma latitude 23°04'52" Sul, longitude 48°22'25" Oeste, e altitude de 900 metros. Sua população estimada, em 2007 era de 5.393 habitantes (PÓLO CUESTA, 2008).

Tendo em vista o enfoque dado à exploração leiteira familiar, optou-se pelos critérios adotados pelo FEAP-BANAGRO para selecionar os proprietários, uma vez que não se encontrou financiamentos provindos do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura (PRONAF). Especificamente, o grupo estudado está enquadrado na linha de financiamento "pecuária de leite", tendo como:

- beneficiários: os agricultores familiares que explorem a pecuária de leite com produção média de 50 a 250 litros/dia abrangendo todo o Estado de São Paulo; com garantia no mínimo de 150% do valor do financiamento, podendo ser constituída de penhor e hipoteca cedular, aval e/ou outras garantias reais;
- itens financiáveis: a aquisição de 10 matrizes leitei-

- ras, tanque de expansão e infraestrutura de alimentação e ordenha;
- teto de financiamento: até R\$37.500,00 por produtor, sendo R\$20.000,00 para matrizes; R\$10.000,00 para tanque de expansão; R\$3.000,00 para infraestrutura e R\$4.500,00 para equipamento de irrigação de 1 ha de pastagem;
- prazo de pagamento: até 60 meses, inclusa a carência de 12 meses; e taxa de juros 4% ao ano com cronograma de reembolso em parcelas trimestrais após o período de carência e cronograma de liberação de acordo com o projeto técnico.

### 2.1 - Análise Energética

Cada operação foi descrita no sentido de identificar e especificar o tipo e a quantidade de máquinas e implementos utilizados, os insumos empregados e a mão de obra envolvida, quantificando e determinando individualmente a massa, altura, idade e gênero dos trabalhadores. Foi determinado o tempo de operação por etapa e por unidade de área (hectare). Também foi determinada a jornada de trabalho, os coeficientes de tempo de operação por unidade de área (rendimento), a identificação das máquinas, implementos e equipamentos, suas especificações e respectivos consumos de combustível, lubrificantes e graxas, além da quantificação da mão de obra utilizada, por operação.

Em seguida, procedeu-se à conversão das diversas unidades físicas encontradas em unidades energéticas. Sendo a unidade utilizada em estudos de eficiência energética o joule e seus múltiplos, neste trabalho adotou-se 0,2388 como índice de conversão de joule (J) em caloria (cal) e 4,1868 na conversão de caloria em joule. A apresentação final dos dados foi em megajoules (MJ), com aproximação em duas casas decimais. Para o cálculo das operações, foram utilizadas as médias dos dispêndios energéticos dos produtores selecionados.

Recomenda-se a construção de índices energéticos no sentido de mensurar e comparar relações e grandezas que "entram" e "saem" de agroecossis-

temas (MELLO, 1986). Sendo assim, para a análise energética utilizou-se as equações propostas por Rissoud (1999), que avançam em direção à relação entre sustentabilidade e análises energéticas de explorações agrícolas, captando o uso de energias renováveis no agroecossistema. São elas: balanço energético e eficiência energética. Sendo:

$$\text{Balanço energético} = (\Sigma \text{ energias totais}) - (\Sigma \text{ entradas de energias não renováveis}) \quad \text{eq. 1}$$

$$\text{Eficiência energética} = (\Sigma \text{ energias totais})^{-1} \cdot (\Sigma \text{ entradas de energias não renováveis})^{-1} \quad \text{eq. 2}$$

### 2.1.1 - Energia direta de origem biológica

#### - Mão de obra

Com relação ao cálculo da energia investida pelos trabalhadores rurais nas diferentes operações do itinerário técnico, seguiu-se a metodologia proposta por Carvalho, Gonçalves e Ribeiro (1974), descritas em Bueno (2002) e utilizadas por Romero (2005).

#### - Sementes e mudas

Para a semente de milho (*Zea mays*) híbrido, o presente estudo utilizou-se do índice proposto por Pimentel et al. (1973), de referência mundial e com valor energético de 7.936,65 kcal . kg<sup>-1</sup>, que embora tenha sido calculado para as condições dos EUA, em muito se aproxima do indicado por Beber (1989), que levou em consideração uma compilação de publicações nacionais. Para as mudas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), adotou-se o valor de 1070 kcal . ha<sup>-1</sup> (BRASIL, 2004). Para a energia da pastagem (gramíneas) considerou-se o valor de 400 kcal . ha<sup>-1</sup> (PIMENTEL, 1980).

#### - Produção animal

A energia das matérias primas, comumente fornecidas pelo homem aos animais, é transformada

em produto utilizável pelo próprio homem, sendo que, entre as espécies domésticas, os bovinos de leite são os que têm a mais alta e as aves de corte a mais baixa eficiência potencial de transformação de seu alimento em produto de consumo humano (LEDIC, 2002). Assim, na produção animal, considerou-se o bovino de leite como um transformador da matéria prima (alimento fornecido) em produto final, ou seja, o leite. Portanto, o bovino de leite não foi contabilizado nos balanços energéticos.

### 2.1.2 - Energia direta de origem fóssil

#### - Combustível, óleo lubrificante e graxa

Considerou-se como poder calórico do óleo diesel o valor de 9.671,76 kcal . l<sup>-1</sup>, óleos lubrificantes 9.016,92 kcal . l<sup>-1</sup> (BRASIL, 2004) e graxa 10.361,52 kcal . kg<sup>-1</sup> (BRASIL, 2000).

### 2.1.3 - Energia indireta de origem industrial

A equação determinante e os coeficientes calóricos para o cálculo da depreciação energética das máquinas e implementos foram os mesmos adotados por Comitre (1993), Bueno (2002) e Romero (2005). Nas operações que compõem o itinerário técnico foram utilizados quatro marcas e modelos de tratores: Valmet com uma potência de 65 cv, Massey Ferguson 265 com uma potência de 65 cv e Ford 4600 com uma potência de 63 cv; e implemento: Distribuidor de Calcário JAN e uma picadeira JF 508 RMP 1300 1500 de consumo energético de 2,3 kw . h<sup>-1</sup>.

Para as operações de ordenha foram utilizadas ordenhadeiras Delaval 02 conjuntos e Alfalaval 03 conjuntos com um consumo energético de 1,94 kw . h<sup>-1</sup>. Tanque de refrigeração sul inox 540l com consumo de 1,70 kw . h<sup>-1</sup>.

#### - Corretivo de solo

Para fins deste estudo o valor adotado foi o

mesmo de Bueno (2002): 40 kcal . kg<sup>-1</sup>.

### - Fertilizantes químicos

Bueno (2002) adotou os seguintes índices: 14.930 kcal . kg<sup>-1</sup> de "N"; 2.300 kcal . kg<sup>-1</sup> de "P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>"; e, 2.200 kcal . kg<sup>-1</sup> de "K<sub>2</sub>O".

### - Agrotóxicos

Devem ser levados em consideração, para fins deste estudo, os valores utilizados por Pimentel (1980) para herbicidas: 83,09 Mcal . kg<sup>-1</sup> e inseticidas: 74,30 Mcal . kg<sup>-1</sup>. Para fungicidas, o valor considerado foi de Pimentel et al. (1973): 65,0 Mcal . kg<sup>-1</sup>.

## 2.2 - Análise Econômica

Na análise econômica do agroecossistema leiteiro, utilizou-se o índice de eficiência econômica determinado pela relação receita bruta/custo total da produção. A expressão utilizada para a determinação do indicador de eficiência econômica foi:

$$Ec = (P_v \cdot Q) / (C_a)^{-1}$$

Onde:

$E_c$  = eficiência econômica,

$P_v$  = preço médio de venda (R\$ . kg<sup>-1</sup>),

$Q$  = produtividade (kg . ha<sup>-1</sup>) e

$C_a$  = distribuição de frequência do custo operacional total por unidade de área (R\$ . ha<sup>-1</sup>).

Quando o índice de eficiência econômica ( $E_c$ ) apresentar valores superiores à unidade, indica que a receita obtida no sistema de produção é superior aos seus custos, portanto os produtores poderão cobrir parte dos custos fixos da atividade. Entretanto, se o resultado for inferior à unidade, tem-se uma indicação que os rendimentos da atividade não cobrem todos os custos de produção. Em se tratando de  $E_c$  igual à unidade, mostra que as receitas obtidas cobrem apenas os custos operacional total de produção, portanto os produtores não estarão obtendo lucro (SILVA, 2008).

Para determinação da receita total, foram

utilizados os preços médios mensais recebidos pelos produtores de leite da região referente ao período de janeiro/2008 a dezembro/2008 obtidos junto ao Instituto de Economia Agrícola (IEA). Sendo utilizado o preço do leite tipo C, que mais está de acordo com o sistema de produção estudado. O leite tipo C é classificado como sendo produzido: ordenha mecânica/manual; transporte em tanques de refrigeração e/ou latões e bactérias de até 100.000/ml.

## 2.3 - Saídas Energéticas e Econômicas

Foram consideradas como saídas energéticas/econômicas (outputs) a produção física anual de cada produtor dividido pela área de produção para determinar a produção física de cada produtor.

Para fins dos cálculos energéticos, utilizou-se a produção física anual obtida multiplicada pelo seu valor calórico 630 kcal . kg<sup>-1</sup>, que corresponde a 2,638 MJ . kg<sup>-1</sup> (CASTANHO FILHO; CHABARIBERY, 1982). Para determinação das receitas econômicas, utilizou-se a produção física anual multiplicada pelo valor médio de venda de R\$0,58 . kg<sup>-1</sup>.

Foram desconsiderados os restos culturais, no conjunto da produção física, pela sua usual incorporação ao solo e conseqüente reaproveitamento no processo.

## 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os critérios do FEAP-BANAGRO foram identificadas quatro explorações familiares como objeto de estudo na construção da estrutura de dispêndios energéticos do agroecossistema leiteiro da região abordada.

Para melhor compreensão e apresentação dos resultados obtidos, os dados foram representados por produtor, em função dos mesmos apresentarem diferentes itinerários técnicos para a produção.

Os resultados foram apresentados e discutidos em quatro etapas: a primeira abrange cada uma das operações do itinerário técnico do agroecossis-

tema estudado, considerando na construção da estrutura de dispêndios energéticos, os valores obtidos por produtor; a segunda demonstra a participação das diversas operações do itinerário técnico em unidades energéticas por unidade de área; a terceira apresenta a estrutura de dispêndios energéticos, balanço energético e eficiência energética; na quarta e última etapa, analisa-se a eficiência econômica e a relação estabelecida entre eficiência energética e econômica.

Todos os resultados são apresentados conforme o Sistema Internacional, ou seja, em unidades energéticas por unidades de área megajoules por hectare (MJ . ha<sup>-1</sup>) e em unidades monetárias (R\$ . ha<sup>-1</sup>).

Através da tabela 1 observam-se mais detalhadamente as características gerais e alguns índices zootécnicos do agroecossistema estudado.

### 3.1 - Análise Energética

Considerando-se o agroecossistema leiteiro estudado, a partir do itinerário técnico apresentado e, para uma produção e produtividade física por produtor (Tabela 2), constituiu-se a estruturas dos dispêndios energéticos (Tabela 3).

Os tipos de energias direta e indireta participaram em média com 26,28% e 82,23% respectivamente, com uma diferença de 47,43% a mais no tipo de energia indireta. A maior representação na energia indireta deu-se devido a energia de fonte industrial com o uso de fertilizantes químicos representando 82,9%, dos produtores estudados.

O índice de eficiência energética foi diferente entre os produtores. O produtor 1 foi o que obteve um maior índice 8,66, em função de obter maior produtividade em relação ao uso dos insumos

**Tabela 1** - Características Gerais dos Itinerários Técnicos do Agroecossistema Estudado, Produção Leiteira Bovina, Município de Pardinho, Estado de São Paulo, 2008

Características gerais	Descrição			
	Produtor 1	Produtor 2	Produtor 3	Produtor 4
Tamanho da propriedade	108,9 ha	50 ha	27,83 ha	24,2 ha
Área de produção de volumosos	12,5 ha	26,5 ha	13,5 ha	12,5 ha
Padrão racial dos animais	Girolando	Girolando	Girolando	Girolando
Volumosos (águas)	Piquete tanzânia	Sem piquete tanzânia	Sem piquete tanzânia	Sem piquete tanzânia
Volumosos + concentrados (seca)	Cana-de-açúcar + napier	Aveia + milho + napier	Cana-de-açúcar+ milho + napier	Milho
Manejo sanitário	Vacinas e não usa carrapaticidas	Vacinas + carrapaticidas	Vacinas + carrapaticidas	Vacinas + carrapaticidas
Índices zootécnicos	Produtor 1	Produtor 2	Produtor 3	Produtor 4
Quantidade de animais	16	90	26	24
Número de vacas em lactação	10	40	11	10
Produção (kg de leite/vaca/dia)	12	11,5	8	5
Período de lactação (dias)	300	300	300	300
Produção de leite (kg de leite/ dia)	120	460	88	50
Peso médio dos animais (kg)	360	360	350	350
Intervalo entre partos (dias)	360	360	360	360
Forma de ordenha (2x/dia)	Mecânica	Mecânica	Mecânica	Mecânica
Destino da produção	Laticínio pega no fim do dia	Leva ao laticínio 2x/dia	Leva ao laticínio 3x/semana	Leva ao laticínio 3x/semana

Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 2** - Produtividade Leiteira em MJ . ha<sup>-1</sup>, Município de Pardinho, Estado de São Paulo, 2008

	Produção por ano (kg) (a)	Área . ha <sup>-1</sup> (b)	Kg . ha <sup>-1</sup> c=(a/b)	MJ . ha <sup>-1</sup> d=(c . 2,638)
Produtor 1	43.800	12,5	3.504	9.242,44
Produtor 2	167.900	26,5	6.336	16.711,97
Produtor 3	32.120	13,5	2.379	6.275,73
Produtor 4	18.250	12,5	1.460	3.851,02
Média	59.495	65	13.679	36.081,17

Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 3** - Estrutura dos Dispendios por Tipo, Fonte e Forma de Energia no Agroecossistema Leiteiro Bovino em MJ . ha<sup>-1</sup>, Município de Pardinho, Estado de São Paulo, 2008

Tipo, fonte e forma	Entradas culturais			
	Produtor 1	Produtor 2	Produtor 3	Produtor 4
Energia Direta	1.178,75	2.843,32	2.574,92	2.808,71
Biológica	112,09	569,72	578,72	535,11
Mão de obra	12,35	15,38	13,77	10,48
Sementes e mudas	99,74	554,34	564,95	524,63
Fóssil (c)	1.066,66	2.273,60	1.996,20	2.273,60
Óleo diesel	1.045,79	2.231,05	1.961,73	2.231,05
Lubrificante	8,72	17,48	14,56	17,48
Graxa	12,15	25,07	19,91	25,07
Energia indireta	5.067,72	6.516,12	6.887,87	6.982,65
Industrial	5.067,72	6.516,12	6.887,87	6.982,65
Trator	28,11	52,22	42,85	52,22
Implemento	9,24	14,78	12,47	12,47
Fertilizante	4.151,98	5.583,81	5.786,69	5.583,81
Formicida	89,35	89,35	89,35	89,35
Energia elétrica	789,04	260,61	789,04	729,45
Calagem	-	167,47	167,47	167,47
Herbicida	-	347,88	-	347,88
Total (a)	6.246,47	9.359,44	9.462,79	9.791,36
Energia bruta do produto (b)	9.242,44	16.711,97	6.275,73	3.851,02
Balanco energético (b-c)	8.175,78	14.438,37	4.279,53	1.577,42
Eficiência energética (b/c)	8,66	7,35	3,14	1,69
Tipo, fonte e forma	Participação (%)			
	Produtor 1	Produtor 2	Produtor 3	Produtor 4
Energia Direta	18,87	30,38	27,21	28,69
Biológica	9,51	20,04	22,48	19,05
Mão de obra	11,02	2,70	2,38	1,96
Sementes e mudas	88,98	97,30	97,62	98,04
Fóssil (c)	90,49	79,96	77,52	80,95
Óleo diesel	98,04	98,13	98,27	98,13
Lubrificante	0,82	0,77	0,73	0,77
Graxa	1,14	1,10	1,00	1,10
Energia indireta	81,13	69,62	72,79	71,31
Industrial	100,00	100,00	100,00	100,00
Trator	0,55	0,80	0,62	0,75
Implemento	0,18	0,23	0,18	0,18
Fertilizante	81,93	85,69	84,01	79,97
Formicida	1,76	1,37	1,30	1,28
Energia elétrica	15,57	4,00	11,46	10,45
Calagem	-	2,57	2,43	2,40
Herbicida	-	5,34	-	4,98
Total (a)	100,00	100,00	100,00	100,00
Energia bruta do produto (b)	-	-	-	-
Balanco energético (b-c)	-	-	-	-
Eficiência energética (b/c)	-	-	-	-

Fonte: Dados da pesquisa.

energéticos. Já o produtor 4 obteve índice inferior aos demais 1,69, diferença dada devido o mesmo obter uma relação inversa ao produtor 1, ou seja, menor produtividade e maior consumo de insumos energéticos (Tabela 3).

Ao considerar os índices de eficiência energética como um indicador de sustentabilidade, uma vez que em sua formulação esse índice considera somente as entradas energéticas não renováveis, pode-se concluir que o produtor que melhor se ajusta a essa condição é o produtor 1, seguido pelos produtores 2, 3 e 4.

Nota-se finalmente, que todos os produtores apresentam índices superiores a uma unidade, podendo-se considerar então, em maior ou menor grau, que todos são sustentáveis do ponto de vista energético.

Numa análise mais detalhada através das diversas formas de energia, a figura 1 demonstra que no itinerário técnico utilizado pelos agricultores estudados foi privilegiada a energia do tipo indireta com o uso de fertilizantes químicos, média de 61,3%. O uso de óleo diesel obteve uma média de dispêndio de 21,02% devido a seu maior uso nas operações mecanizadas.

Os fertilizantes químicos têm uma participação importante em pesquisas como essa. Dentre eles, os adubos nitrogenados destacam-se por geralmente serem adicionados em maiores quantidades, quando comparados aos potássicos e fosfatados, e por consumirem maior quantidade de energia na forma de petróleo para sua manufatura 2,00; 0,33 e 0,21 kg de combustível fóssil/kg de fertilizante nitrogenado, fosfatado e potássico, respectivamente (FAO, 1980).

### 3.2 - Análise Econômica

Ao analisar economicamente o agroecossistema leiteiro, pode-se compreender e garantir uma alocação mais eficiente e, conseqüentemente mais efetiva do uso dos recursos utilizados.

A partir do agroecossistema estudado, considerando-se o itinerário técnico encontrado e para

uma produção e produtividade por produtor, constituíram-se os custos operacionais totais (Tabela 4). A análise da eficiência deu-se através da relação de receita total e custos operacionais efetivos (Tabela 5).

Do ponto de vista econômico, analisando-se as diversas formas de energia, observa-se um maior dispêndio econômico no consumo do óleo diesel para os produtores 2 e 4 (44,95% e 44,63%) (Figura 2). Entretanto, como o produtor 1 não fez uso da aplicação de calcário e herbicida, operação mecanizada, apresenta assim um menor dispêndio (29,37%) nesta forma de energia, já o produtor 3 não utilizou aplicação de herbicida apresentando um consumo de 32,91%.

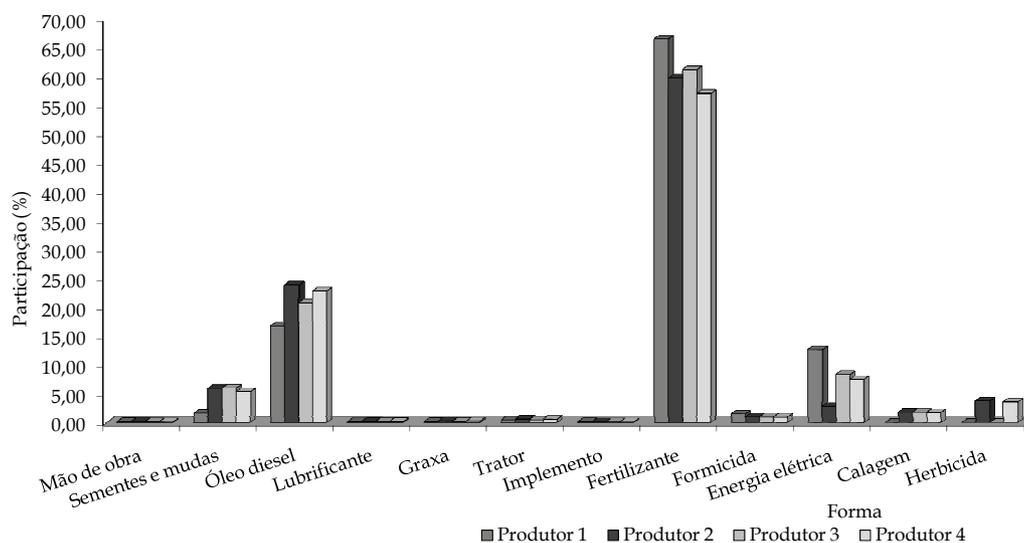
No dispêndio com fertilizantes químicos nitrogenados todos os produtores tiveram importante participação, média de 26,03%. Os produtores que apresentam menor dispêndio na forma de energia elétrica são os produtores 2 e 3. O primeiro por não possuir tanque para refrigeração do leite e o outro por não utilizar operação de picagem de cana-de-açúcar.

Com base nos dados obtidos, observa-se que os produtores que obtiveram maior eficiência econômica foram os produtores 1 e 2; e, uma menor eficiência os produtores 3 e 4. Entretanto, os produtores 3 e 4, ainda assim, obtiveram um índice de eficiência econômica maior que um; o que, conforme metodologia utilizada, demonstra que os produtores, mesmo com índices inferiores aos demais, não deixam de ser eficientes economicamente (Tabela 5).

### 3.3 - Análise das Eficiências Energética/Econômica

Quando analisadas em conjunto a participação dos dispêndios nas duas formas de análises, verifica-se que são próximas. Pois, ainda assim, a fonte de energia que apresenta maior dispêndio é a industrial na forma de energia dos fertilizantes químicos (Figura 3).

Pracucho (2006), trabalhando com análise energética e econômica em sistema de plantio direto de milho, também encontrou na participação dos



**Figura 1** - Participação das Diversas Formas de Energia no Agroecossistema Leiteiro em MJ . ha<sup>-1</sup>, Pardinho, Estado de São Paulo, 2008.  
Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 4** - Produtividade Leiteira em R\$ . ha<sup>-1</sup>, Município de Pardinho, Estado de São Paulo, 2008

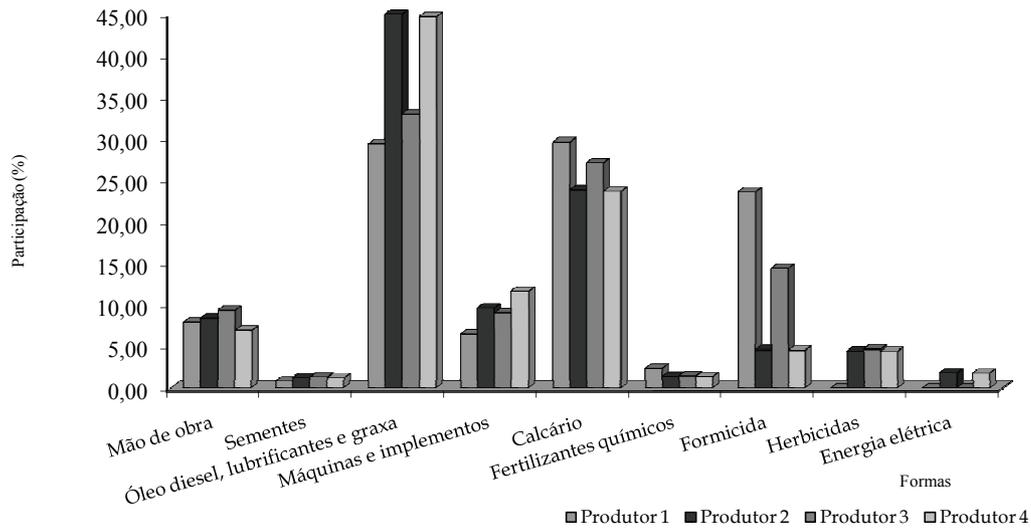
	Produção por ano (kg) (a)	Área . ha <sup>-1</sup> (b)	Kg . ha <sup>-1</sup> c= (a/b)	R\$ . ha <sup>-1</sup> d= (c . 0,58)
Produtor 1	43.800	12,5	3.504	2.032,32
Produtor 2	167.900	26,5	6.336	3.674,79
Produtor 3	32.120	13,5	2.379	1.379,97
Produtor 4	18.250	12,5	1.460	846,80
Média	59.495	65	13.679	7.933,88

Fonte: Dados da pesquisa.

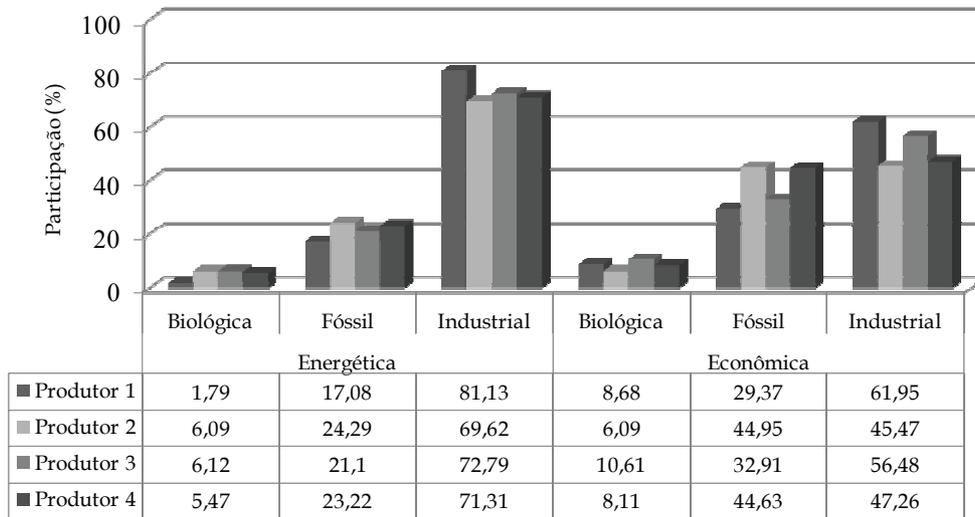
**Tabela 5** - Custo da Produção de Leite por Tipo, Fonte e Forma de Energia no Agroecossistema Leiteiro em R\$ . ha<sup>-1</sup> em Pardinho, Estado de São Paulo, 2008

Tipo, fonte e forma	R\$ . ha <sup>-1</sup>				Participação %			
	Produtor 1	Produtor 2	Produtor 3	Produtor 4	Produtor 1	Produtor 2	Produtor 3	Produtor 4
Energia direta	123,76	305,24	232,04	297,38	38,05	54,53	43,52	52,74
Biológica	28,24	53,60	56,56	45,74	22,82	17,56	24,38	15,38
Mão de obra	25,54	46,60	49,56	38,74	7,85	8,32	9,29	6,87
Sementes	2,70	7,00	7,00	7,00	0,83	1,25	1,31	1,24
Fóssil	95,52	251,64	175,48	251,64	77,18	82,44	75,62	84,62
Óleo diesel, lubrificantes e graxa	95,52	251,64	175,48	251,64	29,37	44,95	32,91	44,63
Energia indireta	201,48	254,57	301,15	266,44	61,95	45,47	56,48	47,26
Industrial	201,48	254,57	301,15	266,44	100,00	100,00	100,00	100,00
Máquinas e implementos	8,96	8,53	16,32	8,53	2,75	1,52	3,06	1,51
Depreciação das máquinas e implementos	11,87	45,09	31,45	56,96	3,65	8,05	5,90	10,10
Calcário	0,00	24,50	24,50	24,50	0,00	4,38	4,59	4,35
Fertilizantes químicos	96,23	133,33	144,46	133,33	29,59	23,82	27,09	23,65
Formicida	7,72	7,72	7,72	7,72	2,37	1,38	1,45	1,37
Herbicidas	0,00	10,07	0,00	10,07	0,00	1,80	0,00	1,79
Energia elétrica	76,70	25,33	76,70	25,33	23,58	4,52	14,39	4,49
Custos totais (a)	325,24	559,81	533,19	563,82	100,00	100,00	100,00	100,00
Receita total (b)	2.032,32	3.674,79	1.379,97	846,80	-	-	-	-
Eficiência econômica (b/a)	6,25	6,56	2,59	1,50	-	-	-	-

Fonte: Dados da pesquisa.



**Figura 2** - Porcentagem do Custo de Produção das Diversas Formas de Energia no Agroecossistema Leiteiro em R\$. ha<sup>-1</sup>, Pardinho, Estado de São Paulo, 2008  
 Fonte: Dados da pesquisa.



**Figura 3** - Porcentagem da Participação Energética/Econômica das Diversas Fontes de Energia no Agroecossistema Leiteiro, Pardinho, Estado de São Paulo, 2008.  
 Fonte: Dados da pesquisa.

fertilizantes químicos um predomínio maior nas duas análises.

Sendo assim, com o objetivo de analisar as eficiências energéticas e econômicas do agroecossistema constatou-se que: os produtores que apresentaram menor eficiência energética foram os produtores

3 e 4, portanto para se produzir uma unidade energética de leite foi necessária para os mesmos a entrada de 1,50 e 2,54 de unidades calóricas respectivamente. Na análise econômica os mesmos apresentaram uma eficiência econômica de 2,59 e 1,50 respectivamente.

#### 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatou-se equivalência entre as duas eficiências, pois os maiores dispêndios, tanto energéticos quanto econômicos, apresentaram porcentagens relativamente iguais na utilização da forma de energia dos fertilizantes químicos. Entretanto, mesmo os produtores 3 e 4 apresentando menor eficiência (energética e econômica), não deixam de ser eficientes, pois de acordo com a metodologia, os mesmos apresentam valores superiores a uma unidade energética e monetária.

Quando observado o itinerário técnico de cada produtor, verifica-se uma diferença maior na forma de produção de alimentos concentrados e manejo sanitário, apesar de possuírem um mesmo padrão racial (girolando). O produtor 1 consegue uma produção maior (kg de leite/vaca/dia), mesmo suprindo o animal no período de seca, apenas acrescentando o napier e cana-de-açúcar. Segundo esse produtor, para se obter maior produtividade, faz-se necessário não só um controle com alimentação, mas maior preocupação com a sanidade e o conforto dos animais, evitando-se o estresse do animal e, com isso, também a queda na produção.

Os produtores 3 e 4, que apresentaram uma menor produtividade por animal (kg de leite/vaca/dia), tinham preocupação constante com os resultados econômicos, mas quando se tratava de conforto e sanidade, deixavam de lado ideias simples, como manter os animais próximos aos cochos e sala de ordenha, evitando assim estresse do animal. Para esses produtores continuarem produzindo, torna-se relevante considerar essas práticas simples, devido à existência de um laticínio próximo, que garante a compra da produção e permite sua distribuição nos centros consumidores.

A importância da pecuária de leite para o agronegócio nacional não deixa indícios de que cada vez mais seu mercado ganha espaço. A produção nacional desempenha papel social relevante, principalmente na geração de empregos, seja através dos agricultores familiares, cooperativas ou indústrias de processamento de lácteos.

Os produtores de leite sabem que sua máquina de produzir é o animal e que para obter sucesso na exploração devem atender, no mínimo, a três exigências fundamentais: nutrição, saúde e conforto. Além disso, para chegar à eficiência produtiva, deverão gerenciar corretamente os intervalos entre partos, a persistência e percentual de lactação das vacas.

O sucesso na atividade pecuária deve estar fundamentado em dois desafios primordiais: competitividade e exploração sustentável. Para alguns autores, sustentabilidade e competitividade são conceitos complementares. A definição de sustentabilidade refere-se às estratégias de desenvolvimento e a aplicação de tecnologias que reforçam a capacidade atual e futura de produção, envolvendo a utilização dos recursos naturais e o emprego racional dos recursos. Competitividade pode ser definida como a capacidade de manter-se, conquistar e ampliar, de forma sustentável, a participação no mercado.

Contudo, a disponibilidade futura dos recursos é de crescente preocupação, pois varia inversamente ao ritmo de exploração; logo, o ajustamento de recursos como esgotável, e muitas vezes não renováveis, pressupõe a possibilidade de uma escassez futura. Entretanto, a preocupação deve ser com as variações ao longo do tempo nos estoques desses recursos e com a perda de riquezas decorrentes de sua não disponibilidade para gerações futuras.

Portando, há necessidade de buscar alternativas produtivas mais sustentáveis do ponto de vista energético e econômico, que possibilitem utilização mais racional dos recursos disponíveis.

#### LITERATURA CITADA

ANUALPEC ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA - ANUALPEC 2008. São Paulo: AgraFNP, 2008. 369 p.

BEVER, J. A. C. **Eficiência energética e processos de produção em pequenas propriedades rurais**. 1989. 295 p. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 1989.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia - MME. **Balanco energético nacional**. Brasília: MME, 2000. 154 p.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Balanco energético nacional**. Brasília: MME, 2004. 168 p.

- BUENO, O. C. **Análise energética e eficiência cultural do milho em assentamento rural, Itaberá/SP**. Botucatu. 2002. 146 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.
- CARVALHO, A.; GONÇALVES, G. G.; RIBEIRO, J. J. C. **Necessidades energéticas de trabalhadores rurais e agricultores na sub-região vitícola de Torres**. Oeiras: Instituto Gulbenkian de Ciência, 1974. 79 p.
- CASTANHO FILHO, E. P.; CHABARIBERY, D. **Perfil energético da agricultura paulista**. São Paulo: IEA, 1982. 55 p. (Relatório de pesquisa 9/82).
- COMITRE, V. **Avaliação energética e aspectos econômicos da filière soja na região de Ribeirão Preto, SP**. 1993. 152 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola - Planejamento Agropecuário) - Faculdade de Engenharia agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Energia para la agricultura mundial: recursos energéticos mundiais**. Roma: FAO, 1980. (Colección FAO agricultura, 7).
- LEDIC, I. L. **Manual de bovinocultura leiteira. alimentos: produção e fornecimento**. 2. ed. São Paulo: Varela, 2002. p. 11,15, 17 e 95.
- MELLO, R. **Análise energética de agroecossistemas: o caso de Santa Catarina**. 1986, 138 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1986.
- PIMENTEL, D. Energy inputs for the production formulation, packaging and transport of varios pesticides. In: PIMENTEL, D. **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton: CRC, 1980. 475 p.
- \_\_\_\_\_. et al. Food production and the energy crises. **Science**, Washington: AAAS, Vol. 182, Issue 4111, pp. 443-449, 1973.
- PÓLO REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO TURÍSTICO - PÓLO CUESTA. **Pardinho: a cidade**. Botucatu: Pólo Cuesta, 2008. Disponível em: <<http://www.polocuesta.com.br/Pardinho/cidade.asp>>. Acesso em: 12 nov. 2008.
- PRACUCHO, T. T. G. M. **Análise energética e econômica da produção de milho (zea mays) em plantio direto em propriedades familiares no município de Pratania, SP**. 2006. 105 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Faculdade de Ciência Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.
- RISOUD, B. Développement durable et analyse énergétique d'exploitations agricoles. **Économie Rurale**, Volume 252, Numéro 252, pp.16-27, juillet-août., 1999.
- ROMERO, M. G. C. **Análise energética e econômica da cultura de algodão em sistemas agrícolas familiares**. 2005. 139 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Faculdade de Ciência Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.
- SILVA, G. H. **Eficiência econômica e energética de sistemas de produção de mamona nos estados de Minas Gerais e Paraná**. 2008, 129 p. Tese (Doutorado em Agronomia) Faculdade de Ciência Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

---

Recebido em 05/03/2010. Liberado para publicação em 21/01/2011.