

Análise energética da produção de leite bovino obtido na Fazenda Experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro - ICA/UFMG

Janderson Tolentino Silveira^{1*}, Fernando Colen², Anna Christina de Almeida², Rogério Marcos de Souza², Josélia Fernandes Oliveira Tolentino³

Resumo

O objetivo do presente trabalho foi realizar a análise energética da produção de leite bovino na Fazenda Experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro (FEHAN), do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG, em Montes Claros - MG. Por acompanhamento da produção no ano agrícola 2008/2009, por intermédio das informações obtidas na literatura, e por meio de relatos verbais dos trabalhadores de campo da FEHAN, foi analisada cada operação do itinerário técnico da produção de leite. Os resultados da análise energética foram apresentados pela estrutura dos dispêndios energéticos, por tipo, forma, fonte de energia e pela energia bruta produzida. Considerando o agroecossistema estudado, e para uma produção média por hectare/ano de 3.249,25 litros, observou-se uma energia bruta do produto leite, isto é, saídas energéticas de 8.570,49 MJ ha⁻¹ e uma entrada energética de 33.824,44 MJ ha⁻¹. O agroecossistema leite foi altamente dependente de energia de fonte biológica, principalmente devido ao uso de rações concentradas, com elevado valor energético. A eficiência cultural encontrada foi de 0,25, ou seja, para cada unidade calórica aplicada no agroecossistema, foi produzida apenas 0,25 unidade calórica. Verificou-se, com isso, que o agroecossistema de produção de leite na FEHAN - ICA/UFMG foi altamente dependente de energia e ineficiente, do ponto de vista energético.

Palavras-chave: Balanço energético. Agroecossistema. Leite bovino. Energia.

¹Mestre em Ciências Agrárias pelo Instituto de Ciências Agrárias da UFMG

*Autor correspondente: jandersontolentino@yahoo.com.br

²Professor(a) do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG

³Especialista em Recursos Hídricos e Ambientais pelo Instituto de Ciências Agrárias da UFMG

Energetic analysis of bovine milk production obtained in the “Experimental Farm Professor Hamilton Navarro de Abreu - ICA/UFMG

Abstract

This work aimed to analyze the energy spent on bovine milk production at Fazenda Experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro - FEHAN (Experimental farm), from Instituto de Ciências Agrárias da UFMG, in Montes Claros - MG. In order to follow the production of the years 2008/2009, by means of information from the literature and oral statements from country workers of FEHAN, each operation of the technical itinerary of the bovine milk production has been analyzed. The results of the energy analysis were presented by the energy expenditure structure through energy type, source and form and by the produced gross energy. Considering the studied agroecosystem and a mean production per hectare/year of 3.249,25 liters, we could observe a gross energy from the product - milk, that is, energy outputs of 8.570,49 MJ ha⁻¹ and an energy input of 33.824,44 MJ ha⁻¹. The agroecosystem milk was highly dependent on biological source energy, mainly due to the use of concentrated feed with high energy value. The cultural efficiency found was 0,25 caloric unit. We could verify through this, that the agroecosystem of the milk production at FEHAN - ICA/UFMG was highly dependent on energy and inefficient from the energy point of view in the agricultural year studied.

Keywords: Energy balance. Agroecosystem. Bovine milk. Energy.

Introdução

A partir da revolução verde, da década de 1960, a agropecuária brasileira passou por uma série de transformações que levou a aumentos significativos de produção de alimentos, de matérias-primas, de geração de renda e emprego no campo e nas cidades, além de um aumento crescente no uso de insumos não-renováveis.

O efeito direto dessas mudanças foi a intensificação da concorrência e a busca incessante por produtos de qualidade e a baixos custos de produção, a fim de conquistar cada vez mais mercado. Com isso, a agropecuária brasileira tem usado cada vez mais insumos, equipamentos, sementes melhoradas e animais mais produtivos.

Na produção agropecuária em geral, tem sido cada vez mais utilizadas fontes energéticas de origem não-renovável como: fertilizantes, herbicidas e o diesel. Com a pecuária leiteira não tem sido diferente para alcançar produção de alimentos em quantidade e qualidade suficientes para manter

altos índices de produtividades em seus rebanhos, o que tem gerado muita renda no setor leiteiro nacional. Por outro lado, tem gerado problemas complexos, principalmente relacionados às questões ambientais, sociais e econômicas.

Assim sendo, busca por sistemas de produção mais sustentáveis e eficientes, vem adquirindo importância no cenário nacional e internacional. Com isso, a análise energética da atividade leiteira vem auxiliar na avaliação das formas de produção, além de fornecer subsídios para avaliar, de forma mais aprofundada, o atual patamar de utilização, das entradas energéticas (*inputs*) e saídas energéticas (*outputs*) e o nível de dependência energética do agroecossistema leiteiro.

A produção de leite no Brasil destaca-se como uma das atividades econômicas mais importantes do agronegócio nacional, gerando renda e empregos em todas as regiões do país. De acordo com Souza *et al.* (2004), a importância da pecuária leiteira nacional pode ser reforçada pelo segmento industrial, que, por meio de grandes empresas de laticínios, é capaz de ofertar ao mercado uma infinidade de subprodutos, como leite em pó, queijos, manteigas, doces e iogurtes. Recentemente, a elevação da demanda por produtos lácteos tem sido capaz de gerar empregos permanentes, superando setores tradicionalmente importantes, como o automobilístico, a construção civil, a siderurgia e o têxtil. A cada US\$ 20 milhões exportados em leite e derivados, são preservados 11 mil empregos, sendo 6 mil nas propriedades rurais.

Minas Gerais é o estado com maior produção de leite do Brasil, com cerca de 6,5 bilhões de litros ou 29 % da produção nacional, seguido pelo estado de Goiás, com 2,6 bilhões de litros por ano. Entre os estados da região Sudeste, Minas Gerais ocupa o primeiro lugar na produção de leite, com 71% do total produzido (ANUALPEC, 2004).

A análise energética da atividade leiteira vem auxiliar na avaliação das formas de produção, além de fornecer subsídios para avaliar, de forma mais aprofundada, o atual patamar de utilização, das entradas energéticas (*inputs*) e saídas energéticas (*outputs*) e o nível de dependência energética do agroecossistema leiteiro.

Para se fazer uma análise energética de um agroecossistema de produção, deve-se entender a relação entre “entradas” (*inputs*) e “saídas” (*outputs*) de energia e as formas como são utilizadas. A análise energética pode ser entendida como um processo de avaliação das “entradas” (*inputs*) e das “saídas” (*outputs*) de energia dos agroecossistemas (BUENO, 2002).

Por sua vez, o balanço de energia é um instrumento de contabiliza-

ção da energia produzida e das energias consumidas em um determinado sistema de produção, com a função de traduzir em unidades, ou equivalentes energéticos, os fatores de produção e os consumos intermediários, possibilitando, dessa forma, a construção de indicadores comparáveis entre si, que permitam a intervenção no sistema produtivo, visando melhorar a sua eficiência (BUENO *et al.*, 2000).

Segundo Campos (2001), a percepção da importância e da utilidade do balanço de energia tem feito com que vários pesquisadores utilizem esse instrumento para avaliação de sistemas e atividades agrícolas nas mais diversas proporções, com distintas delimitações (fronteiras) do sistema.

Risoud (2000) admite que a análise energética fornece uma visão interessante da agricultura como um usuário e um produtor de energia simultaneamente. A autora relata que a análise energética é um método relevante para avaliar a sustentabilidade da agricultura e que ilustra a complementaridade entre culturas agrícolas e produção animal.

A análise energética do setor agrícola pode ser apresentada em várias escalas, desde países, passando por cadeias agroalimentares específicas de exploração agrícola, até por itinerário técnico por produto (RISOUD, 1999).

A maioria das análises energéticas expressa os seus índices ou coeficientes em quilocaloria (kcal). Conforme Risoud (1999), a unidade utilizada em estudos de eficiência energética deve ser a mesma do Sistema Internacional, que, no caso, é o Joule (J) e os seus múltiplos, principalmente o Megajoule (MJ).

Na avaliação da produção de leite, deve-se levar em consideração a energia envolvida na criação dos animais, com utilização de pastagens, de ensilagens e de fenos, os quais demandam elevadas quantidades de energia para a sua produção (CAMPOS, 2001).

A definição de itinerário técnico é dada por Dufumier (1996, citado por PRADO, 1999) como:

[...] a sucessão lógica e ordenada de operações culturais aplicadas a uma espécie, a um consórcio de espécies ou a uma sucessão de espécies vegetais cultivadas, podendo utilizar e aplicar o mesmo conceito na produção animal.

A construção de índices energéticos permite a comparação e a mensuração de relações e grandezas energéticas que “entram” e “saem” do agro-

ecossistema Mello (1996 citado por BUENO, 2002).

Eficiência e produtividade cultural, e eficiência e produtividade ecológica são os índices mais utilizados na literatura. A inclusão ou não da radiação solar como insumo energético a ser contabilizado nos agroecossistemas caracteriza a diferença entre eles. É necessário delimitar o sistema consumidor de energia, optando pela não inclusão dos dados de incidência solar, devido às grandes dificuldades de obtenção de informações precisas e, também, a sua consideração como fonte gratuita de energia. Autores como Pimentel *et al.* (1973), Comitre (1993), Campos (2001), Romero (2005) e Almeida (2007), optaram pela não observação da incidência solar em seus trabalhos.

Bueno (2002), utilizou dois índices para expressar os resultados da avaliação energética da cultura do milho em assentamento rural: eficiência cultural líquida (equação 1) e energia cultural líquida (equação 2).

$$\text{Eficiência cultural} = \frac{\text{“saídas” úteis}}{\text{“entradas” culturais}} \quad \text{eq. 1}$$

$$\text{Eficiência cultural líquida} = \text{“saídas” úteis} - \text{“entradas” culturais} \quad \text{eq. 2}$$

Risoud (1999), utiliza índices que captam o uso de energias renováveis nos agroecossistemas, denominados de balanço energético (equação 3) e eficiência energética (equação 4), buscando a relação entre sustentabilidade e análises energéticas de explorações agrícolas.

$$\text{Balanço energético} = \sum \text{energias totais} - \sum \text{energia não-renováveis} \quad \text{eq. 3}$$

$$\text{Eficiência energética} = \frac{\sum \text{energias totais}}{\sum \text{das “entradas” de energia não-renováveis}} \quad \text{eq. 4}$$

O presente estudo adotou os índices eficiência cultural, eficiência energética, energia cultural líquida e balanço energético como referências para análise.

Assim sendo, com o intuito de obter informações que possam gerar subsídios para ajustes de condutas na produção leiteira, o presente trabalho teve por objetivo realizar uma análise energética da exploração leiteira na Fazenda Experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro, no Instituto

de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, em Montes Claros - MG.

Material e métodos

O presente trabalho analisou o agroecossistema da produção de leite bovino no ano agrícola 2008/2009 na Fazenda Experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro (FEHAN), do Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal de Minas Gerais, Campus Regional de Montes Claros/MG.

A FEHAN possui uma área de 232 ha. Localiza-se a 7 Km do centro da cidade. Montes Claros situa-se a uma latitude de 16° 43'41" sul e a uma longitude de 43° 52'54" oeste. A sua altitude média é de 646 metros. O clima é considerado seco e quente, com precipitação anual média de 1.049,8 milímetros¹.

Na FEHAN, os animais são criados no sistema de produção semi-intensivo, onde, no período das águas, que compreende os meses de novembro a abril, os animais são manejados em piquetes de capim *Brachiaria decumbens*, no período da noite e silagem de sorgo com ração concentrada durante o dia. No período de seca, que compreende os meses de maio a outubro, são confinados, recebendo alimentação à base de silagem de sorgo e ração concentrada em tempo integral. Todos os animais são da raça holandesa. O rebanho tem uma idade média de seis anos, com número de crias médio de 2,4 crias por vaca. A produção média por vaca em lactação por dia foi de 13,16 litros, com um volume anual total de 110.474,55 litros de leite, no ano agrícola 2008/2009. Fato importante e que teve influência direta na produção de leite no ano agrícola estudado foi que, no ano agrícola anterior, ou seja, 2007/2008 o Norte de Minas Gerais passou por um período de seca muito intensa, sendo considerada a pior seca dos últimos 30 anos, o que afetou negativamente o desempenho reprodutivo e conseqüentemente a produção de leite no ano agrícola estudado. Os animais produtores de leite da Fazenda utilizam uma área de 34 hectares, incluindo piquetes e área para produção de sorgo para silagem.

Nesta pesquisa, foram utilizados dados provenientes de fontes primárias, isto é, trabalhadores rurais da FEHAN, e secundárias o Instituto de Economia Agrícola (IEA-SP). O itinerário técnico do agroecossistema da produção leiteira e as informações referentes à produção foram obtidos por meio do acompanhamento direto, de relatos verbais e da aplicação de formulários especificamente elaborados.

¹Instituto Nacional de Meteorologia - INMET - 5º DISME - SEOMA.

Cada operação foi descrita, no sentido de identificar e especificar a quantidade e o tipo de máquinas e implementos utilizados, os insumos empregados e a mão de obra envolvida determinando individualmente a massa, a altura, idade e gênero dos trabalhadores. Foi determinado também o tempo de operação por etapa e por área (hectare), a jornada de trabalho, os coeficientes de tempo de operação por área, isto é, o rendimento, os respectivos consumos de combustíveis, lubrificantes e graxas, além da quantificação de mão de obra utilizada por operação. Posteriormente, foi realizada a conversão das diversas unidades físicas em unidades energéticas. O sistema de estudo foi delimitado até o momento em que o leite é recolhido pela empresa de laticínio, ou seja, o estudo compreende todas as operações de produção de leite dentro da FEHAN.

Formas de energia que compõe a matriz dos dispêndios energéticos

Mão de obra

Com relação ao cálculo de energia utilizada pelos trabalhadores rurais nas operações do itinerário técnico, foi adotada a metodologia descrita por Carvalho *et al.* (1974) e utilizada por Bueno (2002), Romero (2005) e Basso (2007).

Sementes

O material genético utilizado na Fazenda Experimental do ICA-UFMG na safra 2008/2009 para produção de silagem foi a semente de sorgo forrageiro volumax, na quantidade de 8 kg por hectare. No caso da semente de sorgo, considera-se, nesse trabalho, o valor energético de $7.856 \text{ kcal.kg}^{-1}$, seguindo o mesmo raciocínio de Pimentel *et al.* (1973), ou seja, partindo do dobro do custo energético do grão colhido, em virtude de maiores esforços necessários à produção de sementes melhoradas.

Ração concentrada para vacas

Os principais alimentos constituintes da ração concentrada das vacas em lactação do ICA-UFMG foram: o milho grão, com $3.933 \text{ kcal.kg}^{-1}$ (ROSTAGNO, 2000), o farelo de soja, com $4.094 \text{ kcal.kg}^{-1}$ (ROSTAGNO, 2000) e uma fonte de nitrogênio não protéico, representada pela uréia, com $14.930 \text{ kcal.kg}^{-1}$ de "N" Felipe Jr. (1984 citado por Bueno, 2002). O valor calórico do concentrado para vacas em lactação na Fazenda Experimental do

ICA-UFMG foi de 4.075,2 kcal.kg⁻¹, com um consumo total no ano agrícola 2008/2009 de 36.824 kg de ração concentrada, ou seja, 1.083,05 kg ha⁻¹ ano.

Combustível, óleo lubrificante e graxa

Para o óleo diesel, foi utilizado o valor de 8.484 kcal.L⁻¹, multiplicado pelo fator 1,14 (9.671,8 kcal.kg⁻¹) referente aos custos calóricos para sua obtenção, óleos lubrificantes 8.905,6 kcal.kg⁻¹ e graxa 10.200 kcal.kg⁻¹ (BRASIL, 2008).

Fertilizante

Para fertilizantes químicos, foram adotados, os seguintes índices: 14.930 kcal.kg⁻¹, para “N” Felipe Jr. (1984 citado por Bueno, 2002); 2.300 kcal.kg⁻¹, para “P₂O₅” Lockeretz (1980 citado por Bueno, 2002); e 2.200 kcal.kg⁻¹, para “K₂O” Cox e Hartikins (1978 citado por Bueno, 2002).

Máquinas e implementos

A equação para o cálculo de depreciação de máquinas e de implementos foi a mesma utilizada por Comitre (1993), Bueno (2002) e Romero (2005). Os coeficientes calóricos adotados foram de 2.061 Mcal.t⁻¹ para aqueles equipamentos utilizados em todas as operações até o plantio ou semeadura, isto é, cultivo primário e 1.995 Mcal.t⁻¹, para as demais operações pós-plantio ou semeadura, ou seja, cultivo secundário. Nas operações do itinerário técnico foram utilizados três modelos de tratores: Massey Ferguson 291 4x4 100 cv, Massey Ferguson 275 4x2 de 75 cv e um Valmet 68 de 65 cv. Os implementos utilizados foram uma grade aradora de 14 discos Baldan, uma grade niveladora de 28 discos Tatu, uma semeadora PST Plus Tatu, uma ensiladora Pecus 9004 Nogueira, um pulverizador Jacto de 400 litros, um cultivador adubador Tatu, carreta agrícola, roçadora de arrasto SP1 Inronda, ordenhadeira mecânica de quatro conjuntos Westfalia e um tanque de resfriamento de leite com capacidade de 2070 litros.

Agrotóxicos

Para herbicidas, foram utilizados 83,09 Mcal.kg⁻¹ e formicida 21,340 Mcal.kg⁻¹. Nesses coeficientes, estão considerados os gastos energéticos com a produção, a formulação, a embalagem e o transporte. Esses valores foram os mesmos utilizados por Romero (2005).

Ordenhadeira mecânica e resfriador de leite

O coeficiente energético utilizado para o aço inox, principal componente do tanque de resfriamento de leite, foi o mesmo usado por Pimentel (1980, citado por COSTA, 2006), sendo de 79,96 MJ.kg⁻¹.

A conversão da energia elétrica consumida pela ordenhadeira e pelo tanque de resfriamento em unidades energéticas foi realizada por meio da equação, utilizada por Nascimento (2007).

Resultado e discussão

Participação das operações do itinerário técnico

Na Tabela 1, verifica-se a participação das operações que compõem o itinerário técnico da produção de leite em unidades energéticas por unidade de área e participações de cada operação em porcentagem:

Tabela 1 - Participação das operações do itinerário técnico no agroecossistema leite em MJ ha⁻¹. FEHAN, safra 2008/2009.

Operação	Participação energética no agroecossistema	
	(MJ ha ⁻¹)	(%)
Grade aradora	652,01	1,93
Grade niveladora	301,92	0,89
Plantio e adubação	3.617,48	10,69
Combate à formiga	89,79	0,27
Aplicação de herbicida	1.993,55	5,89
Adubação em cobertura	3.212,09	9,50
Colheita mecânica	1.555,34	4,60
Produção de Silagem - Transporte	1.021,89	3,02
Produção de Silagem - Compactação	296,63	0,88
Arraçoamento	18.735,35	55,39
Roçada mecânica de pasto	449,01	1,33
Energia nas construções rurais	148,50	0,44
Ordenha e resfriamento de leite	1.750,88	5,18
TOTAL	33.824,44	100,00

Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

Analisando a Tabela 1, pode-se observar, com relação à participação global nas entradas de energia no agroecossistema analisado, que a energia da operação de arração apresentou maior percentual, com cerca de 55%. Isso devido ao fato dos constituintes da ração concentrada serem muito calóricos. As operações de plantio e adubação, e adubação em cobertura representaram, juntas, mais de 20% das entradas energéticas, devido em grande parte, ao uso dos fertilizantes. A ordenha mecânica e o tanque de resfriamento de leite foi outra operação do itinerário técnico que teve uma participação significativa na composição dos dispêndios energéticos, com 5,18%.

A produção de leite, no ano agrícola 2008/2009, na Fazenda Experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro do ICA-UFMG, foi de 110.474,55 litros de leite, o que representa uma produtividade de 3.249,25 litros.ha⁻¹ por ano. A energia bruta obtida, ou seja, as “saídas” úteis com a produção física de leite por hectare foi de 8.570,49 MJ ha⁻¹.

De acordo com a Tabela 2, as energias direta e indireta participaram com 73,36% e 26,64%, respectivamente. A eficiência energética, o balanço energético, a eficiência cultural e a energia cultural líquida são apresentados na Tabela 2.

Diferentemente de Basso (2007), que não computou a ração concentrada em seu estudo, a energia direta teve maior participação, devido, principalmente, ao elevado gasto energético com ração, insumo fundamental para se conseguir a produtividade alcançada no presente estudo.

Em relação à fonte, a energia de origem biológica participou com cerca de 55%, a de origem fóssil, com cerca de 18% e, finalmente a energia de origem industrial participou com cerca de 26% na composição do dispêndio energético global da produção de leite.

Tabela 2 - Estrutura dos dispêndios energéticos, por tipo, fonte e forma e energia bruta do agroecossistema leiteiro da FEHAN, ano agrícola 2008/2009 em MJ ha⁻¹.

Tipo, fonte e forma	Entradas Culturais		
	MJ ha ⁻¹	(%)	(%)
<u>ENERGIA DIRETA</u>	24.812,72		<u>73,36</u>
<u>Biológica</u>	18.758,3	<u>100%</u>	
Mão de obra	15,61	0,08	
Sementes	263,13	1,40	
Ração concentrada	18.479,56	98,52	
<u>Fóssil</u>	6.054,42 (c)	<u>100%</u>	
Óleo diesel	5.891,87	97,32	
Lubrificante	87,43	1,44	
Graxa	75,12	1,24	
<u>ENERGIA INDIRETA</u>	9.011,72		<u>26,64</u>
Industrial	9.011,72	<u>100%</u>	
Máquinas e implementos	538,51	5,98	
Fertilizantes	5.085,15	56,43	
Herbicida	1.739,40	19,30	
Formicida	89,35	0,99	
Energia elétrica	1.410,81	15,66	
Energia das construções	148,50	1,65	
“Entradas” Culturais	<u>33.824,44 (a)</u>		100,00
“Saídas” Úteis	<u>8.570,49 (b)</u>		
Eficiência Energética (b/c)	1,42		
Energia Cultural Líquida (b-a)	-25.253,95		
Eficiência Cultural (b/a)	0,25		
Balanco Energético (b-c)	2.516,07		

Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

Conclusão

A partir dos dados obtidos, pode-se concluir que:

- para a eficiência cultural de 0,25, seria necessário produzir quatro vezes mais a quantidade de leite, sem nenhum gasto adicional de energia para que o agroecossistema estudado fosse sustentável do ponto de vista energético, e;

- a energia cultural líquida, ligada à produtividade do agroecossistema, atingiu um déficit de $-25.253,95 \text{ MJ ha}^{-1}$, sendo ineficiente do ponto de vista energético.

Diante do exposto, portanto, é necessário buscar formas de produção mais sustentáveis do ponto de vista energético e que possibilitem o uso racional dos recursos produtivos.

Referências

ALMEIDA, L. C. F. **Avaliação energética econômica da cultura do milho em assentamento rural, Iperó -SP. 2007.** 133f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA) - Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Botucatu. 2007.

ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira.** São Paulo: Instituto FNP, 2004. p. 185.

BASSO, Z. F. C. **Análise energética da produção de leite bovino em explorações familiares na região de Botucatu - SP. Botucatu - SP 2007.** 108p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Área de concentração em energia na agricultura) Faculdade de Ciências Agrônomicas - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu 2007.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional 2008:** ano base 2007: resultados preliminares. Rio de Janeiro: EPE, 2008. 44p.

BUENO, O. C.; CAMPOS, A. T.; CAMPOS, A. T. Balanço de energia e contabilização da radiação global: simulação e comparativo. In: Avances em ingeniería agrícola, 2000, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía, 2000, p. 477-482.

BUENO, O. C. **Análise energética e eficiência cultural do milho em assentamento rural, Itaberá/SP.** 2002. 146p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu 2002.

CAMPOS, A. T. **Balanço energético relativo à produção de feno "coast-cross" e alfafa em sistema intensivo de produção de leite.** 2001. 236p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA) - Universidade Estadual Paulista (UNESP) Botucatu - SP 2001.

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 - Centro de Estudos de Economia Agrária, 1974. 79p.

COMITRE, V. **Avaliação energética e aspectos econômicos da filière soja na região de Ribeirão Preto - SP.** 1993. 152f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola/Planejamento Agropecuário) - Faculdade de Engenharia Agrícola (FEA), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

COSTA, R. E. *et al.* **Balço energético preliminar da produção do biodiesel do óleo de palma para as condições do Brasil e da Colômbia.** 2006. 6º Congresso internacional sobre geração distribuição e energia no meio rural. Universidade de Campinas. Campinas-SP. Acesso em 01 de outubro de 2009. Disponível em: <<http://www.nipeunicamp.org.br/agrener/anais/2006/61.pdf>>. Acesso em: 01 Jan. 2015.

NASCIMENTO, M. D. **Otimização do uso de lenha e cavaco de madeira para produção de energia em agroindústria seropédica.** 2007. 90p. Dissertação (Mestrado Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu 2007.

PIMENTEL, D.; HURD, L. E.; BELLOTTI, A. C.; FORSTER, M. J.; OKA, I. N.; SHOLES, O. D.; WHITMAN, R. J. Food production and the energy crises. **Science**, v. 182, p. 443-449, 1973.

PRADO, D. **Guia Metodológico:** diagnóstico de sistemas agrários. Brasília: FAO/INCRA, 1999, 58p. (Projeto de Cooperação Técnica).

RISOUD, B. Développement durable et analyse énergétique d'exploitations agricoles. **Économie Rurale**, n. 252 p.16-27. 1999.

RISOUD B. **Energy efficiency of various French farming systems:** questions to sustainability. Wageningen University: The Netherlands, 2000.

RISOUD, B. **Les domaines d'application de l'analyse énergétique.** Wageningen University: The Netherlands, 2004.

ROMERO, M. G. C. **Análise energética e econômica da cultura de algodão em sistemas agrícolas familiares.** 2005. 139f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

ROSTAGNO, H. S. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos:** composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2000. 141p.:il.

SOUZA, C. F. *et al.* **Instalações para Gado de Leite.** Área CRA/DEA/UFV. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dea/ambiagro/arquivo/GadoLeiteOutubro-2004.pdf.p.6>>. Acesso em: 20 abr. 2008.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Dairy:** World Markets and Trade. Disponível em: <<http://www.usdabrazil.org.br>>. Acesso em: 08 Mar. 2009.