

## Quantificação econômica e energética em cultura de cana-de-açúcar na região da Alta Paulista - SP

*Energetic and economical calculation in the culture of sugar cane in the region of Alta Paulista - SP*

**Reinaldo de Oliveira Nocchi**

Mestre em Agronomia, pela UNESP –  
Campus de Botucatu. Proprietário da Oeste Consultoria. Professor da FAI

**Rogério Buchala**

Mestre em Agronomia, pela UNESP – Campus de Botucatu. Professor da FAI.

**Luiz Roberto Almeida Gabriel**

Docente em Matemática – Professor da FCA - Unesp de Botucatu

### Resumo

A cultura de cana-de-açúcar exige, para a sua produção (pré-plantio, plantio, colheita e transporte), a utilização de insumos agrícolas que geram um alto consumo energético e econômico. O objetivo do presente trabalho consistiu na quantificação energética (consumo e produção da energia) e econômica (receitas, custos e resultado bruto). Objetivou também a demonstração da viabilidade para substituição da colheita manual, pela colheita mecânica, permitindo o melhor uso da biomassa. Para tal demonstração, foram utilizadas equações algébricas e matrizes, instrumentos que permitiram o cálculo dos quantitativos energéticos e econômicos referentes às duas colheitas de cana-de-açúcar. Foram identificadas quantificações energéticas negativas para ambos os tipos da colheita, na manual (consumo da energia de 22.964.098,44 kcal/ha, produção da energia de 1.407.282,87 kcal/ha), e na mecânica (consumo da energia de 25.336.723,03 kcal/ha, produção da energia de 1.343.781,30 kcal/ha). Os resultados econômicos mostraram-se positivos: colheita manual com receitas de R\$ 61.079,92, custo de produção de R\$ 39.637,82 e resultado bruto de R\$ 21.442,10; colheita mecânica com receitas de R\$ 69.250,63, custo de produção de R\$ 43.157,70 e resultado bruto de R\$ 26.092,93, para ambas as colheitas de cana-de-açúcar. Além disso, verificou-se a evidência clara da superioridade da colheita mecânica, tanto no aspecto energético, quanto no aspecto econômico.

**Palavras-chave:** Cana-de-açúcar. Quantificações energéticas. Resultados econômicos.

### Abstract

The culture of sugar cane demands a production (pre

plantation, plantation, harvest and transport), which uses agricultural products that generate one high energetic and economical consumption. This work estimates energetic quantity (consumption and production of energy) and economical quantity (earnings, costs and brut result). It also intends to show that manual harvest can be substituted by mechanic harvest, permitting the best use of the biomass. For this demonstration, it makes use of algebras and matrix equations, instruments which permit the calculus of the energetic and economic quantitative concerned to the two harvests of the sugar cane. It identifies negative energetic quantitative for both kinds of harvest; in manual harvest (energetic consumption of 22.964.098,44 Kcal/ha, energetic production of 1.407.282,87 Kcal/ha), and in mechanic harvest (energetic consumption of 25.336.723,03 Kcal/ha, energetic production of 1.343.781,30 Kcal/ha). The economical results were positive: manual harvest with revenues about R\$ 61.079,92; expense of production about R\$ 39.637,82 and gross income about R\$ 21.442,10; mechanical harvest with revenues about R\$ 69.250,63 ; expense of production about R\$ 43.157,70 and gross income about R\$ 26.092,93. There where positive results for both harvests of sugar cane, however, it was found evidence of superiority in mechanic harvest, as much for energetic as for economic aspect.

**Keywords:** Sugar cane. Energetic quantitative. Economical results.

### Introdução

Atualmente, a cana-de-açúcar é uma das maiores opções dentre as fontes de energia renováveis, apresentando grande importância no cenário agrícola brasileiro e um futuro promissor no cenário mundial.

À medida que a expectativa de escassez de energia aumentar e as jazidas de petróleo se esgotarem, o preço da energia tenderá a subir. Este fato favorece a demanda para implantação de tecnologias alternativas, que deverão apresentar menores impactos ecológicos na produção agrícola, equilíbrio na relação produção de alimentos versus produção de energia e maior eficiência energética nos processos de produção.

Os fatores que interferem na produção e maturação da cultura da cana-de-açúcar estão sendo constantemente estudados sob diferentes aspectos. Embora se reconheça a influência de fatores básicos de produtividade como o clima, o solo e variedades, a produção agrícola é seguramente dependente da energia investida na cultura, a qual, notadamente, depende de certas fontes que em sua maioria, dependem do petróleo.

Sabe-se que a cultura da cana-de-açúcar apresenta uma grande quantidade de biomassa. O bagaço é aproveitado como combustível para as caldeiras e ainda existe o material remanescente, que de maneira geral são queimados. A sobra dessa queima fica depositada no solo, apodrecendo e criando certas dificuldades para as operações mecanizadas que normalmente são realizadas visando o próximo plantio ou para a rebrota.

Os impactos sobre o meio ambiente e os efeitos negativos à saúde das populações circunvizinhas às áreas de cultivo de cana-de-açúcar são originários, entre outras razões, quando da queima dos canaviais, da emissão de gases à atmosfera como o eteno e outros hidrocarbonetos, que são precursores da formação de ozônio troposférico, principal substância responsável por aumentos na frequência de problemas respiratórios em seres humanos.

A emissão de ácidos e compostos que uma vez depositados na água e no solo tendem a aumentar a acidez do meio, apresentando consequências como declínio florestal, mortandade de peixes, corrosão de metais e desintegração de revestimento de superfícies metálicas e de materiais minerais de construção. Ainda a emissão de compostos tóxicos que atingem fauna e população humana, por meio de respiração de ar com concentrações eventualmente elevadas.

O aproveitamento da palha da cana-de-açúcar depende fundamentalmente da mecanização da colheita, que vem se ampliando de modo mais lento que se poderia esperar, e que tem metas legais muito modestas de expansão nos

próximos anos, de acordo com a lei 11241/02, que prevê a total eliminação da queima de cana pré-colheita, no estado de São Paulo, somente para o ano de 2.030.

O aproveitamento da palha da cana-de-açúcar depende fundamentalmente da mecanização da colheita, que vem se ampliando de modo mais lento que se poderia esperar, e que tem metas legais muito modestas de expansão nos próximos anos, de acordo com a lei 11241/02, que prevê a total eliminação da queima de cana pré-colheita, no estado de São Paulo, somente para o ano de 2.030.

Visando um melhor aproveitamento energético desse material, seria razoável que a cultura deixasse de ser queimada, propiciando condições mais favoráveis para a colheita mecanizada, sendo que a colheita dessa cana crua de forma manual traria uma diminuição de sua produtividade.

Em função dos aspectos analisados anteriormente, verifica-se uma forte tendência no sentido do empreendedor da área de agronegócios do segmento sucroalcooleiro vir a se deparar, num futuro próximo, com maiores dificuldades energéticas e econômicas, em suas operações agrícolas, motivo pelo qual deverá existir uma atenção especial, quanto à adoção de mudanças nos sistemas de produção, que venham a privilegiar a conservação de energia, a minimização dos custos de produção, a recuperação e o adequado aproveitamento da biomassa.

Para a realização do presente trabalho foram realizados levantamentos de dados, junto a um talhão em uma propriedade, em sistema de arrendamento e para uma variedade de cana-de-açúcar, em uma usina, situada na região da Alta Paulista, oeste do estado de São Paulo, pertinentes aos inputs e outputs selecionados para dois ciclos de produção da cana-de-açúcar, assim como sua conversão energética e econômica, que serviram de parâmetro para a análise de resultados e conclusões sobre sua viabilidade.

## Material e Métodos

O experimento sobre a cultura de cana-de-açúcar foi realizado na Fazenda Araguaney da Usina Central de Alcool Lucélia Ltda., localizada no município de Lucélia, estado de São Paulo, situada a latitude 21° 29' 47" S e longitude 50° 55' 44" O, a uma altitude de 394 m. A cultura utilizada ocupava uma área de 188,28 ha em 2003

e 187,15 ha em 2004.

O solo da área experimental é caracterizado como LVA, apresentando uma declividade de aproximadamente 5%. A variedade cultivada foi a RB 867515, plantada em março de 2.003, com espaçamento de 1,5 m.

Os dados foram coletados durante duas safras, em 2.003/2004 e 2.004/2005, sendo selecionado para efeito de análise apenas um talhão<sup>1</sup>, pois o mesmo apresentava todos os dados necessários para o desenvolvimento da pesquisa.

A metodologia utilizada para o experimento considerou as variáveis selecionadas para a produção de cana-de-açúcar, e levando-se em conta os resultados e observações realizadas por diversos autores sobre avaliação energética e suas implicações. Foram selecionados dados quantitativos do poder calórico, o valor econômico e os quantitativos para produção da cultura e materiais provenientes das colheitas feitas de forma manual e mecanizada da cana-de-açúcar, coletados na Usina Central de Álcool Lucélia.

Utilizando-se conversões energéticas, foram obtidas equações que, escritas algebricamente ou em forma matricial, permitiram o cálculo do consumo energético e econômico, levando-se em conta também a intenção do reaproveitamento dos materiais da colheita.

As variáveis selecionadas, assim como seus parâmetros para a produção da cultura de cana-de-açúcar foram: a mão-de-obra, quantificada em função das horas trabalhadas; as máquinas, cuja quantificação foi realizada levando-se em conta a quantidade, peso e horas trabalhadas; os combustíveis consumidos, mensurados pela quantidade de litros por hora e os defensivos, os fertilizantes e as mudas, mensuradas em função da quantidade, em kilogramas-força por hectare.

Os dados selecionados dos materiais para colheita manual e mecanizada da cultura de cana-de-açúcar, foram os seguintes: rendimento, em função da quantidade colhida em tonelada por hora; material remanescente consistindo no ponteiro, palhas, folhas verdes e frações de colmos; perdas de campo retratadas pela s canas inteiras; impurezas representadas pelo palhão; material industrializável representado pela produção de colmos e o bagaço, material obtido através da moagem da cana-de-açúcar.

**Tabela 1.** Conversão energética para produção de cana-de-açúcar, colheita manual e mecanizada, safras 2003/2004.

Variáveis	Total de energia para colheita manual (Kcal/ha)	Total de energia para colheita mecanizada (Kcal/ha)
Temo	85.737,25	10.957,41
Tema	68.538,49	104.090,14
Tec	3.899.399,09	6.311.251,87
Ted	1.600.581,79	1.600.581,79
Tef	3.399.841,82	3.399.841,82
Temu	13.910.000,00	13.910.000,00
Consumo total	22.964.098,44	25.336.723,03

Fonte: Dados fornecidos pela Usina Central de Álcool Lucélia - 2<sup>os</sup> semestres de 2.004/2005.

A Tabela 2 traz informações relevantes dos cálculos, quanto à conversão energética dos materiais resultantes da colheita de cana-de-açúcar, envolvendo os dois tipos de colheita, manual e mecanizada, e as duas safras analisadas, 2003/2004 e 2004/2005.

**Tabela 2.** Conversão energética dos materiais da colheita de cana-de-açúcar, safras 2003/2004 e 2004/2005.

Variáveis	Total em kcal/ha para a colheita	
	Manual (cana queimada)	Mecanizada (cana crua)
Temr	309.928,02	281.755,89
TEp	6.347,47	15.866,90
Temi	947.956,49	896.862,96
TEi	25.212,26	37.809,28
Teba	117.838,63	111.486,27
Total reaproveitável	124.186,10	446.918,34
Produção total	1.407.282,87	1.343.781,30

Fonte: Dados fornecidos pela Usina Central de Álcool Lucélia - 2<sup>os</sup> semestres de 2.004 e 2.005.

Na tabela 3, estão representados os custos, em reais, de cada variável para produção de cana-de-açúcar.

**Tabela 3.** Total dos custos para a produção de cana-de-açúcar, safras 2003/2004 e 2004/2005.

Variáveis	Custos (R\$)	
	Manual	Mecanizada
Mão-de-obra	2.552,86	530,37
Combustíveis	555,15	1.465,04
Defensivos	2.304,45	2.304,45
Mudas	-	-
Fertilizantes	2.077,84	2.077,84
Máquinas	3.205,54	5.694,05
Custo total para produção	10.695,84	12.071,75

Fonte: Dados fornecidos pela Usina Central de Álcool Lucélia - 1<sup>o</sup> semestre 2.006

Na tabela 4, estão representadas as receitas em reais (R\$) auferidas, pela Usina Central de Álcool de Lucélia., frente à comercialização dos materiais produzidos, em função dos dois tipos de colheita utilizados, manual e mecanizada, nas safras 2003/2004 e 2004/2005.

Tabela 4. Receitas na comercialização dos materiais produzidos nos dois tipos de colheita, safras 2003/2004 e 2004/2005.

Variáveis	Receitas (R\$)	
	Manual	Mecanizada
Material remanescente	-	8.167,05
Perdas (cana-de-açúcar)	1.332,97	3.332,08
Material industrializado (cana-de-açúcar)	52.536,03	49.704,42
Impurezas	-	1.224,90
Bagaço	7.210,92	6.822,18
Total	61.079,92	69.250,63

Fonte: Dados fornecidos pela Usina Central de Alcool Lucélia - 1º semestre 2.006

Os resultados brutos em reais, fruto da comercialização nas colheitas manual e mecanizada, foram apurados subtraindo-se das receitas apenas os valores referentes aos custos de produção, sem levar em conta os impostos, de acordo com a Tabela 5.

Tabela 5. Resultados econômicos brutos na comercialização dos materiais produzidos nos dois tipos de colheita, safras 2003/2004 e 2004/2005, em reais (R\$).

Itens	Safrá 2003/2004		Safrá 2004/2005	
	Manual	Mecanizada	Manual	Mecanizada
Receitas	30.418,44	34.487,60	30.661,48	34.763,03
Custos de Produção	28.941,98	31.085,95	10.695,84	12.071,75
Resultados brutos	1.476,46	3.401,65	19.965,64	22.691,28

Fonte: Dados fornecidos pela Usina Central de Alcool Lucélia - 1ºs semestres de 2.005 e 2.006.

## Resultados

Verificou-se que, para a cultura de cana-de-açúcar, a produção de energia, independentemente do tipo de colheita utilizado, é menor que seu consumo. Nas duas primeiras safras, 2003/2004 e 2004/2005, a colheita manual apresenta os seguintes quantitativos: 1.407.282,87 Kcal/ha de produção de energia, contra 22.964.098,44 Kcal/ha de consumo energético. Já para a colheita mecanizada, 1.343.781,30 Kcal/ha de produção de energia, contra 25.336.723,03 Kcal/ha de consumo energético.

Identificou-se, de forma isolada, como maior consumidor de energia a muda que representa 60,57% do total de energia consumida, para a colheita manual, e 54,90% do total de energia consumida, para a colheita mecanizada. Os demais itens consumidores de energia são: combustíveis, com 16,98%, fertilizantes, com 14,80% e defensivos com 6,97% na colheita manual e combustíveis, com 24,91%, fertilizantes, com 13,42% e defensivos, com 6,32%, para

a colheita mecanizada. O consumo energético de mão-de-obra e das máquinas não é significativo, representando respectivamente 0,37% e 0,30% para a colheita manual e 0,43% e 0,41% para a colheita mecanizada.

Identificou-se a necessidade de direcionamento de estudos mais aprofundados no que se refere à produção das mudas, buscando a minimização de gastos energéticos para tal, além de buscar-se também a minimização dos consumos de energia relacionados aos combustíveis, fertilizantes e defensivos, quer pela redução dos quantitativos utilizados, através da adoção de técnicas mais específicas ou pela utilização fontes alternativas de energia.

Deve-se salientar ainda que, com relação ao material passível de reaproveitamento, excluindo-se o produto principal (cana-de-açúcar), considerando-se as duas safras 2003/2004 e 2004/2005, o sistema mecanizado reaproveita 446.918,34 kcal/ha, enquanto que para o sistema manual o reaproveitamento é de 124.186,10 Kcal/ha.

No que se refere aos custos de produção a cultura de cana-de-açúcar, nas safras de 2003/2004 e 2004/2005, apresentou respectivamente os seguintes valores: para a colheita manual R\$ 28.941,98 e R\$ 10.695,84, para a colheita mecanizada 31.085,95 e 12.071,75, totalizando R\$ 39.637,82 e 43.157,70, para ambas as safras.

No que se refere às receitas na comercialização da cana-de-açúcar, nas safras de 2003/2004 e 2004/2005, apresentaram respectivamente os seguintes valores: para a colheita manual R\$ 30.418,44 e R\$ 30.661,48, para a colheita mecanizada R\$ 34.487,60 e R\$ 34.763,03, totalizando R\$ 61.079,92 e 69.250,63, para ambas as safras.

Verificou-se ainda que o sistema de colheita mecanizada apresenta os melhores resultados econômicos ou até mesmo em termos de consumo energético, se for considerado em cálculos futuros um número maior de safras.

## Conclusão

Frente ao cenário sócio-econômico, ambiental e energético apresentado pela região da Alta Paulista, no oeste do estado de São Paulo, quer seja, a predominância da agroindústria canavieira, proprietária de grandes extensões territoriais, arrendatária de pequenas propriedades rurais, cogeneradora de energia elétrica com

geração de excedentes para a rede integrada de energia elétrica e empregadora de boa parte da mão-de-obra não qualificada da região, destacam - se as conclusões:

Concluiu-se que deverá existir uma maior preocupação, por parte do empresariado do segmento sucroalcooleiro, quanto às questões sociais que permeiam o contingente de mão-de-obra engajada no setor. Os três níveis de governo devem trabalhar para a inclusão da agricultura familiar na produção dos biocombustíveis, por meio de incentivo à produção integrada e diversificada nas pequenas propriedades e promover a organização dessas famílias em cooperativas produtoras de etanol em microdestilarias.

Concluiu-se como viável economicamente o arrendamento de terras dessas propriedades, pelos seus proprietários, para as empresas do setor sucroalcooleiro, frente à possibilidade de geração adicional de renda. Porém, não se pode deixar de citar a apreensão causada pela escalada territorial do segmento, avançando sobre regiões de cultivos de culturas anuais e outras atividades rurais menos rentáveis no atual cenário econômico-financeiro, podendo vir a comprometer, no médio prazo, a produção de alimentos considerados como gêneros de primeira necessidade para a população.

No que se refere ao empresariado do setor sucroalcooleiro da região, concluiu-se como viável a cultura de cana-de-açúcar, frente aos resultados econômicos apresentados pelo empreendimento.

No que tange ao caráter energético, concluiu-se que deve-se priorizar a utilização racional de insumos de produção que venham a consumir o menor quantitativo de energia para a cultura.

No que se refere à questão ambiental, concluiu-se que as emissões provenientes das queimadas de canaviais na região sudeste do Brasil, área de maior concentração de cultivo de cana-de-açúcar, e mais especificamente no oeste do Estado de São Paulo, região da Alta Paulista, são fortemente negativos ao ambiente e às populações. Entende-se como fator decisivo para minimização desses efeitos, a aceleração da utilização de processos de mecanização na etapa de colheita de cana-de-açúcar, não esquecendo, porém, de medidas capazes de atenuar os problemas sociais advindos de um intenso aumento de desemprego no setor. Aliado a esse fato, a produção do etanol de cana-de-açúcar, ao substituir outros tipos

de combustíveis fósseis, trará reduções significativas quanto à emissão de gases e a conseqüente minimização do efeito estufa.

### Referências Bibliográficas

AHMAD, B. Energetics of Major Crops in Mixed Cropping System. **Agricultural mechanization in Asia, Africa and Latin America**, v.25, p.52-4, 1994.

ANGELELI, W. A .; DUARTE, F.A . M. & OLIVEIRA, J.E.D. Estudo nutricional, alimentação e capacidade física de trabalhadores volantes rurais ou “bóias frias”. In: “Bóias Frias”. **Academia de Ciências do Estado de São Paulo**, ACIESP nº 30, p.7-85, 1981.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, Ministério de Minas e Energia. Brasília, 2003

BANSAL, R.K.; KSHIRSAGAR, K.G.; SANGLE, R.D. Efficient utilization of energy with an improved farming system for selected semi-arid tropics. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.24, n.4, p.381-394, 1988.

BINI, A .& SOUZA, L.G. A economia nos custos energéticos decorrente do aproveitamento da biomassa. In: XXIV Congresso brasileiro de engenharia agrícola, Viçosa, p. 145, 1995.

BOLLER, W.; GAMERO, C.A. Estimativas dos custos econômicos e energéticos de sistemas de preparo e de manejo do solo para a cultura do feijão. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v.12, n.2, p.26-38, 1997.

BONNY, S. Is agriculture using more and more energy? A French case study. **Agricultural Systems**, Essex, UK, v.43, n.1, p.51-66, 1993.

BOYELDIEU, J. Rendement énergétique de la production agricole: les bilans d'énergie. **Agriculture**, Paris, v.386, p.124-128, 1975.

BRIDGES, T. C. & SMITH, E. M. A Method for Determining the Total Energy Input for Agricultural Practices. **American Society of Agricultural Engineers**, St. Joseph p.781-4, 1979.

CAMPOS, A . T., CAMPOS A .T. Balanços energéticos

- agropecuários: uma importante ferramenta como indicativo de sustentabilidade de agroecossistemas. *Ciência Rural*, nov/dez 2004, vol. 34, nº6, p.1977-1985.
- CARMO, M.S.; COMITRE, V.; DULLEY, R.D. Balanço energético de sistemas de produção na agricultura alternativa. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v.35, n.1, p.87-97, 1988.
- CARVALHO, A.; GONÇALVES, G.G.; RIBEIRO, J.J.C. **Necessidades energéticas de trabalhadores rurais e agricultores na sub-região vitícola de Torres**. Lisboa : Fundação Calouste Gulbenkian, 1974.
- CASTANHO FILHO, E.P.; CHABARIBERY, D. Perfil energético da agricultura paulista. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v.30, tomos 1 e 2, p. 63-115, 1983.
- CLEVELAND, C.J. The direct and indirect use of fossil fuels and electricity in USA agriculture, 1910-1990. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.55, n.2, p.111-121, 1995.
- COMITRE, V. A questão energética e o padrão tecnológico da agricultura brasileira. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.25, n.12, p.29-35, 1995.
- COSTA BEBER, J.A. **Eficiência energética e processos de produção em pequenas propriedades rurais, Agudo, RS**. 1989. 295f. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) - Universidade Federal de Santa Maria.
- COSTANZA, R. Embodied energy and economic valuation. **Science**, N.Y. (USA), v.210, p.1219-1224, 1980.
- DELEAGE, J.P. et al. Eco-energetics analysis of an agricultural system: the French case in 1970. **Agro-ecosystems**, Amsterdam, v.5, p.345-365, 1979.
- DOERING, O.C. & PEART, R.N. Evaluating alternative energy technologies in agriculture. *Agr. Exp. Sta.*, Purdue University, Indiana, 1977.
- DOERING III, O.C. Accounting for energy in farm machinery and buildings. In: PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton : CRC, 1980. p.9-14.
- DOVRING, F. Energy use in Unites States agriculture: a critique of recent research. **Energy in Agriculture**, v.4, p.79-86, 1985.
- FERNANDES, A . J. .Manual da cana-de-açúcar. Piracicaba, p.145, 1984
- FERREIRA, W.A.; ULBANERE, R.C. Análise do balanço econômico para a produção de milho no estado de São Paulo. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v.4, n.2, p.8-18, 1989.
- FLUCK, R.C. Energy productivity: a measure of energy utilization in agricultural systems. **Agricultural Systems**, Essex, UK, v.4, n.1, p.29-37, 1979.
- FLUCK, R.C. Net energy sequestered in agricultural labor. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, Michigan, v.24, n.6, p.1449-1455, 1981.
- GABRIEL, L. R. A . et al. Estimativa do cálculo da energia direta embutida no processo de refinação do óleo de amendoim. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 1993. Ilhéus – BA. Sociedade Brasileira de Engenharia agrícola, 1.993, v.2, p. 738-749.
- GABRIEL, L. R. A . et al. Estimativa do cálculo da energia indireta embutida no processo de refinação do óleo de amendoim. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 1993. Ilhéus – BA. Sociedade Brasileira de Engenharia agrícola, 1.993, v.2, p. 722-736.
- GOLDEMBERG, J. Etanol de madeira – balanço energético. **Revista de ciência e cultura** p.1183-91, 1984.
- GUERRERO, J.S.J. Dimensão teórica da energia, economia e sociedade: integração no desenvolvimento da humanidade. **Revista de Economia Rural**, v.25, n.3, p.293-301, 1987.
- JUNQUEIRA, A.A.B.; CRISCUOLO, P.D.; PINO, F.A. O uso da energia na agricultura paulista. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v.29, tomos I e II, p.55-100, 1982.
- MACEDÔNIO, A. C. & PICCHIONI, S. A. Metodologia para o cálculo do consumo de energia fóssil no processo de produção agropecuário. Seminário USP São Paulo, 1984.
- MELLO, R. **Análise energética de agroecossistemas: o caso de Santa Catarina**. 1986. 139f. Dissertação (Mestrado em Engenharia/Engenharia de Produção) –

- Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- MOLINA Jr, W.F., RIPOLI, T.C., COELHO, J.L.D. Energia potencial da biomassa não industrializável de canaviais para emprego como combustível. In: XXIV Congresso brasileiro de engenharia agrícola, Viçosa, p.142, 1995.
- MOLTALVO, M.F.M. Conservação da energia no uso de máquinas agrícolas. **Revista de mecanização rural**, s.d.
- ORLANDO, J., SILVA, G.M.A., LEME, E.J.A. Utilização agrícola dos resíduos da agroindústria canavieira. In: **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil. Piracicaba, SP. Maio**, p.229-30, 1983.
- PIMENTEL, D. (Ed) **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton: CRC, 1980. 475p.
- PIMENTEL, D. et al. Food production and the energy crises. **Science**, N.Y. (USA), v.182, p.443-449, 1973.
- PIMENTEL, D.; BERARDI, G.; FAST, S. Energy efficiency of farming systems: organic and conventional agriculture. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.9, n.4, p.359-372, 1983.
- RIPOLI, T.C.C. et al. Equivalente energético do palhico de cana-de-açúcar. In: Congresso brasileiro de engenharia agrícola, Piracicaba p.26, 1990.
- RIPOLI, T.C.C. Utilização do material remanescente da colheita da cana-de-açúcar – Equacionamento dos balanços energético e econômico. Piracicaba, Julho 1991.
- RIVALDO, O.F. Energia na agricultura. In: LEVON, Y.(Org.). **Pesquisa agropecuária, questionamentos, consolidação e perspectivas**. Brasília : EMBRAPA, 1988. p.267-268.
- ROVERE, E.L. Conservação de energia. In: ROVERE, E.L. ; ROSA, L.P. & RODRIGUES, A . P. (Orgs.). Economia e tecnologia na energia. Rio de Janeiro: Março zero/FINEP, p. 1-230, 1985.
- SANTOS, H.P. et al. Conversão e balanço energético de sistemas de sucessão e de rotação de culturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.2, p.191-198, 2001.
- SEIXAS, J.; MARCHETTI, D. **Produção e consumo de energia na agricultura**. Planaltina: EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1982. 15p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 3).
- SILVA, J.G.; GRAZIANO, J.R. A crise de energia: repensar também a pesquisa agrônômica. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.29, n.10, p.1110-1116, 1977.
- SIQUEIRA, R.; GAMERO, C.A.; BOLLER, W. Balanço de energia na implantação e manejo de plantas de cobertura do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.19, n.1, p.80-89, 1999.
- TSATSARELIS, C.A. Energy inputs and outputs for soft winter wheat production in Greece. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.43, n.2, p.109-118, 1993.
- ULBANERE, R.C.; FERREIRA, W.A. Análise do balanço energético para a produção de milho no estado de São Paulo. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v.4, n.1, p.35-42, 1989.
- WAGSTAFF, H. Husbandry methods and farm systems in industrialized countries which use lower levels of external inputs: a review. **Agric. Ecosystems Environment**, Amsterdam, v.19, n.1, p.1-27, 1987.
- ZUCCHETTO, J.; JANSSON, A-M. Total energy analysis of Gotland's agriculture: a northern temperature zone case study. **Ag**